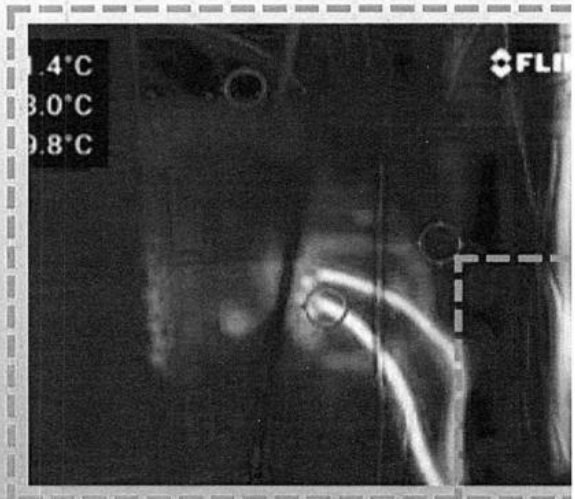
Alcaldía Municipal
de Yopal



INFORME FINAL AUDITORIA ENERGÉTICA PALACIO MUNICIPAL DE YOPAL

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



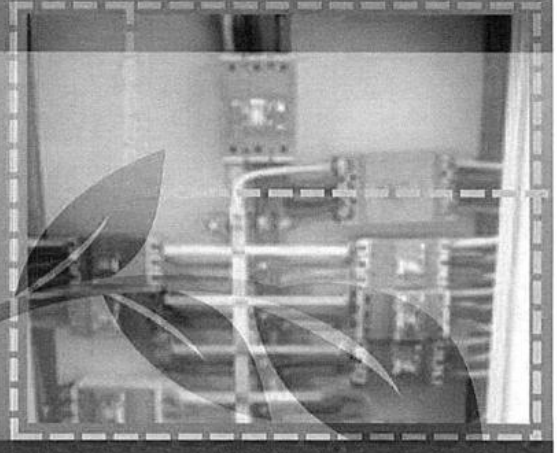
"REALIZAR EL DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA, EN LA SEDE ADMINISTRATIVA PRINCIPAL, Y PROPONER ALTERNATIVAS DE USO RACIONAL Y EFICIENTE PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE LA ALCALDÍA DE YOPAL."





MAYO 2026

CEY 2025
CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025



AUDITORIA ENERGÉTICA 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

MAYO 2026



Contenido

1. Introducción 15
2. Justificación 18
3. Objetivos 20
3.1 Objetivo General 20
3.2 Objetivos Específicos 20
4. Contexto administrativo y financiero del proyecto 21
4.1 Información general contractual del contrato de consultoría 21
4.2 Condiciones contractuales del proyecto 23
4.3 Pólizas 24
4.3.1 Pólizas según otro si modificatorio 25
4.4 Impuestos y/o estampillas 27
4.5 Información financiera general del proyecto 28
4.6 Relación de personal 28
4.7 Actas en desarrollo contractual suscritas 30
4.7.1 Actas de comités suscritos 30
4.8 Cumplimiento de obligaciones de seguridad social y pago de planilla de seguridad social 31
4.9 Presupuesto 33
5. FASE I 45
5.1 Recopilación de la información y preanálisis 49
5.2 Preanálisis de la información consolidada 52
5.2.1 Facturas eléctricas 52
5.2.2 Facturas de gas 53
5.2.3 Preanálisis de Facturas 54
5.3 Inventarios de equipos existentes 54
5.4 Recopilación de información de mediciones 64
5.5 Características constructivas de la edificación 68
5.6 Características del sitio 71
5.6.1 Ubicación 73

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

5.6.2 Resumen descriptivo del sitio 75
5.6.3 Características climáticas 75
5.6.4 Características de la edificación 78
5.6.5 Uso del edificio 85
5.6.6 Características bioclimáticas 86
5.7 Análisis de la visita técnica 89
5.8 Propiedades térmicas de la envolvente 91
6. FASE 2 96
6.1 Análisis de consumos y sistema eléctrico existente 97
6.2 Tablero General De Distribución Sede Antigua Calidad de la energía 98
6.2.1 Distorsión Armónica de Tensión (THD-V) 98
6.2.2 Distorsión Armónica de Corriente (THD-I) 99
6.2.3 Frecuencia del Sistema 100
6.2.4 Tensión de fase 101
6.2.5 Corriente por fase y desbalance de corriente 102
6.2.6 Factor de Potencia 103
6.2.7 Potencias Activa, Aparente y Reactiva 104
6.2.8 Termografía 105
6.2.9 Condición de la infraestructura eléctrica sede antigua. 107
6.3 Tablero General De Distribución Sede Nueva Calidad de la energía 117
6.3.1 Distorsión Armónica de Tensión (THD-V) 117
6.3.2 Distorsión Armónica de Corriente (THD-I) 118
6.3.3 Frecuencia del Sistema 119
6.3.4 Tensión de fase 120
6.3.5 Corriente por fase y desbalance de corriente 121
6.3.6 Factor de Potencia 122
6.3.7 Potencias Activa, Aparente y Reactiva 123
6.3.8 Termografía 124
6.3.9 Condición de la infraestructura eléctrica sede nueva. 125
6.4 Consolidado de datos y mediciones 130
6.4.1 Consumo total por circuito 130
6.4.2 Conclusiones y recomendaciones generales al eléctrico existente 133

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

7. Estudio de iluminación 138
7.1 Inventario equipamiento eléctrico 138
7.2 Recomendaciones generales – Sistema de iluminación 145
7.3 Uso de otros energéticos y energías renovables 147
7.4 Informáticas y otros equipos 147
7.5 Sistema fotovoltaico 148
7.6 Sistemas hidráulicos 148
7.7 Recomendaciones generales – Sistemas de energías renovables y otros energéticos 150
8. Estudio de calidad del aire 153
8.1 Metodología 154
8.2 Análisis de ventilación natural 155
8.2.1 Ejemplo representativo: Oficina de rentas 155
8.3 Análisis geométrico 155
8.4 Área de aperturas 156
8.5 Distribución del aire 156
8.6 Resultado 156
8.7 Extrapolación de resultados al edificio 156
8.8 Análisis energético 157
8.9 Necesidad de ventilación mecánica 157
8.10 Cálculo del caudal de ventilación requerido 158
8.11 Recomendaciones para espacios con ventilación natural 161
8.12 Ventilación nocturna 162
8.13 Sistemas HVAC 162
8.14 Recomendaciones generales Estudio de calidad del aire 165
9. Levantamiento, actualización y digitación de planos 167
9.1 Levantamiento, actualización digitalización de planos arquitectónicos 168
9.2 Elaboración de diagramas unifilares 169
9.3 Principales conclusiones de la visita in situ y de la evaluación técnica 173
10. FASE 3 177
10.1 Auditoria y Línea base del consumo energético, Evaluación en el Marco del SGE 177

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

10.2 Naturaleza del proyecto 178
10.3 Marco jurídico 179
10.3.1 Eficiencia y transición energéticas 179
10.3.2 Reglamentación técnica eléctrica y calidad de energía 179
10.3.3 Reglamentación en iluminación 180
10.3.4 Normativa ambiental y sostenibilidad 180
10.3.5 Seguridad y salud en el trabajo (SST) 181
10.3.6 Normativa y estándares técnicos de referencia 181
10.4 Objetivos 181
10.5 Metodología 182
10.6 Recogida de datos 184
10.7 Resumen descripción general del sitio 185
11. Estudio de calidad del Aire 187
11.1 Situación del edificio 188
11.1.1 Análisis de los consumos 188
11.1.2 Evolución del consumo anual 188
11.2 Línea de base energética 189
11.3 Reporte UPME 193
11.3.1 Período de referencia para el análisis 196
11.3.2 Usos de otros energéticos y fuentes de energía renovable 196
11.3.3 Análisis de energía y emisiones de CO2 de las facturas de energía 197
11.3.4 Análisis de las mediciones eléctricas 198
11.3.5 Análisis de carga de los circuitos 198
11.4 Edificio antiguo 200
11.5 Edificio nuevo 203
12. Análisis de los consumos 205
12.1 Metodología 205
12.2 Desglose de energía 206
13. Estrategias de mejora energética 208
13.1 Métodos 208
13.2 Resumen de los diferentes escenarios 210

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

Conclusión 211
14. Medida de conservación de energía 212
14.1 ECM #1 – Eliminación de protecciones solares en ventanas del edificio antiguo (court interior) 212
14.2 ECM #2 – Optimización de la densidad de iluminación en oficinas (futura renovación) 214
14.3 ECM #3: Política de cierre de ventanas con aire acondicionado en funcionamiento 216
14.4 ECM #4: Ventilación natural nocturna 218
14.5 ECM #5: Procedimiento de apagado del aire acondicionado 220
14.6 ECM #6: Sensores de presencia en locales técnicos 222
14.7 (ECM #7) Instalación de cortina de aire en acceso posterior 224
14.8 (ECM #8) Control horario para aire acondicionado (edificio nuevo) 226
14.9 (ECM #9) Sistema centralizado de control horario para tomas eléctricas (edificio nuevo) 228
14.10 (ECM #10) Sensores de presencia en pasillos exteriores 231
14.11 (ECM #11) Eliminación de films solares innecesarios 234
14.12 (ECM #12) control horario centralizado para los equipos de aire acondicionado en el (edificio antiguo) 236
14.13 (ECM #13) Instalaciones de ventiladores de techo 239
15. PLAN DE GESTIÓN EFICIENTE DE ENERGÍA – PGEE 241
16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES: 242

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

Ilustraciones

Ilustración 1 – Detalle Planta Alcaldía Municipio de Yopal 36
Ilustración 2 – Grafica de actividades cumplidas 41
Ilustración 3 – Registro fotográfico Visita 29 de diciembre de 2025 levantamiento de línea base 46
Ilustración 4 – Registro fotográfico Infraestructura palacio municipal 50
Ilustración 5 – Registro fotográfico zonas eléctricas palacio municipal 51
Ilustración 6 – Medidor eléctrico 52
Ilustración 7 – Factura eléctrica 53
Ilustración 8 – Facturas de gas 53
Ilustración 9 – base inicial de análisis de consumo de gas y energía palacio municipal- base segundo semestre 2025 54
Ilustración 10 – Registro total de aires acondicionados 56
Ilustración 11 – Visitas realizadas 65
Ilustración 12 – Recopilación información general del palacio 66
Ilustración 13 – Mediciones en sitio 68
Ilustración 14 – Palacio municipal 74
Ilustración 15 – ubicación geográfica 74
Ilustración 16 – Condición climáticas en Yopal (Climate-data.org) 76
Ilustración 17 – revisión de instalaciones y recopilación de información 78
Ilustración 18 – Repartición de área 80
Ilustración 19 – Cortes de planimetría Edificio – palacio municipal 81
Ilustración 20 – Fachadas del edificio 82
Ilustración 21 – Axonometría del edificio 83
Ilustración 22 – Corte fachada 83
Ilustración 23 – Envolvente 91
Ilustración 24 – Fuentes de energía del sitio 93
Ilustración 25 – Desglose energético 93
Ilustración 26 – Distorsión armónica de voltaje. 98

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

Ilustración 27 – Distorsión armónica de corriente y potencia activa. 99
Ilustración 28 – Frecuencia eléctrica del sistema. 100
Ilustración 29 – Tensión de fase del sistema. 101
Ilustración 30 – Corriente por fase del sistema. 102
Ilustración 31 – Factor de potencia y potencia activa. 103
Ilustración 32 – Potencia activa, aparente y reactiva. 104
Ilustración 33 – Distorsión armónica de voltaje. 117
Ilustración 34 – Distorsión armónica de corriente y potencia activa. 118
Ilustración 35 – Frecuencia eléctrica del sistema. 119
Ilustración 36 – Tensión de fase del sistema. 120
Ilustración 37 – Corriente por fase del sistema. 121
Ilustración 38 – Factor de potencia y potencia activa. 122
Ilustración 39 – Potencia activa, aparente y reactiva. 123
Ilustración 40 – Consumo semanal tablero antiguo. 131
Ilustración 41 – Consumo semanal tablero nuevo. 133
Ilustración 42 – Vista del inventario 139
Ilustración 43 – distribución consumo de luminarias 141
Ilustración 44 – Espacios que cuentan con niveles de iluminación natural 142
Ilustración 45 – Densidad de potencia instalada en el edificio 143
Ilustración 46 – Iluminación de cuartos técnicos 145
Ilustración 47 – Iluminación en oficinas 145
Ilustración 48 – Iluminación salas de conferencias 145
Ilustración 49 – Bombas de agua potable 150
Ilustración 50 – Sistema contra incendios 150
Ilustración 51 – Tableros eléctricos de bombas 150
Ilustración 52 – Vista planta oficina rentas 155
Ilustración 53 – Aire acondicionado 164
Ilustración 54 – Detalle Planta Alcaldía Municipio de Yopal levantamiento diagrama unifilar ...168
Ilustración 55 – ilustración diagrama unifilares 174
Ilustración 56 – Consumo mensual 188

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

Ilustración 57 – Ilustración del principio IPMVP 189
Ilustración 58 – Potencial de ahorro 195
Ilustración 59 – Fuentes de energía 197
Ilustración 60 – Consumo por circuito de los tableros de distribución principal (15 días de mediciones) 198
Ilustración 61 – Repartición del consumo por tableros eléctricos 199
Ilustración 62 – Desbalance por circuito de los tableros de distribución principal (15 días de mediciones) 200
Ilustración 63 – Análisis de carga por hora - edificio antiguo 201
Ilustración 64 – Consumo diurno y nocturno del edificio nuevo 201
Ilustración 65 – Análisis de carga por día - edificio antiguo 202
Ilustración 66 – Consumo semanal del edificio nuevo 202
Ilustración 67 – Potencia tablero edificio nuevo – Tableros aire acondicionados 203
Ilustración 68 – Potencia tablero edificio nuevo – Tomas normales 203
Ilustración 69 – Potencia tablero edificio nuevo - Tomas reguladas 204
Ilustración 70 – Consumo diurno y nocturno del edificio nuevo 204
Ilustración 71 – Repartición de la carga semanal del edificio nuevo 205
Ilustración 72 – Desglose energético 206
Ilustración 73 – Consumos 210
Ilustración 74 – Consumos 211

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

Tablas

Tabla 1-Información Contractual....21
Tabla 2-Pólizas iniciales....24
Tabla 3-Pólizas según otro si No. 1....26
Tabla 4-Relación de Impuestos y estampillas....27
Tabla 5-Registro presupuestal....28
Tabla 6-Relación personal presto los servicios al desarrollo de la consultoría....29
Tabla 7-Relación Actas suscritas....30
Tabla 8-Relación Actas de comité....31
Tabla 9-Relación pagos de Seguridad social....32
Tabla 10-Presupuesto por Actividades....34
Tabla 11-Presupuesto por Fases y actividades de acuerdo a cada Vigencia....39
Tabla 12-Actividades incluidas de FASE I y presupuesto....45
Tabla 13-Distribución de aires acondicionados del Palacio Municipal....63
Tabla 14-Clasificación de zonas por nivel de consumo energético....64
Tabla 15-Caracterización general del edificio....71
Tabla 16-Promedio histórico anual datos 2016-2026 estación Metereológica Aeropuerto Yopal77
Tabla 17-Promedio histórico mensual datos 2026 estación Metereológica Aeropuerto Yopal....77
Tabla 18-Repartición de área....79
Tabla 19-Propiedades térmicas de los cerramientos....84
Tabla 20-Horario edificio alcaldía Yopal....85
Tabla 21-Ocupación mensual del edificio por tipo de colaborador 2026....85
Tabla 22-Características bioclimáticas del edificio....86
Tabla 23-Hallazgos de la visita técnica....89
Tabla 24-Desglose energético....93
Tabla 25-Distorsión armónica de tensión por fase y total.....98
Tabla 26-Distorsión armónica de corriente por fase y total....99
Tabla 27-Registro de frecuencia del sistema.....100
Tabla 28-Registro de Tensiones de fase....101

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

Tabla 29-Valores promedio y máximos de corriente por línea y porcentaje de desbalance de corriente....102
Tabla 30-Valor promedio del factor de Potencia. 103
Tabla 31-Valor total potencia activa, aparente y reactiva. 104
Tabla 32-Análisis termográfico 105
Tabla 33-Análisis cumplimiento RETIE infraestructura eléctrica 107
Tabla 34-Distorsión armónica de tensión por fase y total. 117
Tabla 35-Distorsión armónica de corriente por fase y total....118
Tabla 36-Registro de frecuencia del sistema. 119
Tabla 37-Registro de Tensiones de fase....120
Tabla 38-Valores promedio y máximos de corriente por línea y porcentaje de desbalance de corriente....121
Tabla 39-Valor promedio del factor de Potencia. 122
Tabla 40-Valor total potencia activa, aparente y reactiva. 123
Tabla 41-Análisis termográfico 124
Tabla 42-Análisis cumplimiento RETIE infraestructura eléctrica. 125
Tabla 43-Consumo por circuito de los tableros de distribución principal....130
Tabla 44-Consumo semanal tablero nuevo....132
Tabla 45-Hallazgos, Soluciones propuestas, recomendaciones y estudios necesarios 133
Tabla 46-Diagnóstico de condiciones del sistema de iluminación 140
Tabla 47-Relación de Luminarias en el edificio 141
Tabla 48-Inventario de equipos eléctricos y ofimáticos....147
Tabla 49-Caracterización de sistemas hidráulicos y equipos asociados....149
Tabla 50-Clasificación de espacios según viabilidad de ventilación natural 157
Tabla 51-Caudales de ventilación requeridos por tipología de espacio 159
Tabla 52-Caudales de ventilación y estrategias por espacio....160
Tabla 53-Características del sistema HVAC 162
Tabla 54-Comparación Análisis DOFA (Fortalezas y Oportunidades) del desempeño energético del edificio....173
Tabla 55-Alcance metodológico de auditoría energética (ASHRAE)....183
Tabla 56-Criterios estadísticos de validación del modelo energético 190

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

Tabla 57-Evolución de los consumos (eléctricos) 194
Tabla 58-Evolución de los costos (eléctricos) 194
Tabla 59-Potencial de ahorro 195
Tabla 60-Uso de otro energéticos. 197
Tabla 61 -análisis CO2 197
Tabla 62 - Desglose energético 206
Tabla 63- Resumen técnico y económico de medidas de conservación de energía (ECM) 209
Tabla 64 -Evaluación comparativa de escenarios de mejora energética 210

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

Lista de Figuras

Figura 1-Trayectoria solar. Fuente: Sunearthtools 86

Figura 2-Fachada externa orientada hacia Noroeste y fachada interna edifico antiguo. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025. 87

Figura 3-Fachada externa orientada hacia suroeste y fachada interna. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025 87

Figura 4-Protecciones exteriores. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025..87

Figura 5-Protecciones internas. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025.....88

Figura 6-Fachadas exteriores. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025.....92

Figura 7-Fachadas exteriores. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025.....92

Figura 8-Oficinas. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025 92

Figura 9-Entrada principal. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025 92

Figura 10-Placa bomba hidrosanitaria. Fuente: visita técnica 149

Figura 11- Conexión equipo seguidor de circuitos (Emisor). Fuente: propia. 170

Figura 12-Medición de circuitos tablero nuevo. Fuente: Propia..... 171

Figura 13-Medición de circuitos tablero nuevo. Fuente: Propia..... 172

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

1. Introducción

La auditoría energética es una herramienta técnica orientada a evaluar, optimizar y gestionar el uso de la energía en edificaciones e instalaciones. En este sentido, consiste en un estudio sistemático que inicia con un diagnóstico de las condiciones actuales de operación y continúa con un análisis detallado del consumo energético, lo que permite la identificación de oportunidades de mejora.

A partir de este proceso, se formulan estrategias y planes de acción que permiten reducir el consumo de energía, optimizar los costos operativos y disminuir el impacto ambiental, en concordancia con los principios de uso racional y eficiente de la energía.

Por otra parte, el desarrollo de la presente auditoría se fundamenta en la metodología establecida por la norma internacional ISO 50002, adoptada en Colombia mediante la NTC-ISO 50002, la cual define los lineamientos para la ejecución de auditorías energéticas. Asimismo, se articula con la norma ISO 50001:2018, que establece los requisitos para la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGE), promoviendo la mejora continua del desempeño energético institucional.

En el contexto normativo nacional, este estudio se realiza en cumplimiento de la Ley 2294 de 2023 (Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026), particularmente lo establecido en su artículo 237, el cual establece que las entidades públicas deben desarrollar auditorías energéticas e implementar medidas orientadas a la reducción del consumo de energía. En este marco, se plantea como meta una disminución mínima del 15% del consumo energético mediante la adopción de estrategias de eficiencia energética y la incorporación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER).

De igual forma, se consideran los lineamientos definidos por la Resolución UPME 016 de 2024 para la determinación de la línea base energética, así como la Resolución 40412 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía, que reglamenta parcialmente las disposiciones relacionadas con auditorías energéticas en el sector público. Adicionalmente, se incorporan los criterios de sostenibilidad establecidos en la Resolución 0194 de 2025 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, relacionados con construcción sostenible y eficiencia energética en edificaciones.

En este orden de ideas, el diagnóstico energético comprende la identificación y análisis de las variables que inciden en el desempeño energético de la edificación, tales como las características de la envolvente (cubierta, muros, pisos y ventanería), los patrones de ocupación, los sistemas técnicos instalados (iluminación, climatización, ventilación, entre otros) y las condiciones climáticas del entorno. Como resultado, este análisis permite establecer una línea base energética a partir del comportamiento histórico del consumo.

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

Adicionalmente, la auditoría puede complementarse con mediciones en sitio mediante equipos especializados, con el fin de caracterizar la eficiencia energética global del edificio o de sistemas específicos. A partir de esta información, se construyen indicadores de desempeño energético, se analizan tendencias de consumo y se establecen metas de ahorro alineadas con las políticas institucionales y la normativa vigente. Por otro lado, la auditoría energética fue desarrollada mediante un enfoque metodológico estructurado en tres fases principales, alineadas con los lineamientos de la NTC-ISO 50002 y la normativa nacional vigente.

En primer lugar, la Fase 1 correspondió a la recopilación de información y preanálisis, en la cual se definió el plan de trabajo y el plan de auditoría, así como la construcción de la línea base preliminar mediante el diagnóstico inicial y mediciones en sitio. En esta etapa también se incluyó la caracterización de las condiciones constructivas de la edificación, evaluando materiales, cerramientos y posibles puntos de pérdidas energéticas.

Seguidamente, la Fase 2 comprendió el levantamiento, actualización y análisis técnico de la información del edificio, incluyendo la elaboración de planos y diagramas eléctricos, el análisis de consumos a partir de la facturación histórica y la evaluación de los principales sistemas energéticos. En esta fase se desarrollaron estudios específicos como el análisis del sistema eléctrico, la evaluación de niveles de iluminación, la verificación de condiciones de ventilación y calidad del aire, así como la identificación del uso de otros energéticos y fuentes de energía.

Por último, en la Fase 3 se llevó a cabo la auditoría energética propiamente dicha, en la cual se consolidó la línea base de consumo energético, considerando variables operativas, condiciones extraordinarias y cambios tecnológicos. Asimismo, se evaluó el desempeño energético en el marco del Sistema de Gestión de la Energía (SGE), y se identificaron oportunidades de mejora orientadas a la eficiencia energética.

Como parte de esta fase, se elaboró el Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), documento técnico que integra el diagnóstico energético, estrategias de mejora, indicadores de eficiencia, metas de reducción del consumo, plan de acción y mecanismos de seguimiento, el cual fue debidamente validado ante la supervisión del contrato o proyecto.

Como resultado, se presentó el informe final que incluye la línea base energética y un modelo de ahorro proyectado.

Finalmente, el presente informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en la sede administrativa de la Alcaldía Municipal de Yopal, en el marco del Contrato de Consultoría No. 2950 de 2025, suscrito entre el Municipio de Yopal y el Consorcio Energético Yopal – CEY 2025, cuyo objeto es "REALIZAR EL DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA, ASÍ COMO PROPONER ALTERNATIVAS DE USO RACIONAL Y EFICIENTE QUE CONTRIBUYAN A MEJORAR EL DESEMPEÑO ENERGÉTICO DE LA ENTIDAD".

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

En consecuencia, este estudio se desarrolla en el marco del compromiso institucional con la sostenibilidad y la mejora continua, en concordancia con el Plan de Gestión Eficiente de la Energía de la entidad, y tiene como finalidad establecer lineamientos técnicos y estratégicos que orienten la toma de decisiones en materia de eficiencia energética, modernización de infraestructura y reducción del impacto ambiental.

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

2. Justificación

La necesidad de adelantar una auditoría energética en la sede administrativa de la Alcaldía de Yopal se fundamenta, en primer lugar, en el cumplimiento de disposiciones legales vigentes que establecen la obligatoriedad de realizar este tipo de evaluaciones en las entidades públicas. En particular, el artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, modificado por el artículo 237 de la Ley 2294 de 2023, dispone que las administraciones públicas deberán ejecutar auditorías energéticas en sus instalaciones, con una periodicidad definida, y establecer metas de ahorro energético mediante la implementación de medidas de eficiencia energética y el uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER).

En desarrollo de lo anterior, la normativa establece que las entidades deben implementar estrategias que permitan alcanzar reducciones mínimas del consumo energético, así como metas progresivas de eficiencia basadas en los resultados de las auditorías. Adicionalmente, se exige la destinación de recursos para la implementación de dichas medidas, las cuales pueden generar ahorros reinvertibles en proyectos de mejora energética.

De igual forma, la Resolución 40142 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía define la auditoría energética como un proceso sistemático de evaluación del consumo de energía en edificaciones o instalaciones, orientado a identificar oportunidades de mejora en el desempeño energético. Complementariamente, la Resolución 016 de 2024 de la UPME establece la metodología para la determinación de la línea base de consumo y el cálculo de ahorros estimados, insumos fundamentales para la planificación de acciones de eficiencia energética.

Este marco normativo se articula con la Ley 2407 de 2024, la cual promueve el uso racional y eficiente de la energía en las entidades públicas, así como la implementación de estrategias de sostenibilidad y construcciones responsables, fortaleciendo el enfoque de transición energética y gestión ambiental del Estado.

A nivel de política pública, el Plan Integral de Cambio Climático para el Sector Minero Energético (PIGCCME) establece compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la eficiencia energética, mientras que el Modelo Integrado de Planeación y Gestión (MIPG) y el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 priorizan la sostenibilidad ambiental como eje transversal de la gestión pública.

En este contexto, la Administración Municipal de Yopal identificó la necesidad de estructurar un proceso de consultoría especializado que permitiera realizar una auditoría energética en la sede administrativa principal, con el fin de contar con información técnica confiable sobre el consumo energético, identificar ineficiencias y formular medidas de optimización orientadas al uso racional de los recursos.

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

Dicha necesidad surge del análisis realizado en el marco del Plan de Desarrollo "Yopal para todos", en el cual se evidenciaron condiciones de deterioro en la infraestructura física institucional y en sus sistemas asociados, tales como redes eléctricas, comunicaciones, acueducto y alcantarillado. Estas condiciones han generado incrementos sostenidos en el consumo de servicios públicos y mayores costos de mantenimiento, afectando la eficiencia operativa de la entidad.

En consecuencia, se requería un diagnóstico técnico que permita caracterizar los patrones de consumo energético, identificar oportunidades de mejora, estimar ahorros económicos y ambientales, y estructurar un plan de acción con indicadores de seguimiento que faciliten la toma de decisiones.

Asimismo, en articulación con la Secretaría de Infraestructura, se analizaron alternativas de intervención, entre ellas la construcción de un nuevo centro administrativo, la cual no resultó viable. En su lugar, se optó por la intervención de la infraestructura existente, lo que exigía como condición previa la realización de una auditoría energética que oriente técnicamente dichas acciones bajo criterios de eficiencia y sostenibilidad.

Adicionalmente, la Dirección de Servicios Administrativos, adscrita a la Secretaría General, debe dar cumplimiento al plan de mejoramiento derivado del hallazgo HA-18 de la Contraloría General de la República, el cual contempla la implementación de auditorías energéticas y la adopción de estrategias que permitan reducir el consumo de energía eléctrica en al menos un quince por ciento (15%) en el corto plazo.

En virtud de lo anterior, se suscribió el Contrato de Consultoría No. 2950 de 2025 entre el Municipio de Yopal y el Consorcio Energético Yopal – CEY 2025, con el objeto de: **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."**

Los productos derivados de la consultoría fueron estructurados en tres fases, conforme a lo establecido contractualmente, y el presente informe desarrolla de manera detallada cada una de ellas, evidenciando las actividades realizadas y los resultados alcanzados.

Finalmente, la ejecución de la auditoría energética responde al compromiso institucional de la Alcaldía de Yopal y del Consorcio contratista con la sostenibilidad ambiental, la mejora continua del desempeño energético y la incorporación de criterios de eficiencia energética en la gestión pública, tanto en proyectos nuevos como en infraestructura existente.

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

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Realizar el diagnóstico, evaluación técnica y caracterización energética de las instalaciones del palacio municipal, con el fin de formular un Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) que optimice el uso racional de la energía y garantice el cumplimiento de la normatividad vigente.

3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Formular y ejecutar un cronograma de trabajo articulado con la supervisión del contrato para el desarrollo ordenado de las actividades.
- ✓ Recopilar y consolidar información técnica preliminar mediante visitas, reuniones, revisión documental y levantamientos en campo.
- ✓ Realizar la revisión e inventario de equipos, instalaciones eléctricas e infraestructura, evaluando su estado y condiciones operativas.
- ✓ Medir y registrar parámetros eléctricos utilizando equipos certificados, asegurando la confiabilidad de los datos obtenidos.
- ✓ Procesar, analizar y registrar las variables eléctricas conforme a los estándares y normativas vigentes aplicables.
- ✓ Caracterizar técnica y energéticamente las instalaciones auditadas, identificando patrones de consumo, eficiencia y oportunidades de mejora.
- ✓ Diseñar y presentar el Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), incorporando estrategias, metas, indicadores y acciones orientadas a la optimización del consumo energético.
- ✓ Desarrollar las actividades complementarias necesarias para garantizar el cumplimiento del objeto contractual y los requerimientos técnicos establecidos.

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

CEY 2025
CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025



INFORMACIÓN CONTRACTUAL

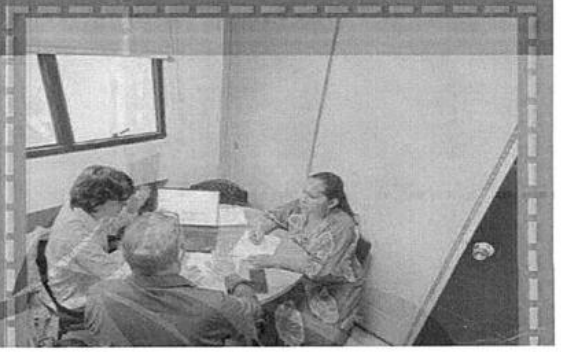












CEY 2025
CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025

Referencia	Descripción
Fecha de contrato	15 de diciembre de 2025
Objeto	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
Modalidad de contrato	Concurso De Méritos
Lugar de ejecución	Municipio de Yopal - Alcaldía De Yopal
Supervisor	Heilly Emiled Meléndez Pérez/ Directora de Servicios Administrativos
Área Responsable	Secretaria General
Contratista	Consorcio Energético Yopal – CEY 2025
Conformación del Consorcio	CONSULTEC DEL LLANO SAS 51% Lina Paola Barrera García TERAO COLOMBIA SAS 49 % Andrés Julián Meneses Avella
Dirección:	Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare
Teléfonos:	3208045738
Correo Electrónico:	auditoriaenergetica2025@gmail.com
NIT	902017974-5
Representante legal	Mayra Liliana Rodríguez Cabulo
Plazo	Cuatro (4) Meses
Valor	$269.282.423,00
Fecha de inicio	18 de diciembre de 2025
Fecha de terminación inicial	17 de abril de 2026
Otrosi No. 01	13 de abril de 2026
Prorroga	Veinte (20) días

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

Referencia	Descripción	
Nueva fecha de terminación	07 de mayo de 2026	
Otrosi Corrección a otrosi No. 01	Aclaratorio de pólizas de RCE	
Fecha Otrosi corrección	23 de abril de 2026	
	María Catalina Bohórquez Ramírez	Directora De Consultoría
	Andrés Julián Meneses Avella	Líder Auditor
Equipo de trabajo	Daniel Eslava Rativa	Analista Datos
	Frank Rivero Niebla	Profesional En Ingeniería Eléctrica
	Mauricio Esteban Hermosilla Reyes	Profesional En Derecho
Validado por	Andrés Meneses / Líder Auditor	

4.2 Condiciones contractuales del proyecto

En cumplimiento de los requisitos de perfeccionamiento y ejecución del contrato, se suscribieron las pólizas de garantía exigidas en la minuta contractual, con el propósito de amparar los riesgos derivados de su ejecución y asegurar el adecuado cumplimiento de las obligaciones por parte del contratista.

Dichas garantías fueron constituidas a favor de la entidad contratante y contemplaron, entre otros, los amparos de cumplimiento del contrato, calidad del servicio, pago de salarios, prestaciones sociales e indemnizaciones laborales, así como la responsabilidad civil extracontractual, de conformidad con la normativa vigente aplicable a la contratación estatal.

Las pólizas fueron debidamente expedidas por una compañía aseguradora legalmente autorizada, revisadas y aprobadas por la entidad contratante previo al inicio de la ejecución contractual, verificando su suficiencia en cuanto a valores asegurados, vigencias y coberturas. Asimismo, durante el desarrollo del contrato, se garantizó la vigencia de los amparos mediante las respectivas actualizaciones y/o prórrogas, en concordancia con las modificaciones contractuales realizadas, incluyendo el otrosí de prórroga

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

4.3 Pólizas

A continuación, se observan las pólizas que por cumplimiento de la empresa contratista Consorcio Energético Yopal – Cey 2025, debió costear para garantizar que no se infringiera con ninguno de los requerimientos que exige el contrato según lo estipulado en la cláusula 15.

Tabla 2-Pólizas iniciales

COMPAÑIA ASEGURADORA	NO. POLIZA	AMPARO	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	FECHA APROBACION	VALOR ASEGURADO
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-47-99400004680	CUMPLIMIENTO GENERAL DEL CONTRATO	2025-12-17	2026-08-27	2025-12-18	$ 26.928.242,30
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-47-99400004680	BUEN MANEJO Y CORRECTA INVERSIÓN DEL ANTICIPO	2025-12-17	2026-08-27	2025-12-18	$ 40.392.363,45
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-47-99400004680	SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E INDEMNIZACIONES	2025-12-17	2029-04-27	2025-12-18	$ 13.464.121,15
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-47-99400004680	CALIDAD DEL SERVICIO	2025-12-17	2026-08-27	2025-12-18	$ 26.928.242,30
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-74-99400001760	RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL	2025-12-17	2026-04-27	2025-12-18	$ 284.700.000,00

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

COMPAÑIA ASEGURADORA	NO. POLIZA	AMPARO	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	FECHA APROBACION	VALOR ASEGURADO
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-74-99400001760	RESPONSABILIDAD CIVIL SUBCONTRATISTAS	2025-12-17	2026-04-27	2025-12-18	$ 284.700.000,00
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-74-99400001760	VEHÍCULOS PROPIOS Y NO PROPIOS	2025-12-17	2026-04-27	2025-12-18	$ 284.700.000,00
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-74-99400001760	RIESGOS HUMANITARIOS	2025-12-17	2026-04-27	2025-12-18	$ 284.700.000,00
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-74-99400001760	RESPONSABILIDAD CIVIL CRUZADA CONTRATISTAS	2025-12-17	2026-04-27	2025-12-18	$ 284.700.000,00

4.3.1 Pólizas según otro si modificatorio

Conforme a lo establecido en el Otrosí No. 01, mediante el cual se modificaron las condiciones contractuales, particularmente en lo relacionado con la prórroga del plazo de ejecución, se hizo necesario realizar la actualización de las pólizas inicialmente constituidas, con el fin de mantener la cobertura de los riesgos durante el nuevo término contractual.

Así mismo en el marco del Otrosí No. 01, se realizó una modificación a la Cláusula 15 – Garantías, con el propósito de ajustar el amparo de responsabilidad civil extracontractual, teniendo en cuenta que el valor inicialmente establecido no correspondía a lo dispuesto en la normativa vigente. En

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

este sentido, se fijó el monto asegurado en doscientos setenta (270) SMMLV, conforme a los criterios de suficiencia establecidos para este tipo de contratos.

Además, considerando que el contrato se encontraba en ejecución y que mediante el citado otrosí se otorgó una prórroga de veinte (20) días, se hizo necesario actualizar las pólizas, ajustando sus condiciones, vigencias y coberturas, con el fin de garantizar la continuidad del amparo durante el tiempo adicional.

En consecuencia, se procedió a la actualización de las pólizas, ajustando los valores asegurados y condiciones del amparo de responsabilidad civil extracontractual, en cumplimiento de la normativa vigente, particularmente lo establecido sobre la suficiencia del seguro como se relación en la siguiente tabla:

Tabla 3-Pólizas según otro si No. 1

COMPAÑIA ASEGURADORA	NO. POLIZA	AMPARO	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	FECHA APROBACION	VALOR ASEGURADO
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-47-99400004680	CUMPLIMIENTO GENERAL DEL CONTRATO	17/12/2025	27/09/2026	20/04/2026	$ 26.928.242,30
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-47-99400004680	BUEN MANEJO Y CORRECTA INVERSIÓN DEL ANTICIPO	17/12/2025	27/09/2026	20/04/2026	$ 40.392.363,45
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-47-99400004680	SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES E INDEMNIZACIONES	17/12/2025	27/05/2029	20/04/2026	$ 13.464.121,15

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

COMPAÑIA ASEGURADORA	NO. POLIZA	AMPARO	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	FECHA APROBACION	VALOR ASEGURADO
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-47-99400004680	CALIDAD DEL SERVICIO	17/12/2025	27/09/2026	20/04/2026	$ 26.928.242,30
Aseguradora Solidaria de Colombia	625-74-99400001760-3	RESPONSABILIDAD CIVIL EXTRACONTRACTUAL: RESPONSABILIDAD CIVIL SUBCONTRATISTAS VEHÍCULOS PROPIOS Y NO PROPIOS RIESGOS HUMANITARIOS RESPONSABILIDAD CIVIL CRUZADA CONTRATISTAS	24/04/2026	27/05/2026	20/04/2026	$ 472.744.350,00

Dichas modificaciones fueron realizadas por el consorcio CEY-2025 y aprobadas por la entidad contratante, garantizando que las pólizas cumplieran con los requisitos legales y contractuales, así como la adecuada cobertura de los riesgos durante la ejecución del contrato.

4.4 Impuestos y/o estampillas

De acuerdo con lo establecido por la Alcaldía de Yopal el Consorcio Energético Yopal – Cey 2025, en ejecución del contrato consultoría No. 2950.2025, procedió a hacer el pago de los impuestos y estampillas, tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 4-Relación de Impuestos y estampillas

CONCEPTO	TIPO	N°	FECHA	VALOR
CONTRATO INICIAL	PRO CULTURA	251943	18/12/2025	$ 2.263.000

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

CONCEPTO	TIPO	N°	FECHA	VALOR
CONTRATO INICIAL	PRO DEPORTE	251943	18/12/2025	$ 5.657.000
CONTRATO INICIAL	PRO ADULTO MAYOR	251943	18/12/2025	$ 6.789.000
		TOTAL, PAGADO ESTAMPILLAS		**$14.709.000,00**

4.5 Información financiera general del proyecto

Tabla 5-Registro presupuestal

N° RP	FECHA	CODIGO RUBRO	FUENTE	VALOR
1400.40.10.2025-5757	7/12/2025	2.3.2.02.02.005.45.09	RB Superávit Fiscal Ingresos Corrientes Libre Destinación	$ 40.392.363,45
1400.40.10.2025-5757	7/12/2025	0	Vigencia Futura	$ 228.890.059,55

4.6 Relación de personal

Para la ejecución del Contrato de Consultoría No. 2950 de 2025, se contó con un equipo interdisciplinario que garantizó el desarrollo integral de las actividades técnicas, operativas y administrativas del proyecto. Cada perfil cumplió un rol específico, orientado al logro del objeto contractual:

- **Director de Consultoría:** Responsable de la dirección general del proyecto, coordinación técnica y administrativa, toma de decisiones estratégicas y supervisión del cumplimiento de los objetivos, cronograma y calidad de los productos entregados. Lideró el desarrollo de las auditorías energéticas y la formulación de soluciones.

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

- **Líder Auditor:** Encargado de planificar, ejecutar y supervisar las auditorías energéticas bajo estándares como ISO 50001:2018. Coordinó las actividades en campo, validó la información técnica y aseguró el cumplimiento de la normativa aplicable, incluyendo la Resolución 016 de 2024.
- **Analista de Datos:** responsable del procesamiento, análisis e interpretación de la información recolectada durante las auditorías. Apoyó la consolidación de variables energéticas, elaboración de indicadores y estructuración de resultados técnicos para la toma de decisiones.
- **Profesional en Derecho:** Brindó apoyo jurídico durante la ejecución del contrato, asegurando el cumplimiento de las disposiciones legales, contractuales y normativas aplicables, así como la revisión de documentos y soportes contractuales relacionados con la consultoría.
- **Personal Administrativo (secretaria):** Apoyó la gestión documental, organización de la información, elaboración de actas, comunicaciones y control administrativo del proyecto.
- **Técnico Electricista:** Ejecutó actividades operativas en campo, tales como levantamientos eléctricos, inspección de instalaciones, toma de datos y apoyo en mediciones técnicas.
- **Dibujante:** Encargado de la elaboración, digitalización y actualización de planos eléctricos y arquitectónicos, así como del apoyo en el levantamiento de información gráfica necesaria para la caracterización de las instalaciones.

En la siguiente tabla se relaciona el listado de personal identificado que el Consorcio Energético Yopal – CEY 2025, dispuso para el desarrollo del contrato consultoría No. 2950.2025, para la vigencia 2026:

Tabla 6-Relación personal presto los servicios al desarrollo de la consultoría

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 KAROLL	1029643620	Secretaria
RODRIGUEZ MAYRA	1118549962	Representante Legal
PUERTO WILLINTON	1116544540	Técnico Electricista

Fuente. Elaboración propia

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

4.7 Actas en desarrollo contractual suscritas

En el marco de la ejecución del Contrato de Consultoría No. 2950 de 2025, se llevaron a cabo y suscribieron diferentes actas entre el Consorcio Energético Yopal – CEY 2025 y la Alcaldía de Yopal, las cuales permitieron formalizar el inicio del contrato, la entrega del anticipo, así como la aclaración de condiciones iniciales para el adecuado desarrollo de las actividades.

Estas actas constituyeron soportes formales del seguimiento contractual y evidenciaron la coordinación entre las partes, garantizando la trazabilidad de las decisiones adoptadas durante la etapa inicial de ejecución del contrato

Tabla 7-Relación Actas suscritas

ACTAS	NÚMERO	FECHA	Gestion Documental
ACTA No 01 DE INICIO	01	18/12/2025	Reposan en expediente contractual
ACTA No 02 ENTREGA ANTICIPO	02	19/12/2025	
ACTA No 03 ACLARATORIA ACTA DE INICIO	03	26/12/2025	
ACTA DE REUNION PARA OTROSI MODIFICATORIO No. 01	04	16/04/2026	SecopII Publicada
ACTA DE REUNIÓN DE CORRECCIÓN	05	23/04/2026	

Fuente. Elaboración propia

4.7.1 Actas de comités suscritos

En desarrollo de la consultoría, se llevaron a cabo comités y reuniones de seguimiento entre el contratista y la entidad, en los cuales se revisó el avance de las actividades, se socializaron resultados parciales y se adoptaron decisiones técnicas y administrativas para el adecuado cumplimiento del objeto contractual.

Como resultado de estos espacios, se suscribieron las siguientes actas de reunión, las cuales constituyen soporte del seguimiento y control del contrato:

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

Tabla 8-Relación Actas de comité

ACTA #	FECHA
ACTA DE REUNIÓN 01	22/12/2025
ACTA DE REUNIÓN	16/02/2026
ACTA DE REUNIÓN 03	20/02/2026
ACTA DE REUNIÓN 04	10/03/2026
REUNION VIRTUAL	28/04/2026

Fuente. Elaboración propia

Las actas relacionadas reposan en el expediente contractual y hacen parte integral del Informe No. 2 presentado a la entidad, evidenciando la trazabilidad de las actividades desarrolladas y los compromisos adquiridos durante la ejecución de la consultoría.

4.8 Cumplimiento de obligaciones de seguridad social y pago de planilla de seguridad social

En desarrollo del contrato de consultoría, el contratista dio cumplimiento a las obligaciones relacionadas con el pago de aportes al sistema de seguridad social integral del personal vinculado al proyecto, conforme a la normativa vigente.

Como soporte se relacionan las planillas de seguridad social correspondientes al periodo comprendido entre diciembre de 2025 y mayo de 2026, en las cuales se evidencia el pago de los aportes de acuerdo con los días efectivamente laborados por cada integrante del equipo de trabajo. Es importante señalar que los valores cancelados por concepto de seguridad social obedecen al plan de cargas definido para la ejecución del contrato y al factor multiplicador establecido contractualmente. En este sentido, el contratista contó con autonomía técnica y administrativa para la distribución de dichas cargas entre el personal, conforme a las actividades desarrolladas y la dedicación mensual de cada profesional

La siguiente tabla relaciona las planillas pagas de seguridad social del periodo comprendido entre el 01 de enero de 2026 al 28 de febrero de 2026.

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

Tabla 9-Relación pagos de Seguridad social

Periodo de cotización	N° de Planilla	Salud	Pensión	ARL	SENA	ICBF	Caja Compensación
DICIEMBRE 2025-ENERO 2026	9500423906	$ 542.300	2.166.500	$ 71.400			$ 542.000
AJUSTE DICIEMBRE 2025	9503334117	$ 1.190.600			$ 280.600	$ 420.800	
ENERO – FEBRERO DE 2026	9502217291	$ 735.100	$ 2.938.200	$ 96.600			$ 735.000
AJUSTE ENERO-FEBRERO DE 2026	9503334587	$ 1.582.000			$ 372.800	$ 559.100	
FEBRERO – MARZO DE 2026	9503858267	$ 1.429.200	$ 1.829.300	$ 60.200	$ 229.000	$ 343.500	$ 457.700
MARZO- ABRIL 2026	9505520815	$ 3.196.500	$ 4.091.200	$134.200	$ 511.800	$ 767400	$ 1.023.100
ABRIL-MAYO 07 DE 2026	9505521359	$ 2.517.000	$ 3.221.300	$ 105.600	$ 403.100	$ 604.200	$ 805.700
MAYO-JUNIO 07 DE 2026	9504592730	$ 293.000	$ 375.000	$ 12.400	$ 47.000	$ 70.400	$ 93.900

Ver Anexo 1 Planillas de seguridad social y Certificado de cumplimiento suscrito por contador

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

La información presentada evidencia el cumplimiento de las obligaciones de seguridad social del personal vinculado a la consultoría durante el periodo comprendido entre diciembre de 2025 y mayo de 2026. Se observa que los aportes fueron liquidados y pagados de acuerdo con el salario base y el número de días efectivamente laborados por cada integrante del equipo, presentando variaciones mensuales en función de la dedicación y participación en las actividades del contrato.

Durante los meses de enero y febrero de 2026 se concentra la mayor carga operativa del proyecto, reflejada en un mayor número de días reportados y valores pagados, especialmente en los perfiles técnicos y profesionales clave como dirección de consultoría, líder auditor y analista de datos. En los meses posteriores, los pagos corresponden a ajustes en la dedicación del personal conforme al avance y cierre de actividades.

En términos generales, los registros demuestran coherencia entre los valores pagados, los días laborados y la estructura del equipo de trabajo, evidenciando que la distribución de cargas se realizó conforme a las necesidades del proyecto, bajo la autonomía del contratista y en concordancia con el factor multiplicador establecido contractualmente.

4.9 Presupuesto

Es importante mencionar, que el proceso de ejecución de Auditoria, se estableció presupuestalmente en dos vigencia; como lo determino la Dirección administrativa y Financiera de la Secretaria General del Municipio de Yopal, la cual disputo a través del estudio previo lo siguiente: Conviene referir también, que para efectos de financiar la ejecución contractual durante la vigencia fiscal 2026, mediante Acuerdo No. 013 del 20 de octubre de 2025 , "POR MEDIO DEL CUAL SE AUTORIZA AL ALCALDE DEL MUNICIPIO DE YOPAL CASANARE, PARA ASUMIR COMPROMISOS DE VIGENCIAS FUTURAS CON CARGO AL PRESUPUESTO DE LA VIGENCIA FISCAL 2026".

El Concejo Municipal aprobó las vigencias futuras en un valor estimado de **DOSCIENTOS SESENTA Y NUEVE MILLONES DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS VEINTITRÉS PESOS ($269.282.423,00),** como actuación que permite financiar la ejecución del contrato de consultoría, de acuerdo a la proyección financiera estimada por parte de la Secretaría General y de conformidad al detalle contenido en el presupuesto oficial, como soporte que estructura el componente económico en el presente proceso de selección. Al respecto, conforme a la planeación contractual, el plazo de ejecución fue de CUATRO (4) MESES, teniendo en cuenta que para la presente vigencia fiscal 2025, se determinó un plazo de un (1) mes, y para la vigencia fiscal 2026, un plazo de TRES (3) meses,.[1] A continuación, se desglosa presupuesto por actividades:

[1] Estudio Previo 2025-02877 página 9

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

Tabla 10-Presupuesto por Actividades

ACTIVIDADES CONSULTORIA	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR POR ACTIVIDAD
Revisión y Verificación en Campo de las instalaciones eléctricas existentes	UND	1	$ 22.384.305,80
Digitalización de planos arquitectónicos de planta y ubicación de cargas y elaboración de diagramas unifilares.	UND	1	$ 51.837.343,77
Información general y características constructivas de la edificación	UND	1	$ 16.916.248,14
Inventario de equipamiento eléctrico.	UND	1	$ 6.629.130,81
Análisis de los consumos	UND	1	$ 23.452.191,92
Análisis del sistema eléctrico existente	UND	1	$ 11.939.802,75
Estudio de Iluminación del edificio	UND	1	$ 11.939.802,75
Estudio de calidad del aire	UND	1	$ 11.939.802,75
Uso de otros energéticos y fuentes de energía renovable.	UND	1	$ 8.455.074,75
Análisis en el marco del sistema de gestión energética y auditoría de la misma	UND	1	$ 11.402.032,95
Acciones y plan de gestión eficiente de la energía (PGEE)	UND	1	$ 11.519.840,13
Reporte de Información a la UPME	UND	1	$ 3.929.011,63
		Costo Básico	**$ 192.344.588,15**
		Costo IVA (19 %)	**$ 36.545.471,75**
		Costo final (Ajustado al Peso) VIGENCIA 2026	**$ 228.890.060,00**
		Costo final (Ajustado al Peso) VIGENCIA 2025	**$40.392.362,66**
		Costo final (Ajustado al Peso)	**$ 269.282.423,00**

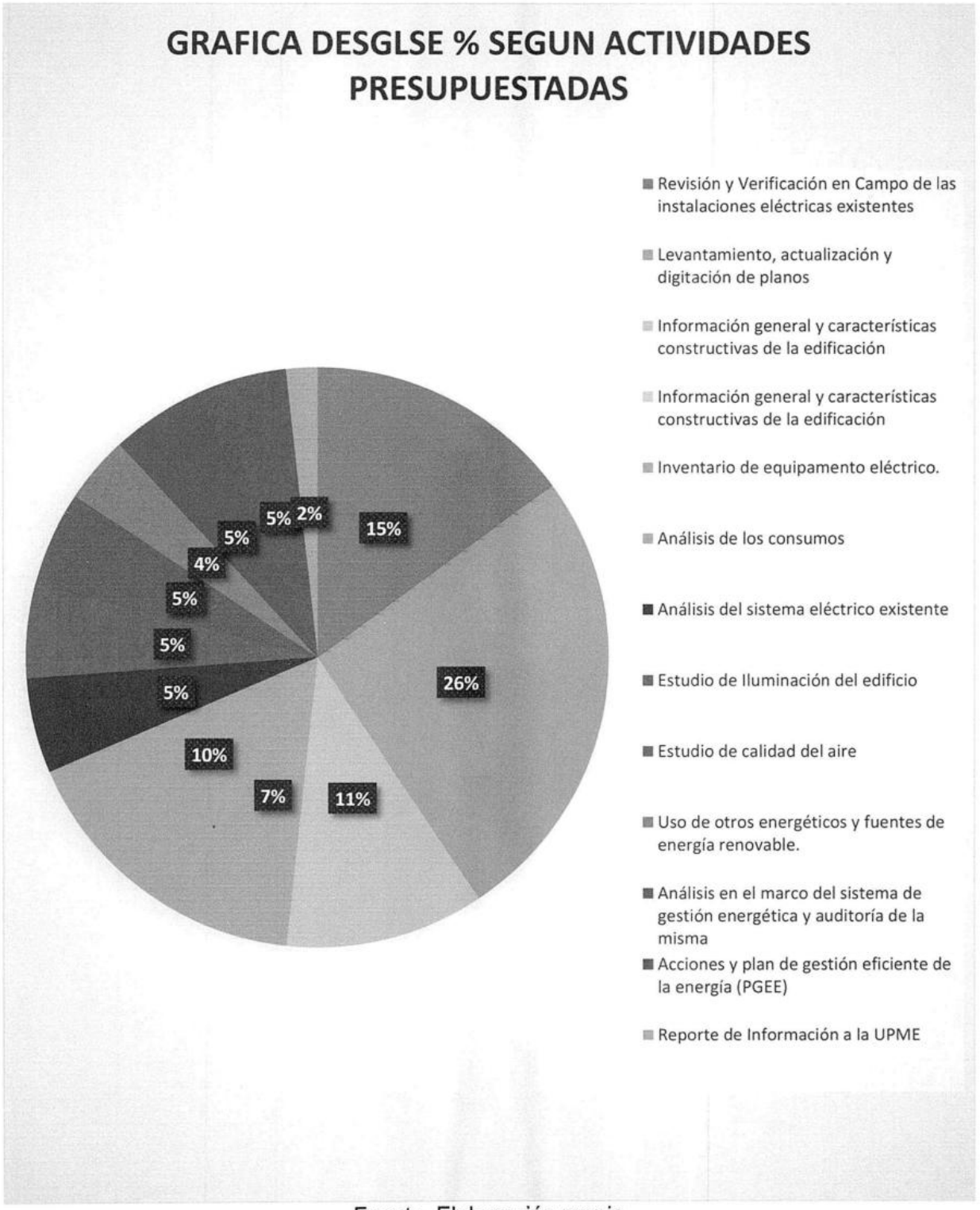
En el marco del Contrato de Consultoría No. 2950 de 2025, se desarrolló un conjunto integral de actividades técnicas orientadas al diagnóstico, análisis y optimización del consumo energético en la sede administrativa de la Alcaldía de Yopal.

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

Inicialmente, se realizó la revisión y verificación en campo de las instalaciones eléctricas existentes, con el fin de identificar su estado, condiciones operativas y cumplimiento normativo. De manera complementaria, se llevó a cabo la digitalización de planos arquitectónicos, incluyendo la ubicación de cargas y la elaboración de diagramas unifilares, lo cual permitió contar con una base técnica actualizada de la infraestructura. Posteriormente, se consolidó la información general y características constructivas de la edificación, junto con el inventario del equipamiento eléctrico, insumos fundamentales para el análisis técnico. Con base en esta información, se desarrollaron estudios específicos como el análisis de consumos energéticos, el análisis del sistema eléctrico existente, el estudio de iluminación y el estudio de calidad del aire, permitiendo evaluar el desempeño energético integral del edificio. Así mismo, se analizó el uso de otros energéticos y fuentes de energía renovable, así como el estado del sistema en el marco de un sistema de gestión energética, incluyendo la auditoría correspondiente.

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

Ilustración 1 – Detalle Planta Alcaldía Municipio de Yopal



Fuente. Elaboración propia

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

Como resultado de lo anterior, se formularon las acciones y el Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), orientado a la optimización del consumo y mejora del desempeño energético institucional. Finalmente, se realizó el reporte de información a la UPME, en cumplimiento de los requerimientos normativos. En términos económicos, el costo total de la consultoría incluyó un valor base de $192.344.588,15, más el IVA correspondiente, para un valor final ajustado de $269.282.423,00, conforme a lo establecido contractualmente.

De acuerdo con la ejecución contractual las siguientes actividades Contractuales se deben cumplir:

Actividad 1: Realizar la formulación del cronograma correspondiente a la ejecución de las actividades de forma articulada con la Supervisión.

Producto: Cronograma de trabajo aprobado por la supervisión del contrato.
Evidencia: Instrumento de planificación en soporte físico y digital.

Actividad 2: Elaborar el informe técnico preliminar mediante visitas, reuniones, revisión documental, levantamiento en campo, y demás que se consideren pertinentes.
Producto: Informe de recopilación de información preliminar, que consolide los datos obtenidos.
Evidencia: actas o memorandos de reuniones sostenidas, Registros fotográficos o audiovisuales de las visitas y levantamientos.

Actividad 3: Realizar la revisión de equipos, instalaciones eléctricas e infraestructura y su inventario correspondiente.
Producto: informe de revisión e inventario de equipos, instalaciones eléctricas e infraestructura, que consolide la información sobre el estado, ubicación, cantidad y condiciones operativas de los bienes revisados, así como recomendaciones técnicas para su mantenimiento, adecuación o mejora.
Evidencia: Inventario técnico de equipos, instalaciones e infraestructura (base de datos o formato consolidado). Con anexos técnicos gestionados.

Actividad 4: Realizar la medición y registro de parámetros eléctricos con equipos técnicos certificados
Producto: informe de medición y registro de parámetros eléctricos, que contenga los resultados obtenidos.
Evidencia: Informe técnico de mediciones eléctricas debidamente radicado; Registros instrumentales o formatos de medición diligenciados (lecturas, tablas, gráficas); Certificados de calibración o conformidad de los equipos utilizados; Registros fotográficos del proceso de medición y de los equipos empleados; Actas o reportes de campo de las jornadas de medición; Comunicación oficial de entrega o validación del informe (correo, radicado o memorando).

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

Actividad 5: Realizar la edición y registro de variables eléctricas y técnicas, de conformidad a los parámetros legales vigentes de seguridad en electricidad.

Producto: Informe técnico de edición y registro de variables eléctricas y técnicas, que consolide los datos obtenidos, procesados y ajustados conforme a la normativa vigente (RETIE, NTC u otras aplicables), garantizando la trazabilidad, validez y cumplimiento de los estándares de seguridad eléctrica.
Evidencia: Informe técnico final de edición y registro de variables eléctricas.

Actividad 6: Efectuar la caracterización general y energética de las instalaciones auditadas dentro del palacio municipal;
Producto: Informe de caracterización general y energética de las instalaciones.
Evidencia: Informe técnico de caracterización energética debidamente radicado; Matrices o formatos de caracterización diligenciados; Registros de medición y análisis energético (consumos, cargas, potencias, factores de uso, etc.); Reportes o actas de visitas técnicas; Registros fotográficos o audiovisuales de los equipos y sistemas evaluados; Listas de chequeo o instrumentos utilizados durante la auditoría; Comunicación o constancia de entrega del informe a la entidad.

Actividad 7: Elaborar y presentar ante la Supervisión la propuesta del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), que contenga la formulación de estrategias, programas y acciones orientadas a optimizar el uso racional de la energía en las instalaciones objeto de análisis, de conformidad con la normatividad vigente.
Producto: Propuesta del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), documento técnico que integre el diagnóstico energético, estrategias de mejora, indicadores de eficiencia, metas de reducción del consumo, plan de acción y mecanismos de seguimiento, validado ante la supervisión del contrato o proyecto.
Evidencia: Documento técnico del PGEE debidamente radicado ante la supervisión; Acta o constancia de presentación del plan; Matriz de estrategias, acciones, metas e indicadores del PGEE; Registros o actas de reuniones de socialización y validación.

Las demás actividades necesarias para dar cumplimiento al objeto del contrato y al marco normativo y reglamentos técnicos correspondientes.

Los costos asociados a la consultoría también obedecen a un plan de cargas, que se relaciona en los documentos contractuales y que da cuenta de la distribución del recurso humano para el desarrollo de las actividades. Así mismo el desarrollo de la Consultoría se realiza por fases como se muestra a continuación:

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

Tabla 11-Presupuesto por Fases y actividades de acuerdo a cada Vigencia

	FASE	DESCRIPCIÓN DE FASES	ACTIVIDADES POR PRODUCTO EN PRESUPUESTO	UNIDAD	CANTIDAD	%AVANCE	COSTO
1	Recopilación de la información y Preanálisis Características constructivas de la edificación	En esta primera fase se realizará plan de trabajo, plan de auditoría, línea base (diagnóstico/medición de la sede) la edificación Verificación de materiales, cerramientos y puntos de transición térmica con posibles pérdidas de energía. Revisión de modificaciones recientes.	Revisión y Verificación en Campo de las instalaciones eléctricas existentes	UND	1	100%	$ 33.765.269,44
	Levantamiento, actualización y digitación de planos	Elaboración de diagrama unifilar general	Digitalización de planos arquitectónicos de planta y ubicación de cargas y elaboración de diagramas unifilares.	UND	1	100%	$ 58.255.070,07
2	Análisis de consumos	Revisión de facturas históricas, mediciones y flujos de energía.	Información general y características constructivas de la edificación	UND	1	100%	$ 25.029.412,11
	Sistema eléctrico existente	Análisis de potencia en punto de entrada, estado de subestaciones, protecciones y termografía		UND	1	100%	
	Estudio de iluminación	Análisis de niveles lumínicos en zonas de trabajo. Inventario de luminarias.	Inventario de equipamento eléctrico.	UND	1	100%	$ 14.660.438,78
	Estudio de calidad del aire	Verificación de ventilación, extractores y equipos de climatización.	Análisis de los consumos	UND	1	50%	$ 23.452.191,92
	Uso de otros energéticos y	Verificación de uso de combustibles fósiles y otras fuentes energéticas.	Análisis del sistema eléctrico existente	UND	1	50%	$ 11.939.802,75

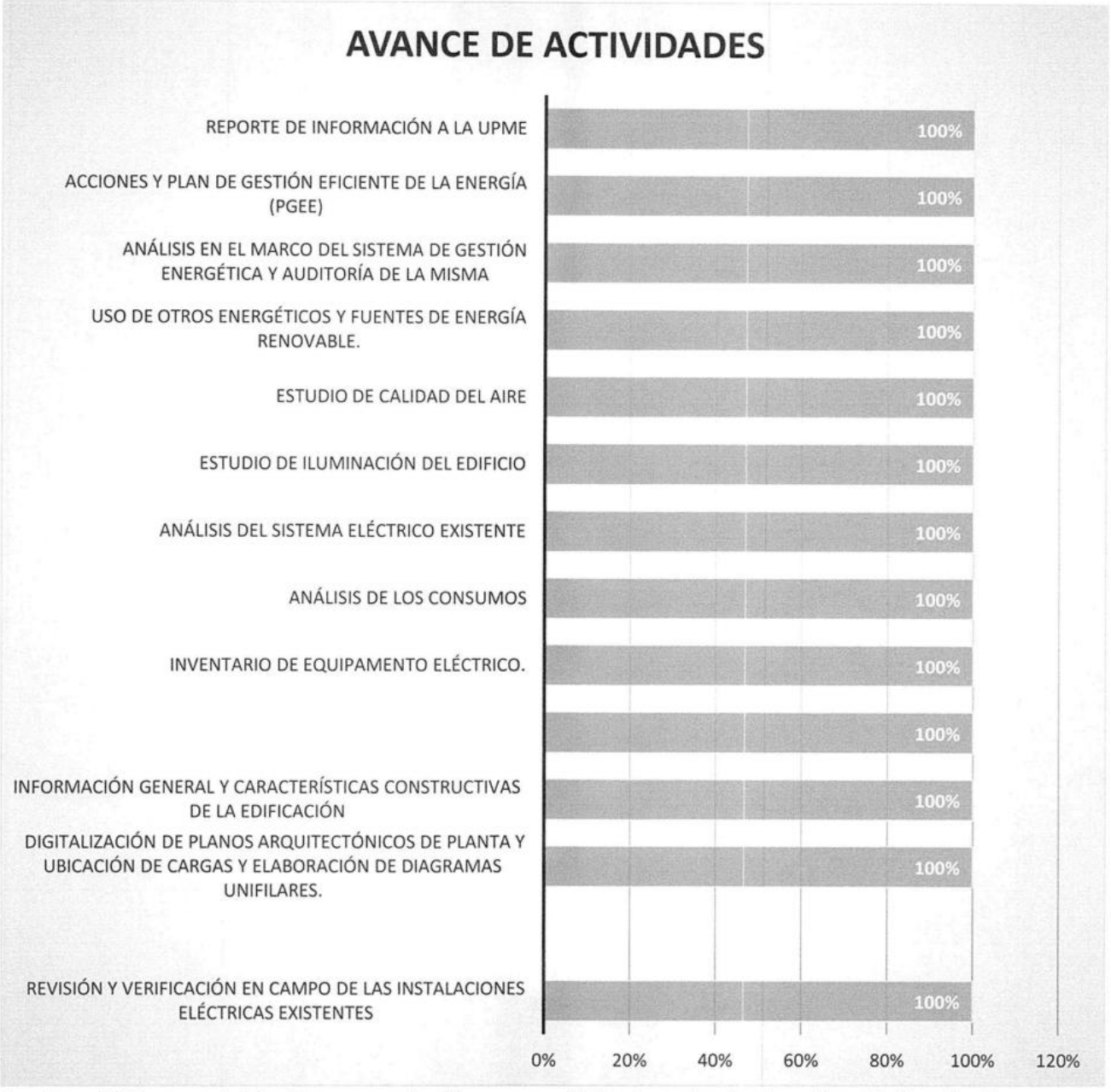
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

	FASE	DESCRIPCIÓN DE FASES	ACTIVIDADES POR PRODUCTO EN PRESUPUESTO	UNIDAD	CANTIDAD	%AVANCE	COSTO
	energías renovables	Periodicidad y modos de uso.	Estudio de Iluminación del edificio			50%	$ 11.939.802,75
			Estudio de calidad del aire			50%	$ 11.939.802,75
	Auditoría y línea base del consumo energético. Evaluación en el marco del SGE	Definición del periodo base, análisis de consumos activos/reactivos, condiciones extraordinarias, cambios tecnológicos y establecimiento de la línea base de consumo energético (LBEn).	Uso de otros energéticos y fuentes de energía renovable.	UND	1	50%	$ 8.455.074,75
3	Plan oportunidad de mejora eficiencia energética eficiencia energética	Propuestas para mejorar eficiencia y reducir consumos en la Administración Municipal	Análisis en el marco del sistema de gestión energética y auditoría de la misma	UND	1	50%	$ 11.402.032,95
	Entregable Reporte UPME	Informe general, línea base, modelo de ahorro escalonado (4 años)	Acciones y plan de gestión eficiente de la energía (PGEE)	UND	1	50%	$ 11.519.840,13
			Reporte de Información a la UPME	UND	1	50%	$ 3.929.011,63
						SUBTOTAL	$ 226.287.750,07
						IVA 19%	$ 42.994.672,51
						TOTAL	$ 269.282.422,58

De acuerdo con la información presentada, se evidencia que la totalidad de las actividades contempladas en el alcance del Contrato de Consultoría No. 2950 de 2025 fueron ejecutadas en su integridad, alcanzando un avance del 100% en cada una de las fases y productos definidos en el presupuesto.

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

Ilustración 2 – Grafica de actividades cumplidas



Las tres (3) fases establecidas: recopilación y preanálisis, levantamiento y diagnóstico técnico, y auditoría energética con formulación de medidas de eficiencia, fueron desarrolladas de manera secuencial y articulada, permitiendo cumplir con los objetivos del contrato. Cada actividad, desde la verificación en campo, digitalización de planos, análisis de consumos, estudios técnicos específicos, hasta la formulación del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) y el reporte a la UPME, fue ejecutada y soportada conforme a los requerimientos técnicos y normativos.

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

En cada una de las actividades que se presentan en el presente informe se destaca el cumplimento de los siguiente:

Revisión y verificación en campo de las instalaciones eléctricas existentes

Esta actividad comprendió la inspección técnica detallada de las instalaciones eléctricas de la sede administrativa, con el propósito de identificar su estado actual, condiciones operativas, niveles de cumplimiento normativo y posibles riesgos asociados. Se realizaron recorridos en campo, verificando tableros, redes, protecciones, puntos de conexión y condiciones de operación, lo que permitió establecer un diagnóstico inicial de la infraestructura eléctrica y su desempeño.

Digitalización de planos arquitectónicos y elaboración de diagramas unifilares

Se llevó a cabo la recopilación, levantamiento y actualización de la información gráfica de la edificación, mediante la digitalización de planos arquitectónicos y la ubicación de cargas eléctricas. Así mismo, se elaboraron diagramas unifilares que representan de manera técnica el sistema eléctrico, facilitando la comprensión de la distribución de energía y sirviendo como base para los análisis posteriores.

Información general y características constructivas de la edificación

Esta actividad consistió en la recopilación y análisis de las características físicas y constructivas del edificio, incluyendo materiales, sistemas constructivos, distribución de espacios y condiciones térmicas. Lo anterior permitió identificar factores que influyen en el consumo energético, tales como envolvente térmica, ventilación y posibles pérdidas de energía.

Inventario de equipamiento eléctrico

Se realizó el levantamiento detallado del inventario de equipos eléctricos instalados en la edificación, identificando su ubicación, características técnicas, estado operativo y condiciones de uso. Esta información fue fundamental para evaluar la demanda energética y establecer oportunidades de mejora en eficiencia.

Análisis de los consumos energéticos

Se efectuó el análisis de la información histórica de consumo de energía, incluyendo facturación, mediciones y comportamiento de cargas. Esta actividad permitió identificar patrones de consumo, variaciones en el uso de la energía y posibles ineficiencias en la operación del sistema.

Análisis del sistema eléctrico existente

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

Se evaluó el desempeño del sistema eléctrico en su conjunto, incluyendo el punto de entrada de energía, subestaciones, transformadores, protecciones y redes de distribución. Se analizaron aspectos como capacidad instalada, niveles de carga, pérdidas técnicas y condiciones de operación, con el fin de determinar su eficiencia y confiabilidad.

Estudio de iluminación del edificio

Esta actividad incluyó la evaluación de los niveles de iluminación en las diferentes áreas de trabajo, el tipo de luminarias instaladas y su eficiencia. Se verificó el cumplimiento de los estándares normativos y se identificaron oportunidades de mejora orientadas a optimizar el consumo energético y las condiciones de confort visual.

Estudio de calidad del aire

Se analizó el comportamiento de los sistemas de ventilación y climatización, así como las condiciones de calidad del aire interior. Se evaluaron equipos, flujos de aire y condiciones ambientales, con el fin de identificar oportunidades de mejora que contribuyan tanto a la eficiencia energética como al bienestar de los ocupantes. Uso de otros energéticos y fuentes de energía renovable.

Se revisó el uso de fuentes energéticas distintas a la electricidad, como combustibles fósiles u otras alternativas, así como el potencial de implementación de energías renovables. Esta actividad permitió identificar oportunidades de diversificación energética y reducción de costos operativos

Acciones y Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE)

Con base en los resultados obtenidos, se formularon estrategias, programas y acciones orientadas a mejorar la eficiencia energética de la edificación. El PGEE incluyó metas, indicadores, cronograma de implementación y mecanismos de seguimiento, con el objetivo de optimizar el uso de la energía.

Reporte de información a la UPME

Finalmente, se consolidó la información requerida para su reporte a la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), en cumplimiento de las disposiciones normativas vigentes. Este reporte integra los resultados del diagnóstico, la línea base energética y las medidas propuestas, garantizando la trazabilidad y validez de la información.

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

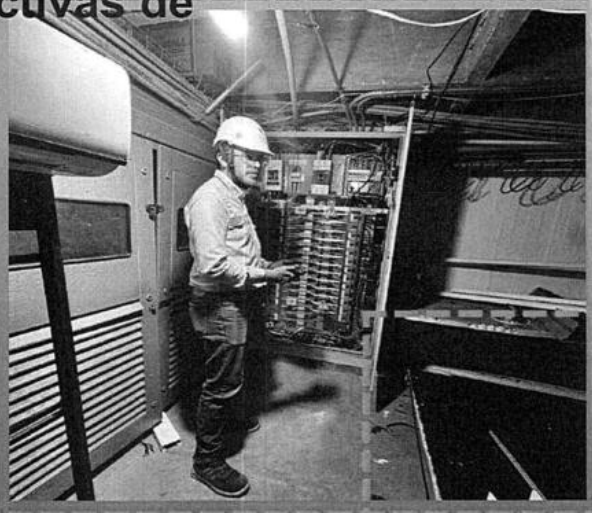
CEY 2025
CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025

FASE 1



- **Recopilación de la información y Preanálisis**
- **Recopilación de la información y preanálisis**
- **Características constructivas de la edificación**









CEY 2025
CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025

5. FASE I

Dentro de las actividades contractuales se establecieron unas actividades de ejecución que se encontraban inmersas dentro de tres fases de cumplimiento, para este caso sería lo siguiente:

Tabla 12-Actividades incluidas de FASE I y presupuesto

	FASE	DESCRIPCIÓN DE FASES	ACTIVIDADES POR PRODUCTO EN PRESUPUESTO	UNIDAD	CANTIDAD	%AVANCE	COSTO
1	Recopilación de la información y Preanálisis	En esta primera fase se realizará plan de trabajo, plan de auditoría, línea base (diagnóstico/medición de la sede)	Revisión y Verificación en Campo de las instalaciones eléctricas existentes	UND	1	100%	
	Características constructivas de la edificación	la edificación Verificación de materiales, cerramientos y puntos de transición térmica con posibles pérdidas de energía. Revisión de modificaciones recientes.					$ 33.765.269,44

En desarrollo de la Fase I, correspondiente a la recopilación de la información y preanálisis, se dio cumplimiento a las actividades contractuales orientadas a la planificación, levantamiento y consolidación de la información base del proyecto. En esta etapa se formuló y aprobó el cronograma de trabajo en articulación con la supervisión, estableciendo la ruta metodológica para la ejecución de la consultoría.

Así mismo, se elaboró el informe técnico preliminar el cual se entregó en su momento a la supervisión y reposa en la plataforma Secop 2, resultado de visitas de campo, reuniones técnicas, revisión documental y levantamiento de información, permitiendo consolidar un diagnóstico inicial de las condiciones de la infraestructura y del sistema energético de la edificación, en el siguiente registro fotográfico se aporta evidencia del trabajo realizado en campo:

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

Ilustración 3 – Registro fotográfico Visita 29 de diciembre de 2025 levantamiento de línea base



Visita con funcionarios de la Alcaldia a las áreas de generadores

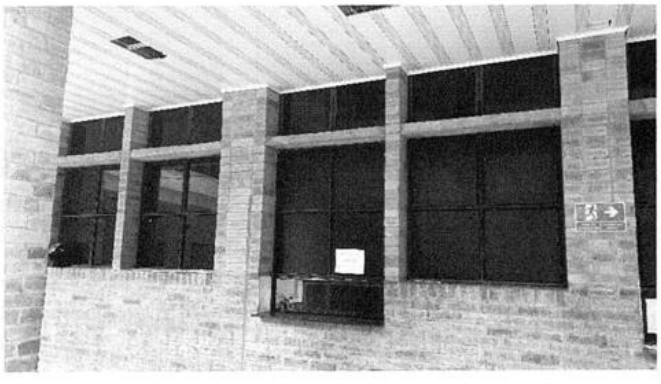


Tablero de control piso 1 – anterior ubicación del ascensor





Zona exterior alcaldia- vista de ventanas

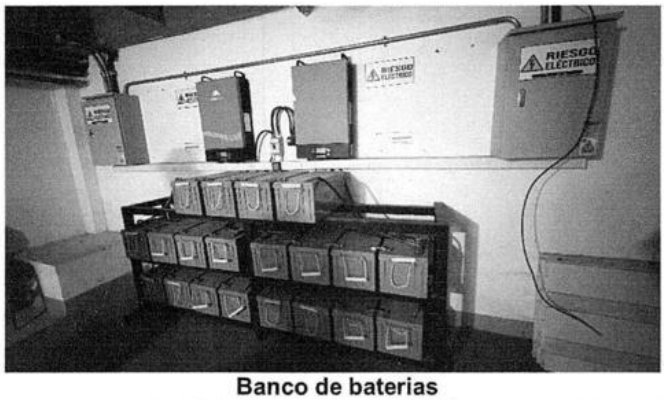


Piso 1 ventanas recubiertas de polarizado



Tableros de control

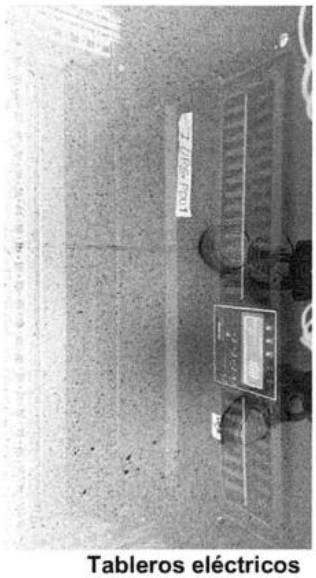
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare



Banco de baterias



Tablero de control



Tableros eléctricos



Tablero red Regulada

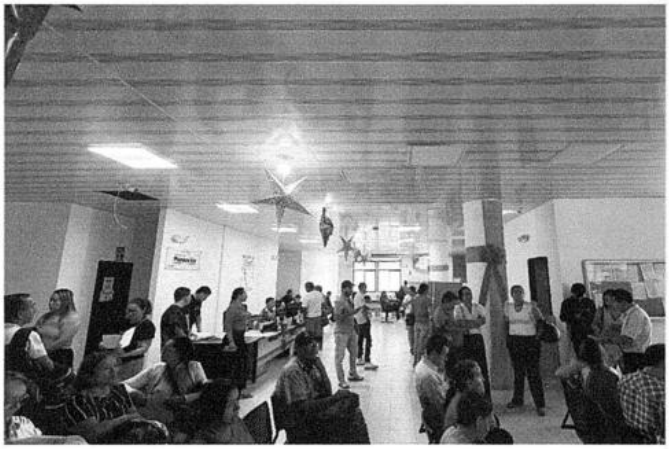


Sala del concejo Municipal

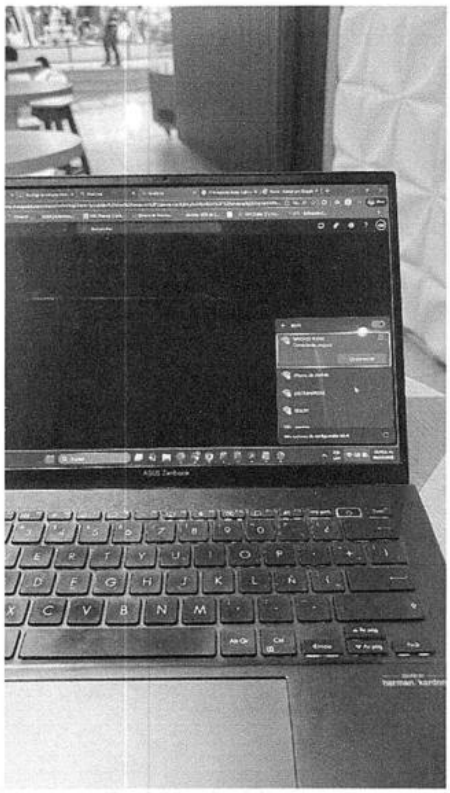


Generadores- tableros

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



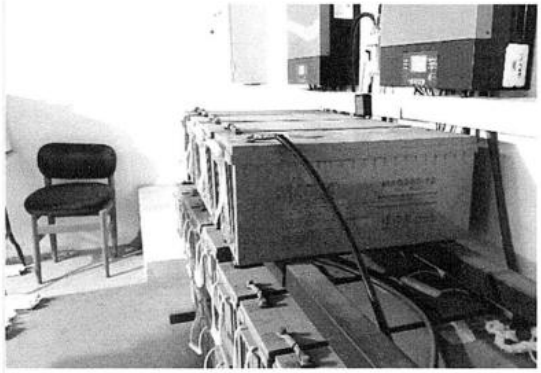
Zona de atención al usuario primer piso



Equipos ofimáticos



Lectura de fichas a equipos



Baterías en banco

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

De igual manera, se desarrolló la caracterización general y energética de las instalaciones del palacio municipal, mediante el análisis de consumos, cargas, condiciones operativas y variables técnicas, soportado en registros de campo, formatos de caracterización y evidencia fotográfica.

En conjunto, estas actividades permitieron establecer la línea base del proyecto y contar con información confiable y estructurada para el desarrollo de las fases posteriores, evidenciando el cumplimiento del 100% de las actividades previstas para esta etapa.

En esta fase de acuerdo con las obligaciones contractuales se dará cumplimiento a los siguiente:

Actividad 1: *Realizar la formulación del cronograma correspondiente a la ejecución de las actividades de forma articulada con la Supervisión.*

Producto: *Cronograma de trabajo aprobado por la supervisión del contrato.*
Evidencia: *Instrumento de planificación en soporte físico y digital.*

Actividad 2: *Elaborar el informe técnico preliminar mediante visitas, reuniones, revisión documental, levantamiento en campo, y demás que se consideren pertinentes.*
Producto: *Informe de recopilación de información preliminar, que consolide los datos obtenidos.*
Evidencia: *actas o memorandos de reuniones sostenidas, Registros fotográficos o audiovisuales de las visitas y levantamientos.*

Actividad 6: *Efectuar la caracterización general y energética de las instalaciones auditadas dentro del palacio municipal;*
Producto: *Informe de caracterización general y energética de las instalaciones.*
Evidencia: *Informe técnico de caracterización energética debidamente radicado; Matrices o formatos de caracterización diligenciados; Registros de medición y análisis energético (consumos, cargas, potencias, factores de uso, etc.); Reportes o actas de visitas técnicas; Registros fotográficos o audiovisuales de los equipos y sistemas evaluados; Listas de chequeo o instrumentos utilizados durante la auditoría; Comunicación o constancia de entrega del informe a la entidad.*

5.1 Recopilación de la información y preanálisis

En el marco de la Fase I del proyecto, se llevó a cabo la recopilación de información técnica necesaria para la construcción de la línea base energética, mediante la combinación de visitas en campo, revisión documental y análisis de información histórica.

Durante la visita de inspección se identificó que el complejo está conformado por dos edificaciones interconectadas: una de construcción reciente, para la cual se cuenta con planos arquitectónicos, y otra de mayor antigüedad sin documentación técnica disponible, lo que implicó la realización de levantamientos en sitio para complementar la información faltante. Se evidenció que la envolvente del edificio cuenta con ventanería de vidrio sencillo, aspecto relevante para el análisis térmico y energético.

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

Ilustración 4 – Registro fotográfico Infraestructura palacio municipal



Fachada Alcaldia Municipal Puerta de ingreso 1



Zona primer piso



Fachada segundo piso



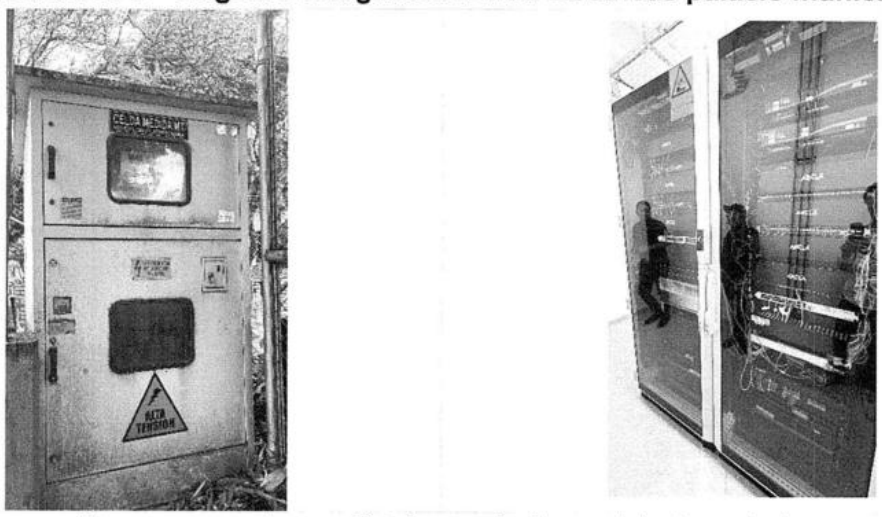
Zona segundo piso

En cuanto a los sistemas técnicos, se observó que la iluminación es predominantemente tipo LED, mientras que el sistema de climatización está compuesto principalmente por unidades tipo minisplit. Adicionalmente, se identificó la existencia de un sistema fotovoltaico instalado aproximadamente hace tres (3) años, equipado con baterías y destinado principalmente al respaldo energético del centro de datos (data center).

A nivel eléctrico, se realizó la identificación y verificación de aproximadamente veintiocho (28) tableros de distribución, lo cual permitió entender la configuración del sistema eléctrico y su distribución de cargas.

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

Ilustración 5 – Registro fotográfico zonas eléctricas palacio municipal



Zonas generadoras eléctricas palacio municipal- controles

De manera complementaria, se efectuó la recopilación y análisis de las facturas de energía eléctrica, con el fin de evaluar el comportamiento histórico del consumo, identificar tendencias, variaciones y posibles ineficiencias. Esta información, junto con los datos levantados en campo, permitió establecer una línea base energética confiable, que sirve como referencia para la evaluación del desempeño energético y la formulación de medidas de mejora en fases posteriores del proyecto.

En el proceso de recopilación de información se realizó la verificación de la documentación técnica, operativa y administrativa disponible para la construcción de la línea base del proyecto. A partir de esta revisión, se identificó el siguiente estado de la información:

Información recibida

Fecha de construcción del edificio
Número de personas (funcionarios y visitantes)
Horarios de ocupación
Facturas de electricidad (histórico disponible)
Facturas de gas (histórico disponible)
Renovaciones mayores realizadas en los últimos 3 años
Renovaciones programadas a largo plazo

Información levantada

Área total del lote/predio y área construida
Distribución de áreas por zonas

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

Planos arquitectónicos para definición de luminarias
Planos de sistemas (eléctrico, iluminación, ventilación, hidráulico, energías alternativas)
Diagramas unifilares
Inventarios de equipos (aires acondicionados, luminarias, bombas, equipos hidrosanitarios, otros equipos)
Manuales y protocolos de operación (HVAC e iluminación)
Inventario de infraestructura especial (ascensores, UPS, planta de respaldo, servidores)
Inventario de equipos de trabajo (computadores, impresoras, etc.)
Información de submedición eléctrica

Se evidenció una disponibilidad limitada de información técnica y documental, lo que implicó la necesidad de complementar la línea base mediante levantamientos en campo, inspecciones técnicas y estimaciones basadas en la información disponible, garantizando así la confiabilidad del diagnóstico energético desarrollado.

5.2 Preanálisis de la información consolidada

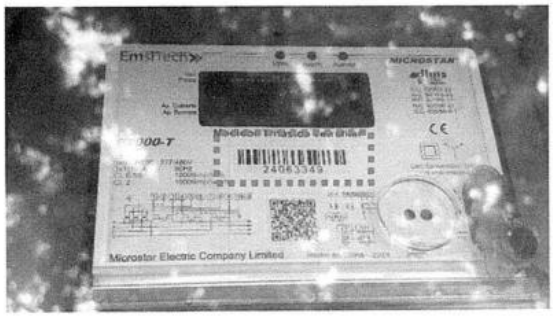
5.2.1 Facturas eléctricas

Con base en la revisión de las facturas de energía eléctrica recopiladas, se realizó un análisis preliminar del comportamiento del consumo en la sede administrativa. Se evidenció que el sitio cuenta con una única acometida eléctrica principal y un medidor general identificado como MIC 24063349, lo que implica que la totalidad de las cargas eléctricas del complejo se encuentran agrupadas bajo un único punto de medición, sin presencia de submedición interna que permita discriminar consumos por áreas o sistemas.

Para el periodo comprendido entre el 19 de octubre de 2025 y el 19 de noviembre de 2025, se registró un consumo total de 32.646 kWh, lo cual constituye un valor de referencia inicial para la evaluación del comportamiento energético del edificio.

Este nivel de consumo refleja la demanda conjunta de los sistemas de iluminación, climatización, equipos de oficina, centro de datos y demás cargas instaladas.

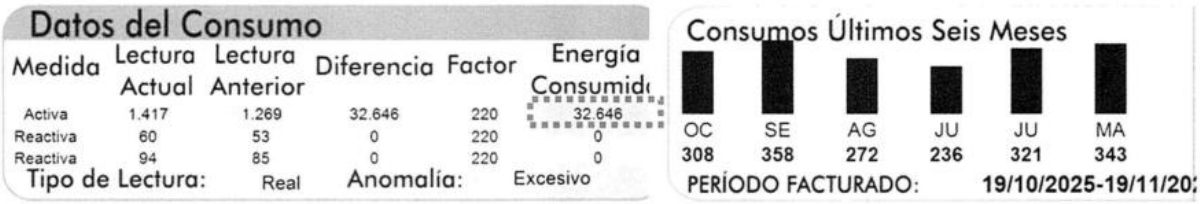
Ilustración 6 – Medidor eléctrico



Datos Técnicos	
Ciclo:	41
Ruta de Entrega:	644- 0008010030460
Carga:	225,00
Nivel Tensión:	Primaria
Nodo Circuito:	15356
Nodo Conexión:	70626
Grupo de calidad:	Trifase
Tipo de Medida:	
Medidor:	MIC 24063349

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

Ilustración 7 – Factura eléctrica



Datos del Consumo

Medida	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia	Factor	Energía Consumid
Activa	1.417	1.269	32.646	220	32.646
Reactiva	60	53	0	220	0
Reactiva	94	85	0	220	0

Tipo de Lectura: Real Anomalía: Excesivo

5.2.2 Facturas de gas

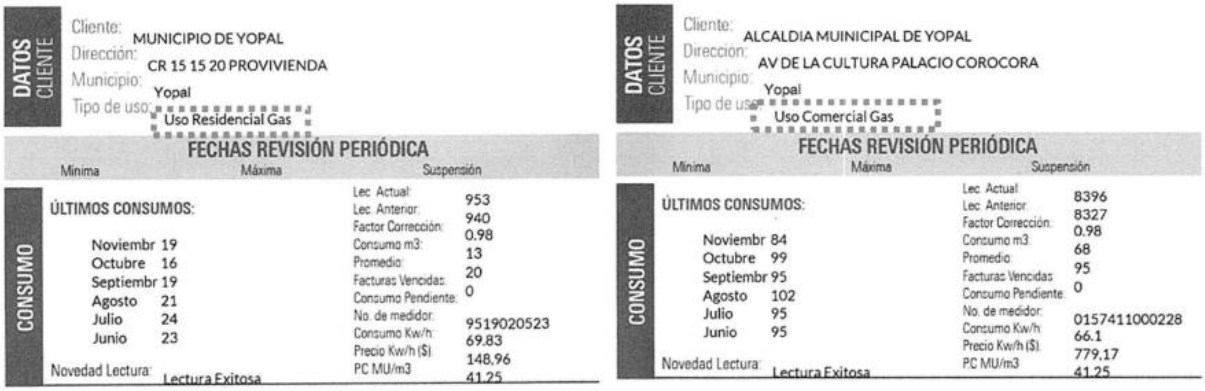
A partir de la información recopilada en las facturas de gas correspondientes al periodo comprendido entre junio de 2025 y diciembre de 2025, se identificó que el consumo se encuentra dividido en dos categorías: uso residencial y uso comercial, cada una con medición independiente.

El análisis de los datos permitió establecer un consumo promedio mensual de aproximadamente 19 m³/mes para el uso residencial y 91 m³/mes para el uso comercial, evidenciando una mayor demanda asociada a las actividades operativas del edificio. Esta diferenciación facilita una mejor comprensión de los patrones de consumo según el tipo de uso.

Si bien los volúmenes registrados no representan una carga energética predominante frente al consumo eléctrico, su análisis resulta relevante para la identificación de oportunidades de optimización en el uso de otros energéticos, así como para la evaluación integral del desempeño energético de la edificación.

Las facturas de gas se dividen en dos: el gas de uso comercial y el gas de uso residencial.

Ilustración 8 – Facturas de gas



DATOS CLIENTE
Cliente: MUNICIPIO DE YOPAL
Dirección: CR 15 15 20 PROVIVIENDA
Municipio: Yopal
Tipo de uso: Uso Residencial Gas

FECHAS REVISIÓN PERIÓDICA
Mínima Máxima Suspensión

CONSUMO
ÚLTIMOS CONSUMOS:
Noviembr 19
Octubre 16
Septiembr 19
Agosto 21
Julio 24
Junio 23
Novedad Lectura: Lectura Exitosa

Lec. Actual: 953
Lec. Anterior: 940
Factor Corrección: 0.98
Consumo m3: 13
Promedio: 20
Facturas Vencidas: 0
Consumo Pendiente:
No. de medidor: 9519020523
Consumo Kw/h: 69.83
Precio Kw/h ($) 148.96
PC MU/m3 41.25

DATOS CLIENTE
Cliente: ALCALDIA MUINICIPAL DE YOPAL
Direccion: AV DE LA CULTURA PALACIO COROCORA
Municipio: Yopal
Tipo de uso: Uso Comercial Gas

FECHAS REVISIÓN PERIÓDICA
Mínima Máxima Suspensión

CONSUMO
ÚLTIMOS CONSUMOS:
Noviembr 84
Octubre 99
Septiembr 95
Agosto 102
Julio 95
Junio 95
Novedad Lectura: Lectura Exitosa

Lec. Actual: 8396
Lec. Anterior: 8327
Factor Corrección: 0.98
Consumo m3: 68
Promedio: 95
Facturas Vencidas: 0
Consumo Pendiente:
No. de medidor: 0157411000228
Consumo Kw/h: 66.1
Precio Kw/h ($) 779,17
PC MU/m3 41.25

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

5.2.3 Preanálisis de Facturas

Con la información disponible, es posible realizar una evaluación general del consumo energético del sitio, integrando tanto el consumo de energía eléctrica como el de gas natural. Para efectos de homologación y análisis conjunto, se consideró el factor de conversión: 1 m^3 de gas ≈ 11 kWh, lo que permite expresar ambos consumos en una misma unidad energética.

Ilustración 9 – base inicial de análisis de consumo de gas y energía palacio municipal- base segundo semestre 2025



A partir de los datos disponibles, se cuenta con información que permite revisar el comportamiento energético; en el capítulo completo dentro de la fase II se amplía la información a análisis de consumo detallado y representativo de la operación del edificio.

5.3 Inventarios de equipos existentes

En los productos que contempla la ejecución contractual, se encuentra la elaboración del inventario de equipos y luminarias existentes, en la recopilación de información se encontró lista de bienes expedido por la unidad de almacén a través de la secretaria general, la información que se consiguió fue la siguiente:

A partir del inventario suministrado por la entidad, se identificó un total de 739 equipos eléctricos y ofimáticos, los cuales representan una parte significativa de la carga instalada del edificio. Este conjunto incluye equipos de cómputo (computadores, monitores, pantallas), periféricos (impresoras), así como otros equipos de apoyo como neveras, sistemas eléctricos auxiliares, baterías de respaldo (UPS) y dispositivos electrónicos asociados a la operación administrativa.

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

Desde el punto de vista energético, estos equipos se caracterizan por ser cargas distribuidas, de uso frecuente y en muchos casos continuo durante la jornada laboral. Aunque individualmente presentan consumos moderados, su alta cantidad genera un impacto acumulativo relevante en el consumo total de energía.
Particularmente, se destacan los 60 equipos de aire acondicionado, los cuales constituyen una de las principales cargas energéticas del edificio. Este tipo de equipos, especialmente en climas cálidos, puede representar el mayor porcentaje del consumo eléctrico, dependiendo de su capacidad, antigüedad, eficiencia y hábitos de uso. Su operación continua, sumada a posibles deficiencias en mantenimiento o control, incrementa su incidencia en la demanda energética. (Ver Anexo 4 Inventario)

Adicionalmente, la presencia de equipos como UPS, servidores y sistemas asociados al centro de datos sugiere la existencia de cargas críticas con funcionamiento permanente (24/7), lo cual también contribuye de manera constante al consumo energético base del edificio.

El análisis del inventario permite concluir que:

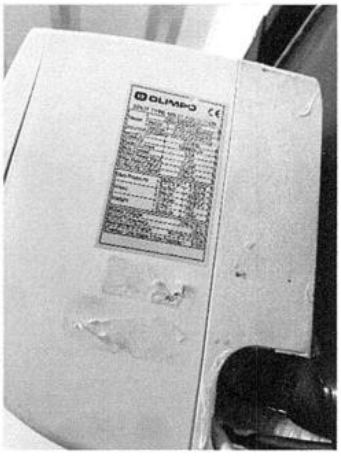
- Existe una alta densidad de equipos eléctricos, lo que incrementa la demanda energética global.
- Los sistemas de climatización (aires acondicionados) representan el mayor potencial de optimización.
- Los equipos ofimáticos, aunque de menor potencia individual, generan un consumo significativo acumulado.
- Las cargas críticas (como data center y UPS) aportan al consumo base continuo del sistema.

En este contexto, el inventario constituye una herramienta clave para la estimación de consumos por tipo de carga, la identificación de oportunidades de mejora (renovación tecnológica, control operativo, mantenimiento) y la formulación de estrategias dentro del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE).

En campo se adelantó una labor de reconocimiento de la ficha técnica de los aires acondicionados en cada una de las oficinas, en el siguiente registro fotográfico los señalamos:

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

Ilustración 10 – Registro total de aires acondicionados



HVAC archivo- Dirección de cobros coactivos



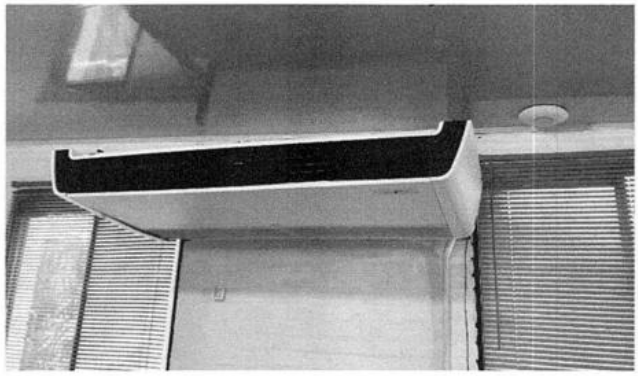
HVAC Banco de proyectos1-1



HVAC Banco de proyectos1-2



HVAC Banco de proyectos1

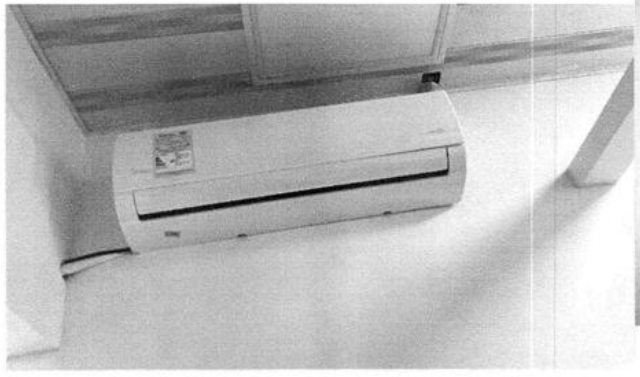


HVAC cobro coactivo 3-1



HVAC cobro coactivo 3-2

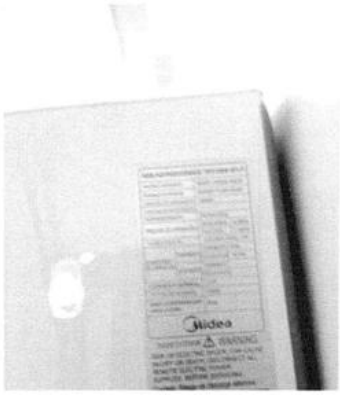






auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

HVAC cobro coactivo 3-3



HVAC correspondencia 1



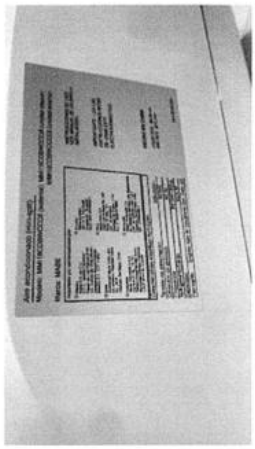
HVAC cobro coactivo 3



HVAC Cuarto CCTV-1



HVAC Cuarto CCTV-1-1



HVAC Cuarto transferencia manual 1



HVAC datacenter tics general 1-1



HVAC datacenter tics general 1



HVAC despacho alcalde asistente 2



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

HVAC despacho alcalde recepción 2



HVAC despacho alcalde sala de juntas 2



HVAC despacho alcalde 2



HVAC despacho alcalde asesores 2



HVAC secretaria de planeación control y vigilancia 2-1



HVAC secretaria de planeación control y vigilancia 2-2



HVAC secretaria de planeación control y vigilancia 2-3



HVAC secretaria de planeación control y vigilancia 2



HVAC secretaria de planeación 2-1



HVAC secretaria de planeación 2-2

HVAC secretaria de planeación 2-3

HVAC secretaria de infraestructura 2-1

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



HVAC secretaria de infraestructura 2-2



HVAC secretaria de infraestructura 2-3



HVAC secretaria de infraestructura 2-4



HVAC secretaria de infraestructura 2-5



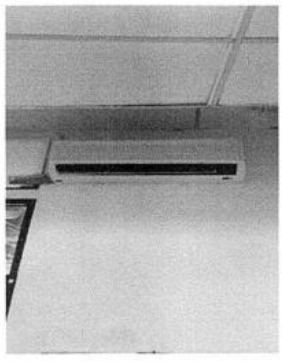
HVAC secretaria de infraestructura 2-6



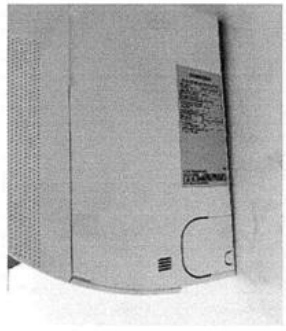
HVAC secretaria de infraestructura 2



HVAC oficina asesora comunicaciones1 2



HVAC oficina control interno disciplinario 1-1



HVAC oficina control interno disciplinario 1

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



HVAC oficina de atención al ciudadano 1



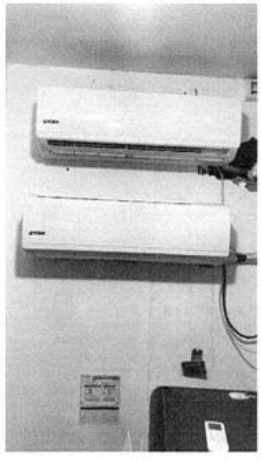
HVAC oficina de hacienda 1



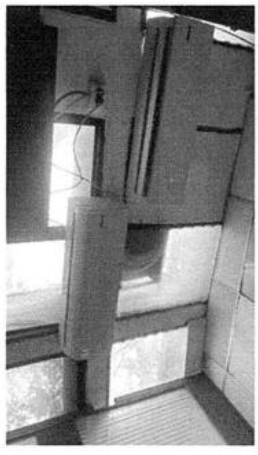
HVAC policía urbanística 1



HVAC presidencia concejo 2



HVAC despacho del alcalde 2



HVAC racks tics -2



HVAC racks tics -2-1



HVAC racks tics -2

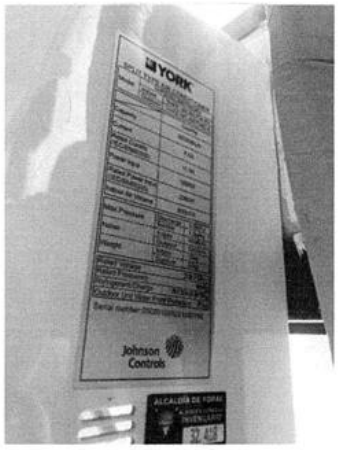


HVAC racks tics -g-2-1

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



HVAC racks tics -g-2



HVAC racks tics -1



HVAC recepción y oficina abierta primer piso 1-1



HVAC recepción y oficina abierta primer piso 1-2

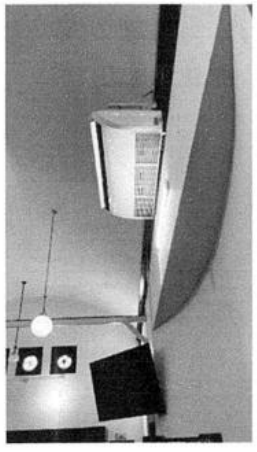


HVAC rentas 2-1



HVAC rentas 2-2







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

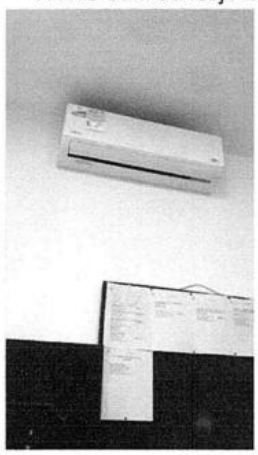
HVAC rentas 2



HVAC sala concejo 2-1



HVAC sala concejo 2



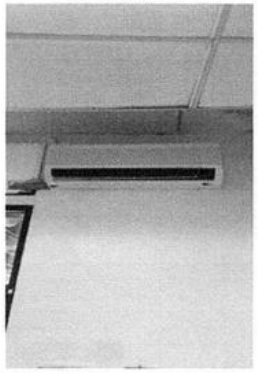
HVAC sala concejo 2-2



HVAC secretaria concejo 2



HVAC secretaria concejo 2



HVAC secretaria general 2-1

HVAC secretaria general oficina Dirección administrativa 2

HVAC Subsecretaria Talento humano

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

En resumen, se corroboró el inventario entregado por la entidad en campo son 60 unidades de aires acondicionados distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 13-Distribución de aires acondicionados del Palacio Municipal

Área / Dependencia	Cantidad aproximada de equipos HVAC
Dirección de cobros coactivos	4
Banco de proyectos	3
Correspondencia	1
Cuarto CCTV	2
Cuarto transferencia manual	1
Data center / TICS	3
Despacho del alcalde (incluye recepción, sala de juntas, asesores, asistente)	6
Secretaría de Planeación (incluye control y vigilancia)	7
Secretaría de Infraestructura	7
Oficina asesora de comunicaciones	1
Control interno disciplinario	2
Atención al ciudadano	1
Oficina de Hacienda	1
Policía urbanística	1
Presidencia del Concejo	1
Racks TICS	5
Recepción y oficina abierta primer piso	2
Rentas	3
Sala de Concejo	3
Secretaría del Concejo	2
Secretaría General / Dirección Administrativa	2
Subsecretaría de Talento Humano	1
Total	**60**

Fuente. Elaboración propia

El orden de concentración de unidad estaría de la siguiente manera:

- Secretaría de Infraestructura
- Secretaría de Planeación
- Despacho del Alcalde
- Areas TICS (data center y racks)

Se evidencia una alta dispersión de equipos HVAC en múltiples dependencias, lo que sugiere un sistema descentralizado tipo minisplit. Las áreas con mayor concentración corresponden a oficinas administrativas y dependencias estratégicas, así como zonas críticas como data center, donde el funcionamiento es continuo. Esto implica:

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

- Alta incidencia en el consumo energético total
- Posible falta de control centralizado
- Oportunidades de mejora en eficiencia, mantenimiento y control operativo

Tabla 14-Clasificación de zonas por nivel de consumo energético

Nivel de consumo	Dependencias	Características principales
🔴 **Alto consumo**	Data center (TICS), Racks de comunicaciones, Cuarto CCTV, Despacho del Alcalde (incluye sala de juntas, asesores y recepción), Secretaría de Infraestructura, Secretaría de Planeación y Control	Operación continua o prolongada (algunos 24/7), alta concentración de equipos HVAC, mayor impacto en la demanda energética
🟡 **Consumo medio**	Recepción y oficina abierta, Oficina de Hacienda, Oficina de Rentas, Talento Humano, Secretaría General, Oficina asesora de comunicaciones, Control interno disciplinario, Dirección de cobros coactivos	Uso constante en jornada laboral, consumo moderado, dependiente de ocupación y condiciones climáticas
🟢 **Bajo consumo**	Sala de Concejo, Presidencia del Concejo, Secretaría del Concejo, Atención al ciudadano, Policía urbanística, Correspondencia, Cuarto de transferencia manual	Uso intermitente, operación ocasional, menor impacto en el consumo energético total

Fuente. Elaboración propia

La clasificación por niveles de consumo permite identificar que:

- Las **zonas críticas (🔴)** concentran el mayor potencial de ahorro energético, especialmente en climatización continua.
- Las **zonas medias (🟡)** requieren estrategias de control operativo (horarios, temperatura).
- Las **zonas bajas (🟢)** representan oportunidades de optimización mediante apagado y control por demanda.

Este esquema facilita la priorización de acciones dentro del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), orientando las medidas hacia los puntos de mayor impacto.

5.4 Recopilación de información de mediciones

El 04 de febrero de 2026, el equipo consultor realizó el levantamiento del diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas, verificando en sitio los tableros, alimentadores, protecciones y distribución de cargas, con el fin de validar la coherencia entre la información existente y la

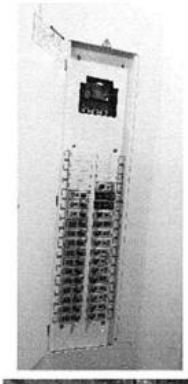
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

configuración real del sistema. Asimismo, se llevó a cabo la instalación de medidores eléctricos portátiles en los tableros seleccionados, con el objetivo de registrar perfiles de consumo y analizar la distribución de cargas por circuito. Estos equipos permitirán obtener datos representativos durante un periodo de monitoreo determinado. Paralelamente, se efectuó el levantamiento y la actualización de los planos eléctricos, incluyendo la identificación de circuitos, cargas principales y puntos críticos de consumo. Esta actividad implicó la revisión detallada de cada tablero y la trazabilidad de los circuitos hacia las diferentes zonas del edificio.

Todas estas actividades se desarrollaron de manera coordinada con el personal técnico del sitio, asegurando el acceso a las áreas eléctricas y minimizando cualquier afectación a la operación normal de las instalaciones.

Ilustración 11 – Visitas realizadas









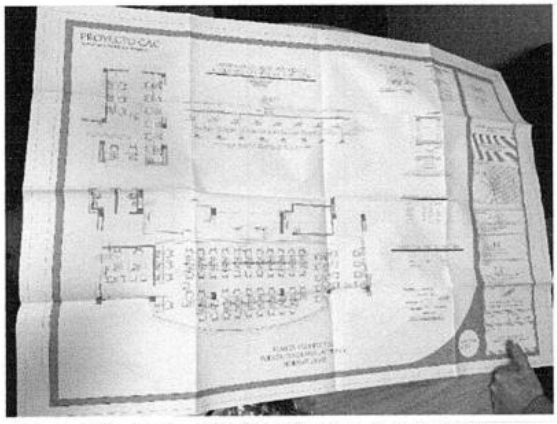
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare



Vista general ventanas

El 26 de febrero de 2026 se realizó trabajo de campo con el equipo consultor realizando lo siguiente: Durante esta sesión inicial, se expusieron los lineamientos metodológicos de la intervención y se abordaron aspectos generales relacionados con la operación, el mantenimiento y la gestión actual del edificio, con el fin de contextualizar el análisis técnico posterior. Asimismo, se realizó la revisión de los planos impresos correspondientes al nuevo edificio

Ilustración 12 – Recopilación información general del palacio

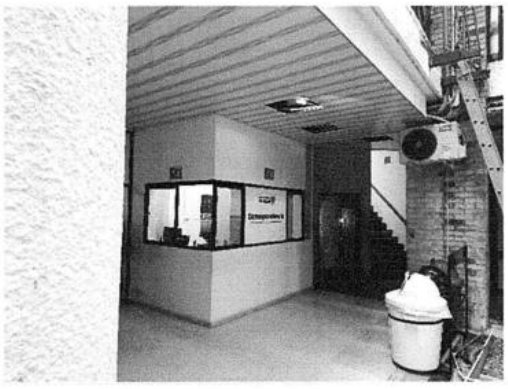


Revisión documental en las instalaciones



Recorrido por las instalaciones

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







Se efectuaron mediciones instantáneas de temperatura y se instalaron sensores de temperatura y humedad en tres espacios de la alcaldía (exterior, Datacenter y una oficina), los cuales serán retirados en aproximadamente dos semanas. Durante la visita también se realizaron mediciones instantáneas de temperatura ambiente en diferentes espacios, con el objetivo de obtener una referencia preliminar de las condiciones térmicas existentes. Adicionalmente, se procedió a la instalación de sensores de temperatura y humedad en tres ubicaciones estratégicas de la alcaldía:

- un punto exterior de referencia
- el Datacenter
- una oficina representativa.

Estos equipos permanecerán instalados durante aproximadamente quince (15) días, a fin de recopilar datos continuos que permitan analizar el comportamiento térmico y las condiciones de confort en condiciones reales de operación.

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

Ilustración 13 – Mediciones en sitio



Instalación del medidor exterior de temperatura y humedad



Recorrido por las instalaciones





Medición de temperatura con infrarrojo en los lugares del palacio municipal

5.5 Características constructivas de la edificación

De acuerdo con la inspección en campo y el registro fotográfico, se evidenció que la edificación principal de la Alcaldía corresponde a una construcción de geometría predominantemente circular, lo cual incide directamente en la distribución de los espacios interiores, la exposición solar y el comportamiento térmico del edificio.

La fachada está conformada principalmente por muros en mampostería de ladrillo a la vista, lo que proporciona inercia térmica moderada; sin embargo, también se identifican zonas con posibles afectaciones superficiales como manchas por humedad o envejecimiento de materiales, lo cual puede influir en el desempeño de la envolvente a largo plazo como se muestra en la siguiente ilustración fotográfica:

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



Fachada zona de acceso puerta 1 principal



Lado norte de la construcción contiguo al parqueadero de motos por la puerta 1





Lado noroccidente de la construcción, puerta de ingreso sotano 1, se observan condensadoras de aires acondicionados instalados en el primer piso

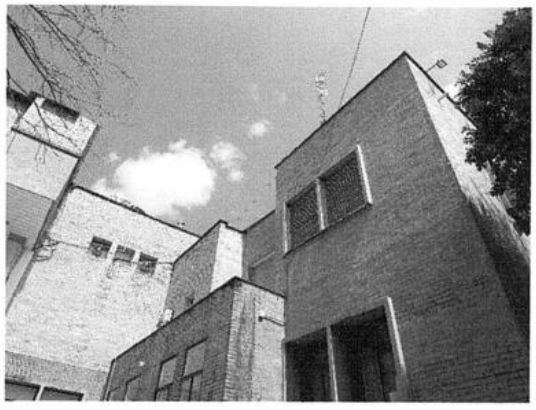


Acceso vehicular al sotano, se observa definida la envolvente por el tipo de construcción de la edificación de forma circular



Vista ventanas exteriores, construcción esta previsto contar con ventanas muy seguidas que permiten el flujo de ventilación

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





Zona de vista exterior se observa desde la entrada del sotano 1



Vista interior de la zona de la alcaldía en área interna.

Durante la inspección en campo se realizó el registro de diferentes vistas exteriores e interiores de la edificación, lo cual permitió complementar la caracterización constructiva y funcional del inmueble. En la fachada correspondiente a la zona de acceso principal (Puerta 1), ubicada hacia el costado norte contiguo al parqueadero de motos, se identifica un acceso peatonal con cerramiento en vidrio, el cual facilita la iluminación natural en el área de ingreso. Esta zona cuenta con elementos de protección como voladizos que reducen la incidencia directa de la radiación solar.

En el lado noroccidental de la construcción, específicamente en el acceso al sótano 1, se observa la instalación de condensadoras de sistemas de aire acondicionado ubicadas a nivel del primer piso. Esta disposición evidencia un sistema de climatización descentralizado tipo minisplit, con unidades exteriores distribuidas en diferentes puntos de la edificación, lo cual puede generar impactos tanto en el consumo energético como en la disipación térmica hacia el entorno. El acceso vehicular al sótano permite apreciar la continuidad de la envolvente del edificio, destacándose la geometría circular de la construcción, la cual define la configuración estructural y arquitectónica del inmueble. Esta forma influye en la distribución de cargas térmicas y en la exposición solar a lo largo del día.

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

En las fachadas exteriores, se evidencia una alta densidad de ventanas dispuestas de forma continua, lo que favorece la ventilación natural y el ingreso de iluminación. No obstante, esta configuración también puede incrementar las ganancias térmicas internas en ausencia de sistemas de control solar adecuados. Desde la vista exterior cercana al acceso del sótano 1, se observa la integración de los diferentes niveles del edificio, así como la disposición de elementos constructivos que combinan mampostería, aberturas y sistemas de ventilación. Finalmente, en la vista interior de las áreas administrativas, se identifican espacios destinados a oficinas y atención al público, con distribución abierta en algunos sectores, lo cual influye en la dinámica térmica interna y en la operación de los sistemas de climatización

En la parte media de la fachada se identifican rejillas metálicas horizontales tipo persiana, las cuales podrían estar asociadas a sistemas de ventilación natural o a la disipación térmica de espacios interiores (posiblemente áreas técnicas o de circulación de aire), favoreciendo la renovación del aire y evitando acumulación de calor.

No obstante, a pesar de que la edificación cuenta con condiciones que favorecen la ventilación e iluminación natural, durante la inspección se evidenció que internamente los vidrios han sido polarizados y las ventanas se mantienen cerradas de manera permanente, con el fin de conservar las condiciones de climatización artificial. Esta práctica limita significativamente el aprovechamiento de la ventilación natural y del ingreso de luz natural, generando una dependencia directa de sistemas activos, tanto de aire acondicionado como de iluminación eléctrica. En consecuencia, durante la jornada laboral se mantiene el uso constante de luminarias, incrementando el consumo energético del edificio.

Adicionalmente, el cierre total de las ventanas responde a la necesidad de evitar pérdidas de aire acondicionado, lo cual, si bien contribuye a mantener la temperatura interior, también impide estrategias pasivas de acondicionamiento térmico y renovación natural del aire.

5.6 Características del sitio

Tabla 15-Caracterización general del edificio

Característica	Descripción
Nombre del edificio	Alcaldía de Yopal – Palacio Municipal
Ubicación	Diagonal 15 # 15-21
País	Colombia
Departamento	Casanare
Ciudad	Yopal
Tipo de edificación	Institucional – Administrativa
Actividad principal	Funcionamiento del Palacio Municipal y prestación de servicios administrativos a la ciudadanía

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

Secretaría General	Subsecretaría de Talento Humano; Archivo de Historias Laborales; Dirección de Servicios Administrativos; Almacén
Secretaría Privada	Apoyo directo al despacho del Alcalde
Secretaría de Hacienda	Dirección de Rentas; Dirección de Cobro Coactivo- zona de atención al ciudadano

La Alcaldía de Yopal corresponde a una edificación de carácter institucional con uso intensivo, destinada a la operación administrativa del municipio. Presenta una alta densidad de ocupación y una demanda energética significativa, principalmente asociada a sistemas de climatización, equipos ofimáticos e infraestructura tecnológica.

El consumo energético anual registrado (402.365 kWh/año) refleja la operación continua de diversas dependencias, incluyendo áreas críticas como el centro de datos, lo que genera una carga base constante.

El indicador de consumo específico (~156 kWh/m²·año) permite clasificar la edificación dentro de un rango medio-alto para este tipo de instalaciones, evidenciando oportunidades de mejora en eficiencia energética.

La infraestructura combina elementos constructivos tradicionales con sistemas modernos, sin embargo, presenta alta dependencia de sistemas activos (aire acondicionado e iluminación artificial) debido a las condiciones operativas actuales del edificio. La edificación alberga una alta concentración de dependencias administrativas, lo que implica una ocupación constante y una demanda significativa de servicios como climatización, iluminación y equipos tecnológicos, factores que inciden directamente en el consumo energético del inmueble.

5.6.1 Ubicación

El edificio de la Alcaldía Municipal de Yopal se encuentra ubicado en la ciudad de Yopal, capital del departamento de Casanare, en la dirección Diagonal 15 # 15-21, dentro de una zona urbana consolidada caracterizada por la presencia de equipamientos institucionales, comerciales y de servicios. Yopal es una ciudad situada en la región de la Orinoquía colombiana, con un clima cálido tropical, temperaturas promedio cercanas a los 26–28 °C y altos niveles de radiación solar durante gran parte del año. Estas condiciones climáticas inciden directamente en el comportamiento energético de las edificaciones, especialmente en la demanda de sistemas de climatización.

La sede de la Alcaldía corresponde al principal centro administrativo del municipio, donde se concentran múltiples dependencias encargadas de la gestión pública, la planeación territorial, la administración financiera y la atención a la ciudadanía. Esto genera una alta afluencia diaria de usuarios, tanto funcionarios como contratistas y ciudadanos, lo que incrementa la demanda de servicios como iluminación, climatización y uso de equipos eléctricos.

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

Adicionalmente, la ubicación del edificio en un entorno urbano con flujo constante de personas y vehículos influye en factores como la ventilación, el ruido y las condiciones térmicas externas, aspectos que son relevantes en el análisis del desempeño energético del inmueble.
El edificio se ubica en Yopal Casanare, en la Diagonal 15 # 15-21

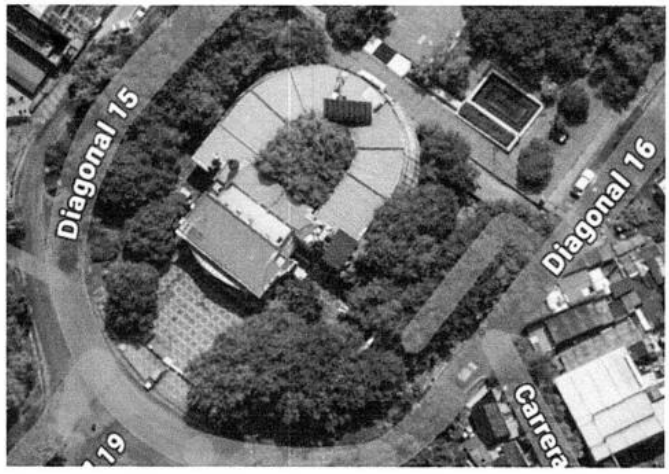
Ilustración 14 – Palacio municipal



El edificio se ubica en **Colombia, Yopal**.

Ilustración 15 – ubicación geográfica





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

5.6.2 Resumen descriptivo del sitio

El complejo está conformado por dos edificaciones construidas en periodos distintos. La edificación más antigua tiene aproximadamente entre 30 y 35 años de antigüedad, mientras que el edificio más reciente cuenta con entre 5 y 6 años, salvo su tercer piso, cuya construcción se realizó hace aproximadamente 3 años. Esta diferencia en edades constructivas puede implicar variaciones en criterios de diseño, materiales y eficiencia energética.

La entidad dispone de un personal de planta aproximado de 390 empleados. Esta cifra presenta fluctuaciones en función de la dinámica operativa institucional y las políticas del ámbito gubernamental. Actualmente, no se cuenta con un registro sistematizado del número de visitantes, lo que dificulta estimar con precisión la carga real de ocupación y su impacto en el consumo energético.

En cuanto a la tipología arquitectónica, el edificio se compone principalmente de oficinas abiertas, configuración que suele asociarse con una mayor densidad de equipos y, por tanto, un consumo energético elevado. Durante la inspección se evidenció la presencia de sistemas de aire acondicionado tipo mini Split y cassette, sistemas de iluminación predominantemente en tecnología LED, así como equipos ofimáticos y otros equipos eléctricos de uso continuo.

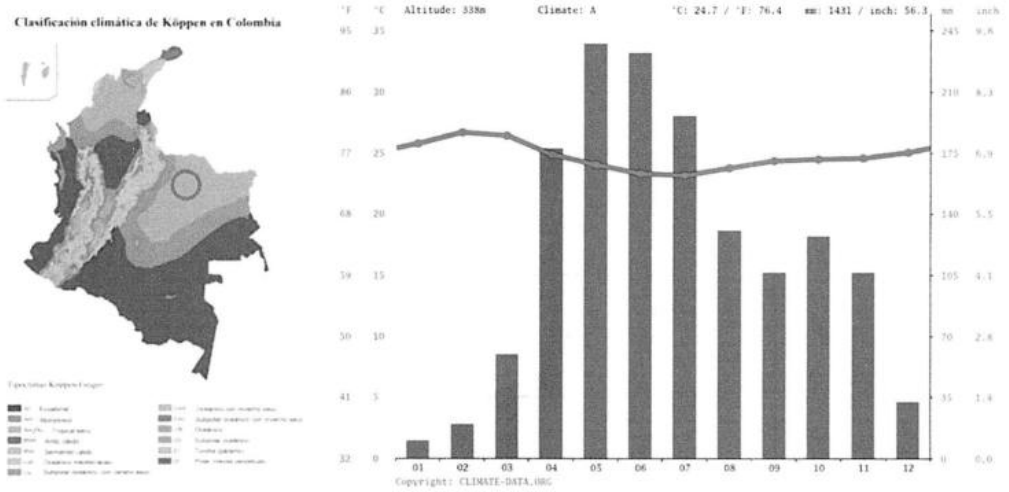
La entidad ha promovido el uso racional de la energía mediante campañas internas orientadas a fomentar buenas prácticas operativas, con el objetivo de optimizar el consumo y generar ahorros energéticos sostenibles. Adicionalmente, se identifica una oportunidad para fortalecer estas acciones mediante estrategias de medición y seguimiento que permitan evaluar cuantitativamente los resultados obtenidos.

5.6.3 Características climáticas

La ciudad de Yopal, ubicada en la región de la Orinoquía colombiana, presenta un clima cálido tropical húmedo, caracterizado por temperaturas elevadas durante todo el año y una marcada variación en los periodos de lluvias y sequía.

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

Ilustración 16 – Condición climáticas en Yopal (Climate-data.org)



Yopal cuenta con un clima tropical caracterizado por:

- Temperatura promedio: entre 26 °C y 28 °C, con máximas que pueden superar los 32 °C en horas del mediodía.
- Radiación solar: alta durante la mayor parte del año, lo que incrementa las ganancias térmicas en edificaciones.
- Humedad relativa: generalmente alta, lo que influye en la sensación térmica y en la demanda de climatización.
- Precipitación: régimen bimodal, con una temporada de lluvias intensa entre abril y noviembre, y un periodo seco entre diciembre y marzo.
- Velocidad del viento: moderada, con variaciones según la época del año, lo cual puede favorecer la ventilación natural en condiciones adecuadas.

En este tipo de clima, un edificio administrativo puede presentar altas cargas térmicas, lo que incrementa la necesidad de aire acondicionado. La demanda energética depende en gran parte de la envolvente del edificio y del comportamiento de los usuarios, factores que pueden generar pérdidas térmicas y, en consecuencia, mayores costos energéticos.

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

Tabla 16-Promedio histórico anual datos 2016-2026 estación Metereológica Aeropuerto Yopal

Promedio histórico 2016-2026

Año	Temp. Mín. (°C)	Temp. Prom. (°C)	Temp. Máx. (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Horas de sol
2016	23,9	27,7	31,7	2998,8	70,4	1876,4
2017	23,6	27,5	31,3	2413,3	71,1	2015,8
2018	23,2	27,2	31,3	2243,8	69,8	1990
2019	23,9	27,7	31,8	2312,8	69,0	2007,6
2020	23,6	27,7	32	2143,2	70,8	2035
2021	23,3	27,2	31,7	2179,1	70,4	2071,7
2022	23,2	27,1	31,5	2726,9	71,1	1967,2
2023	23,1	27,8	32,4	3042,7	70,4	1985
2024	22,8	27,9	32,7	2926,3	70,2	1975
2025	21	27,4	31,9	2534,9	69,8	2000
2026	22,2	29,8	34,5	159	-	-

Tabla 17-Promedio histórico mensual datos 2026 estación Metereológica Aeropuerto Yopal

Año 2026

Mes	Temp. Mín. (°C)	Temp. Prom. (°C)	Temp. Máx. (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Horas de sol
Enero	21,4	28,7	33,1	48,6	-	-
Febrero	21,8	29,9	34,8	19,7	-	-
Marzo	23,5	30,8	35,5	90,7	-	-

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

5.6.4 Características de la edificación

En visita realizada al edificio se recopilaron los datos sobre la edificación, verificación de materiales, cerramientos y puntos de transición térmica con posibles pérdidas de energía. Revisión de modificaciones recientes como se muestra en el siguiente registro fotográfico:

Ilustración 17 – revisión de instalaciones y recopilación de información



Visitas a los lugares de interés en el desarrollo de la consultoría



Reunión de socialización 20 de febrero de 2026





De acuerdo al cronograma de ejecución, se realizaron las visitas respectivas en campo como se muestra en la ilustración. A continuación de describe las áreas:

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

Tabla 18-Repartición de área

Descripción de áreas	Area [m²]
Oficinas abiertas	2,189
Bodega	124
Oficinas cerradas	113
Cuartos técnicos	79
Archivo	30
Area de comidas	26
Baños, vestier	14
Salas de conferencias	8
Total	2,582

Se destaca que la mayor proporción del área corresponde a oficinas abiertas (2.189 m²), lo que evidencia un modelo de ocupación con alta densidad de personal y espacios compartidos. Este tipo de áreas genera una demanda significativa de climatización e iluminación, debido a la concentración de personas y equipos de trabajo.

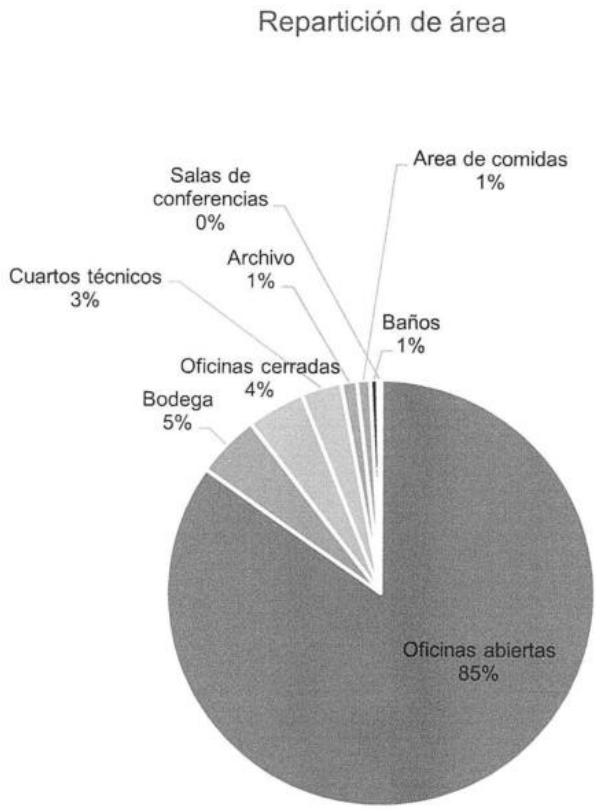
Las oficinas cerradas (113 m²) representan una menor proporción, destinadas principalmente a cargos directivos o funciones específicas que requieren privacidad.

Por su configuración, estas áreas presentan cargas térmicas más controladas, aunque con menor posibilidad de ventilación cruzada. La edificación también cuenta con bodega (124 m²) y archivo (30 m²), espacios destinados al almacenamiento, los cuales generalmente presentan menor ocupación, pero pueden requerir condiciones específicas de ventilación y control de humedad. Los cuartos técnicos (79 m²) son áreas críticas dentro del edificio, ya que albergan equipos eléctricos, de telecomunicaciones o sistemas de soporte, los cuales suelen operar de manera continua, generando cargas térmicas constantes y una demanda permanente de climatización.

El área de servicios incluye zona de comidas (26 m²) y baños (14 m²), que aunque no representan grandes consumos individuales, contribuyen a la demanda energética total por el uso de equipos, ventilación e iluminación. Finalmente, las salas de conferencias (8 m²) corresponden a espacios de uso intermitente, donde se presentan picos de ocupación y consumo energético durante reuniones o eventos

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

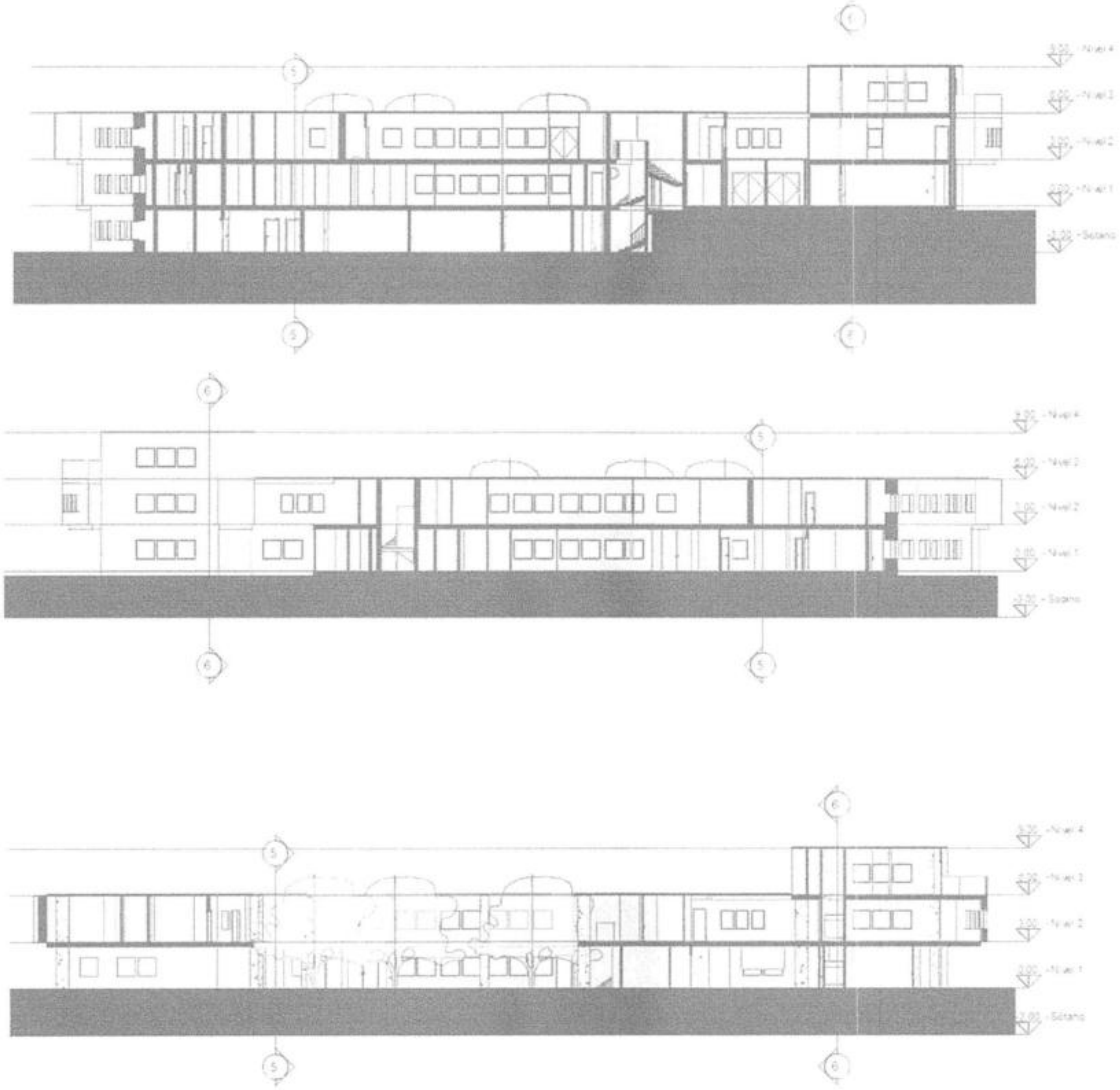
Ilustración 18 – Repartición de área



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.

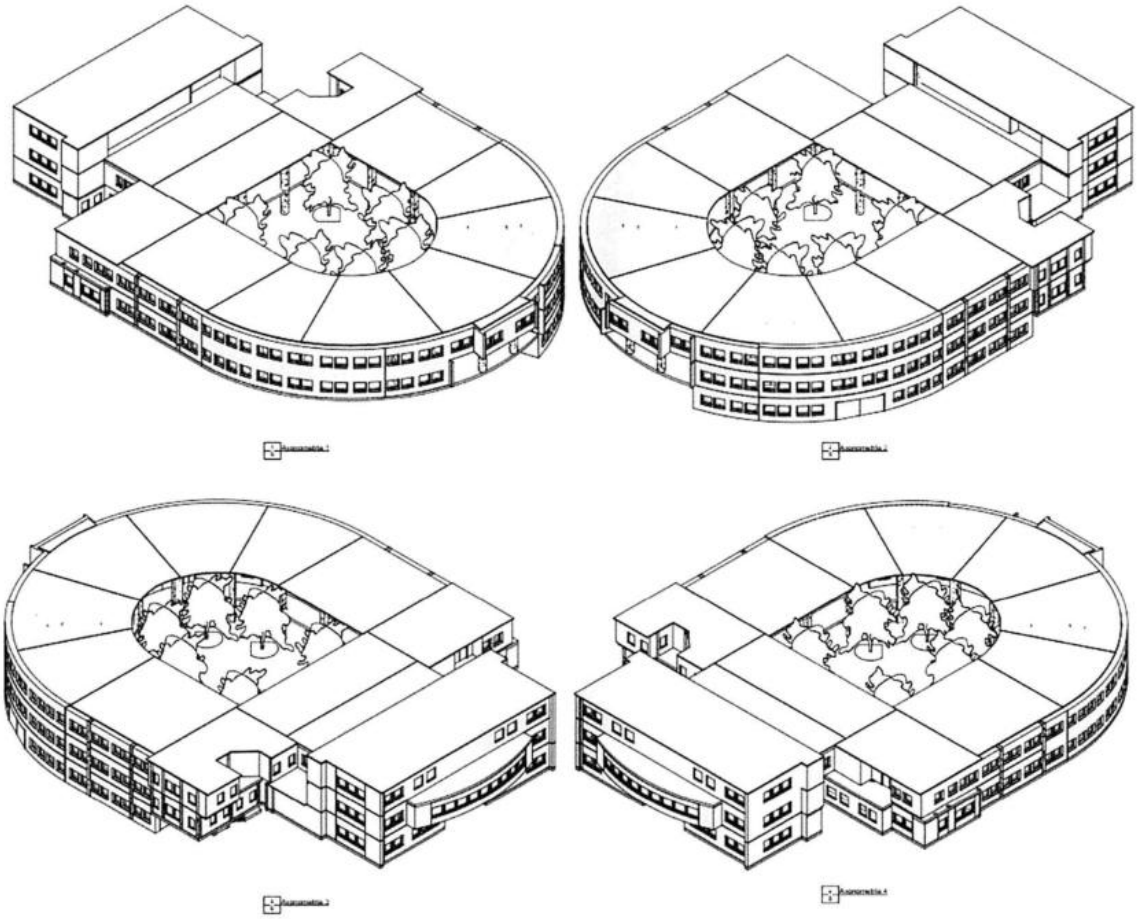
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Ilustración 19 – Cortes de planimetría Edificio – palacio municipal



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

Ilustración 20 – Fachadas del edificio



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 19-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		
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		

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

	Cielo raso PVC	0.002	0.16	0.01	
Carpintería	Ventana simple acristalamiento	0.006			5.7
	Puerta de vidrio				4

5.6.5 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 20-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 21-Ocupación mensual del edificio por tipo de colaborador 2026

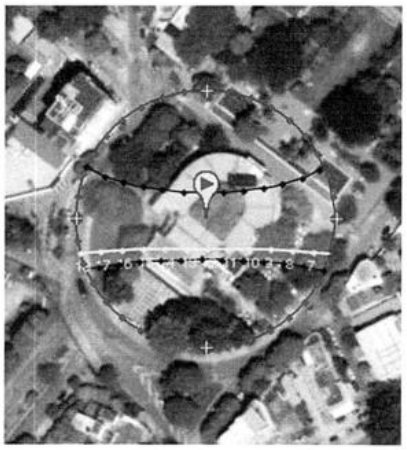
Tipo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Funcionarios	375	340	415									
Ops (contratista)	35	320	400									
Ciudadanos	3.050	4.141	15.369									
Total	3.460	4.801	16.184									

Durante el primer trimestre, la ocupación del edificio presentó el siguiente comportamiento: en enero se registraron 375 funcionarios, 35 contratistas (OPS) y 3.050 ciudadanos (total 3.460); en febrero, 340 funcionarios, 320 OPS y 4.141 ciudadanos (total 4.801); y en marzo, 415 funcionarios, 400 OPS y 15.369 ciudadanos (total 16.184), evidenciando un incremento significativo en la afluencia de usuarios, especialmente en el mes de marzo.

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

5.6.6 Características bioclimáticas

Tabla 22-Características bioclimáticas del edificio

Criterio	Características	Fotos
Incidencia de radiación solar	• Las fachadas presentan una orientación uniforme hacia los puntos cardinales, con una inclinación aproximada de 45° respecto al norte. **Comentarios**: *La Figura 1-Trayectoria* solar. Fuente: Sunearthtools *Ilustra la disposición de luz solar durante un día en la ciudad de Yopal, a lo largo del día y gracias a la orientación de este edificio las todas fachadas reciben luz solar directa a lo largo del día.* ***Edificio antiguo*** *Aunque la orientación no representa una fortaleza en lo que a eficiencia energética respecta, la presencia de árboles en algunas fachadas permite controlar la incidencia de radiación solar directa* *Los corredores exteriores permiten reducir las áreas que requieren climatización, al funcionar como espacios de transición térmica. Asimismo, actúan como elementos de protección solar, disminuyendo la incidencia directa de radiación sobre las ventanas de las oficinas que se orientan hacia la parte interior del edificio antiguo, lo que contribuye a mejorar el desempeño térmico y a reducir la carga de enfriamiento.* ***Edificio nuevo*** *La forma y orientación del edifico nuevo permiten que la radiación solar impacte en las fachadas lo cual se traduce la ganancia de calor por radiación directa. La fachada que da*	 Figura 1-Trayectoria solar. Fuente: Sunearthtools

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

a hacia el suroeste es la fachada con mayor cantidad de ventanas, estas reciben radiación solar directa gran parte del día.

Compacidad

El término "compacidad" se refiere a la relación entre el volumen del edificio y su área superficial.

Edifico antiguo

- El edificio es semi compacto dada la presencia de un patio interno.

Comentarios:

La compacidad del edificio permite la ventilación cruzada y el acceso a la luz natural, reduciendo la dependencia de sistemas artificiales en climas cálidos.



Figura 2-Fachada externa orientada hacia Noroeste y fachada interna edifico antiguo. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025.

Edifico nuevo

- El edificio es compacto.

Comentarios:

La compacidad del edificio implica una reducción en las pérdidas y ganancias térmicas a través de la envolvente, disminuyendo así la demanda de climatización y el consumo energético asociado.



Figura 3-Fachada externa orientada hacia suroeste y fachada interna. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025

Proteccion es solares exteriores

En las fachadas existen protecciones solares externas del tipo aletas laterales y voladizo.

Comentarios:

Edificio antiguo

*Las **protecciones solares existentes** controlan de manera parcial la incidencia de **radiación solar directa**, mitigando el deslumbramiento y reduciendo las ganancias térmicas. Esto contribuye a la **disminución de la demanda energética**, tanto en iluminación —al favorecer el aprovechamiento de luz natural y permitir el apagado de luminarias— como en climatización, al limitar el intercambio térmico por radiación directa.*



Figura 4-Protecciones exteriores. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025

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

*El edificio cuenta además con **vegetación perimetral**, la cual actúa como elemento de sombreado natural y contribuye a reducir la carga térmica sobre la envolvente. Esta se localiza principalmente en las fachadas con orientación **noroeste y suroeste**, donde la incidencia solar es más crítica en horas de la tarde.*

Edificio nuevo:
*La fachada con orientación **suroeste** no dispone de protecciones solares eficientes, lo que permite una **alta incidencia de radiación solar directa**, incrementando las ganancias térmicas y, por ende, la carga del sistema de aire acondicionado.*

Protecciones solares interiores

En las fachadas interiores se evidencia el uso de protecciones solares interiores, tales como persianas, cortinas tipo blackout, papel, películas y láminas de icopor.

Comentarios:

Edificio antiguo
*Dadas sus características morfológicas y de orientación, **no resulta indispensable la implementación de protecciones solares internas** en las fachadas **noroeste y sureste** desde el punto de vista de la eficiencia energética, ya que la incidencia de radiación solar es predominantemente difusa y parcial a lo largo del año. No obstante, pueden requerirse elementos de control interior para **mitigar el deslumbramiento**, especialmente en puestos de trabajo con equipos de cómputo.*

Edificio nuevo
*En este caso, las condiciones bioclimáticas han llevado a los usuarios a instalar **protecciones solares internas de baja eficiencia**, las cuales bloquean el ingreso de*

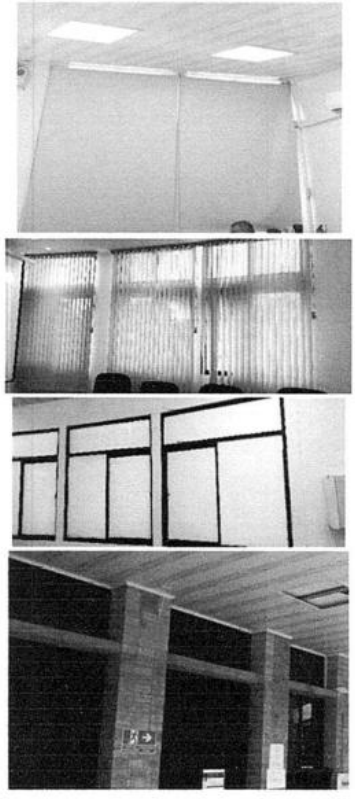


Figura 5-Protecciones internas. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025

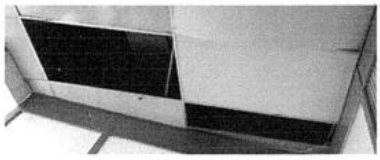
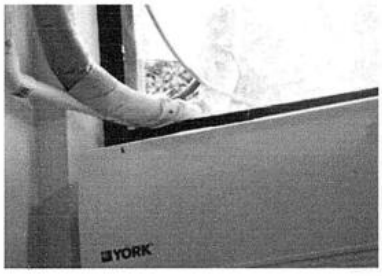
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

luz natural sin ofrecer un control solar adecuado. Esto se evidencia en el uso de luminarias durante horarios con disponibilidad suficiente de iluminación natural, lo que incrementa innecesariamente el consumo energético.

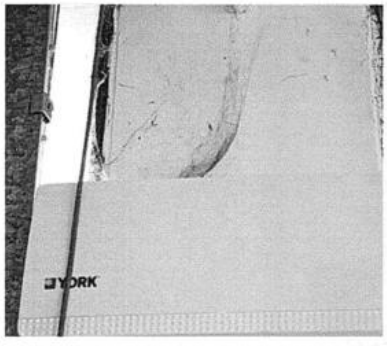
***En términos generales**, se observa una gestión inadecuada de las protecciones solares internas. El uso de láminas y películas adheridas a los vidrios no permite un **aprovechamiento óptimo ni un control eficiente de la luz natural**, afectando tanto el confort visual como el desempeño energético del edificio.*

5.7 Análisis de la visita técnica

Tabla 23-Hallazgos de la visita técnica

Zona	Fotografía	Descripción
Cuartos técnicos	 	Los cuartos técnicos tienen infiltraciones lo cual permite el intercambio de calor con los alrededores,

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

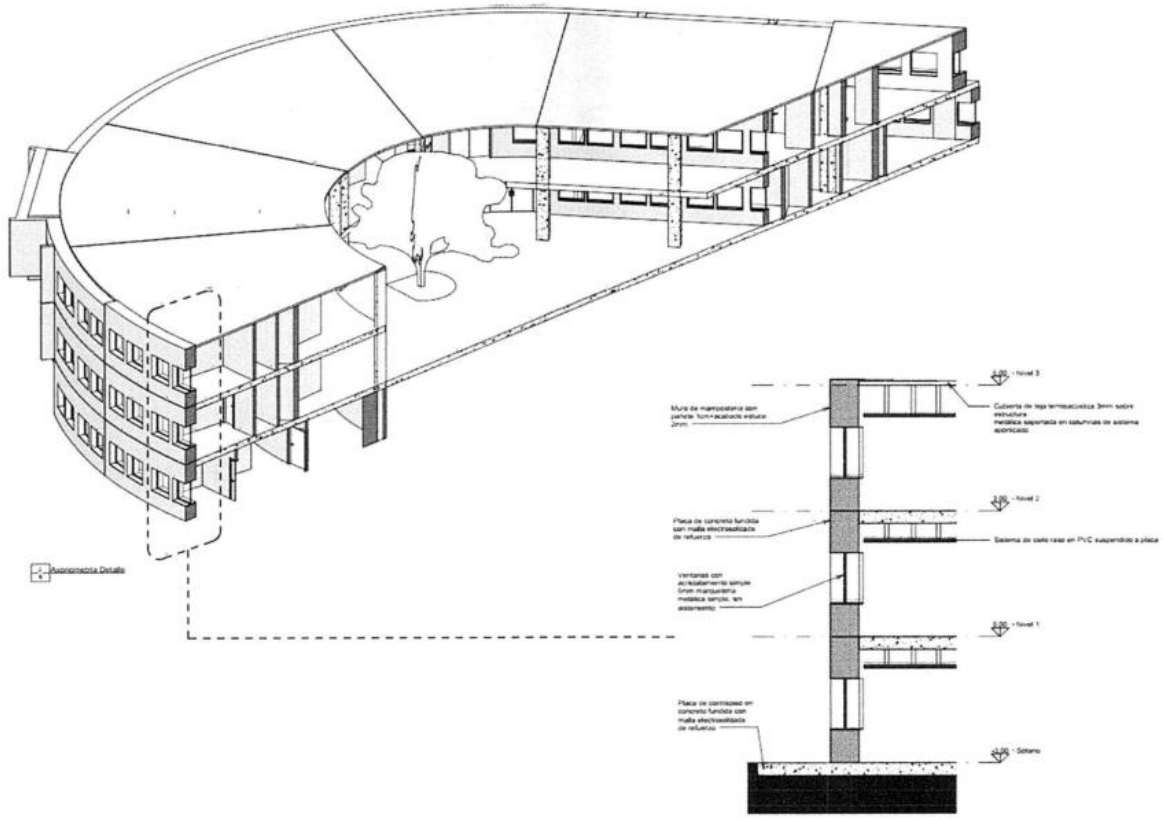
Cuartos técnicos		Porcentaje elevado de ventanera lo cual sobrecarga al aire acondicionado, permitiendo el intercambio de calor.
Cuartos técnicos		Aires acondicionados con suciedad lo cual permite que estos equipos pierdan eficiencia.
Oficinas		Oficinas con uso de aire acondicionado con infiltraciones de aire como ventanas y puertas abiertas.

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

5.8 Propiedades térmicas de la envolvente

Se realizo la evaluación general de la envolvente, de la arquitectura como de las propiedades térmicas.

Ilustración 23 – Envolvente



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

Las fotos a continuación ilustran el sitio estudiado, identificando características de fachadas, entorno y uso.

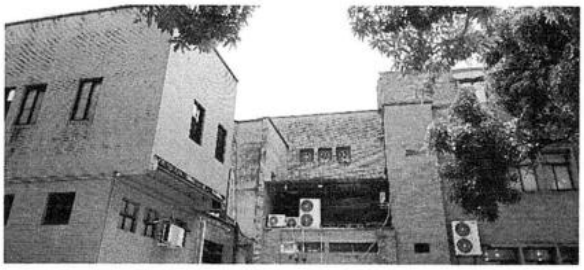


Figura 6-Fachadas exteriores. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025



Figura 7-Fachadas exteriores. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025



Figura 8-Oficinas. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025



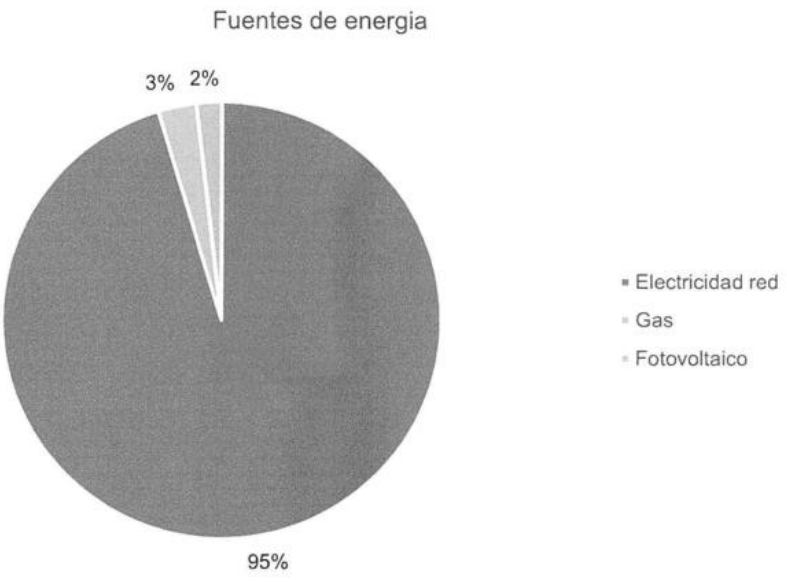
Figura 9-Entrada principal. Fuente: CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025

De manera general, las características bioclimáticas del edificio presentan condiciones favorables para la eficiencia energética. No obstante, el uso y la selección de protecciones solares interiores limitan el aprovechamiento de la luz natural, lo que impacta negativamente el consumo energético.

Las propiedades térmicas de las cubiertas y los muros son catalogadas como medias; en el caso de las cubiertas, resulta conveniente mejorar su desempeño térmico para optimizar el consumo energético, mientras que en los muros no se considera necesaria ninguna intervención. La electricidad de la red representa 95% del consumo total del edificio, seguido con el gas (3%) y el fotovoltaico (2%).

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

Ilustración 24 – Fuentes de energía del sitio



Después de la visita al sitio y un análisis exhaustivo, se completó el desglose de energía:

Tabla 24-Desglose energético

Name	Use	Total	kWh/m2	%
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%

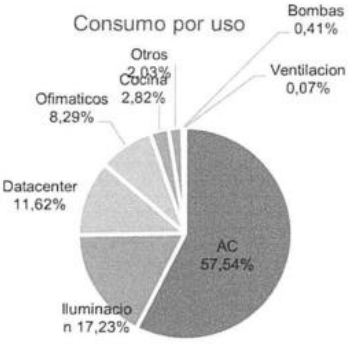


Ilustración 25 – Desglose energético

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

El análisis del consumo energético por uso muestra que el edificio presenta una fuerte concentración del consumo en dos principales partidas. El sistema de aire acondicionado (AC) representa aproximadamente el 57.5% del consumo total, lo que lo convierte, con diferencia, en el principal consumidor energético del sitio. Por su parte, la iluminación (incluyendo oficinas, pasillos, exterior y otras áreas) acumula una proporción significativa adicional, superando el 20% del consumo total si se consideran todos sus subusos.

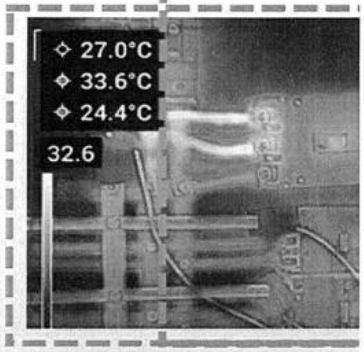
En conjunto, estos dos usos concentran la gran mayoría del consumo energético del edificio, mientras que los demás usos (datacenter, ofimática, cocina, bombas, etc.) presentan contribuciones mucho más limitadas.

Por lo tanto, la estrategia de optimización energética se enfocará prioritariamente en los sistemas de aire acondicionado y de iluminación, ya que son los que ofrecen el mayor potencial de ahorro y el impacto más significativo en la reducción del consumo global del edificio.

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

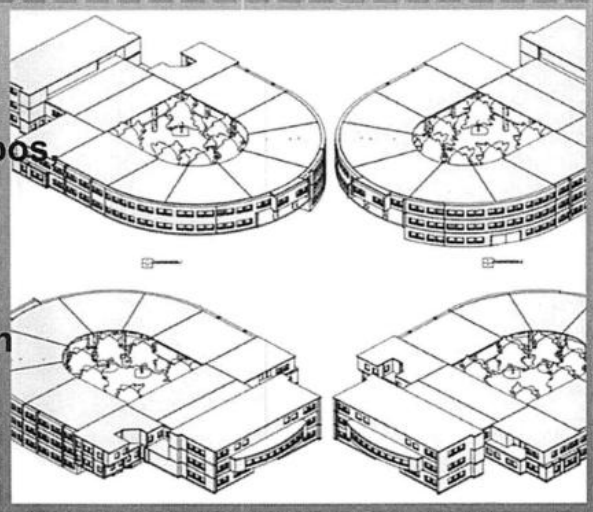
CEY 2025
CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025

FASE 2





- **Registro de medición de parámetros eléctricos, con los resultados obtenidos.**
- **Documento técnico de medición y registro de variables eléctricas, que consolida datos obtenidos y procesados conforme a la normativa vigente (RETIE, NTC u otras), garantizando trazabilidad, validez y cumplimiento de estándares de seguridad.**
- **Diagnóstico e inventario de equipos, instalaciones eléctricas e infraestructura, con información sobre estado, ubicación y condiciones operativas, junto con recomendaciones para mantenimiento o mejora.**







6. FASE 2

En el desarrollo de las actividades contractuales de la auditoría energética, se ejecutó la Fase 2, correspondiente al levantamiento, actualización y análisis técnico de la información de la edificación. Esta fase tuvo como objetivo principal consolidar la información necesaria para caracterizar el comportamiento energético del edificio y sus sistemas asociados.

En la actividad de levantamiento, actualización y digitación de planos, se realizó la digitalización de los planos arquitectónicos del edificio, incluyendo la identificación y ubicación de cargas eléctricas, así como la elaboración del diagrama unifilar general del sistema eléctrico. Como resultado, se anexan los planos correspondientes y, de manera complementaria, los planos de iluminación por cada nivel del Palacio Municipal.

Asimismo, se llevó a cabo la medición y el registro de parámetros eléctricos mediante el uso de equipos técnicos certificados. En esta fase se incluyen los certificados de calibración de los equipos utilizados, garantizando la confiabilidad y precisión de la información recolectada. Como soporte del proceso, se cuenta con el informe preliminar de mediciones eléctricas debidamente radicado, el cual incluye el análisis derivado de las visitas técnicas a la infraestructura eléctrica del edificio.

Estas actividades contemplaron la inspección técnica en campo, el levantamiento y validación de la información técnica, la evaluación termográfica de tableros eléctricos, el inventario técnico de equipos e infraestructura eléctrica, así como el análisis de condiciones operativas y la identificación de oportunidades de mejora. De igual forma, se realizó la evaluación de la subestación existente y de los tableros eléctricos, incluyendo análisis de calidad de la energía, estudios de termografía y verificación del estado de la infraestructura eléctrica.

Adicionalmente, se efectuó la consolidación de datos y mediciones, incluyendo el análisis del consumo total por circuito, lo cual permitió identificar la distribución del consumo energético en la edificación.

De igual forma, se realizó la evaluación de la condición de la infraestructura eléctrica de la sede, mediante una inspección de cumplimiento normativo basada en la NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Los resultados de esta evaluación se presentan en la correspondiente tabla de análisis de cumplimiento normativo.

Finalmente, en esta fase se desarrollaron análisis específicos como la evaluación del sistema eléctrico existente, el estudio de iluminación del edificio y la verificación de las condiciones de ventilación y calidad del aire, los cuales constituyen insumos fundamentales para la identificación de oportunidades de mejora

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

6.1 Análisis de consumos y sistema eléctrico existente

El análisis de consumos y del sistema eléctrico existente se desarrolló a partir de la evaluación técnica de la infraestructura eléctrica de la edificación y del comportamiento de las variables eléctricas registradas durante la visita. Este proceso permitió caracterizar el estado operativo del sistema, la calidad de la energía suministrada y la forma en que se distribuye el consumo energético en los diferentes tableros y circuitos.

Para el desarrollo de este análisis se realizaron actividades de inspección técnica en campo, levantamiento y validación de información, evaluación termográfica, inventario preliminar de equipos eléctricos y análisis de condiciones operativas, las cuales permitieron obtener una visión integral del sistema eléctrico existente.

Dentro de estas actividades se incluyó la revisión de equipos, instalaciones eléctricas e infraestructura, así como la elaboración del inventario correspondiente, con el fin de identificar el estado actual de los componentes del sistema y su nivel de operación dentro de la edificación.

Asimismo, se realizó la medición y el registro de parámetros eléctricos mediante equipos técnicos certificados, garantizando la confiabilidad de los datos obtenidos en campo. Estas mediciones permitieron evaluar el comportamiento de variables eléctricas fundamentales para el análisis del sistema.
De igual forma, se efectuó el registro, edición y consolidación de las variables eléctricas y técnicas recolectadas, asegurando su tratamiento conforme a los parámetros legales vigentes en materia de seguridad eléctrica y a la normativa aplicable.

Como parte del análisis, se efectuaron mediciones en los tableros generales de distribución de la sede antigua y la sede nueva, con el fin de evaluar la calidad de la energía y el comportamiento de variables como la distorsión armónica de tensión (THD-V) y de corriente (THD-I), la frecuencia del sistema, los niveles de tensión por fase, las corrientes y su desbalance, el factor de potencia y las potencias activa, reactiva y aparente.

Adicionalmente, se realizó la evaluación termográfica de los tableros eléctricos, así como la verificación de la condición de la infraestructura eléctrica, con el fin de identificar posibles anomalías, puntos críticos de operación y riesgos asociados al sistema.

La información obtenida fue consolidada y analizada de manera integral, permitiendo establecer el estado actual del sistema eléctrico, identificar oportunidades de mejora en términos de eficiencia energética y definir recomendaciones orientadas a la optimización del consumo y al mejoramiento del desempeño energético de la edificación.

A continuación, se desarrolla el análisis técnico correspondiente, a partir de la información recolectada en campo y el procesamiento de las variables eléctricas registradas.

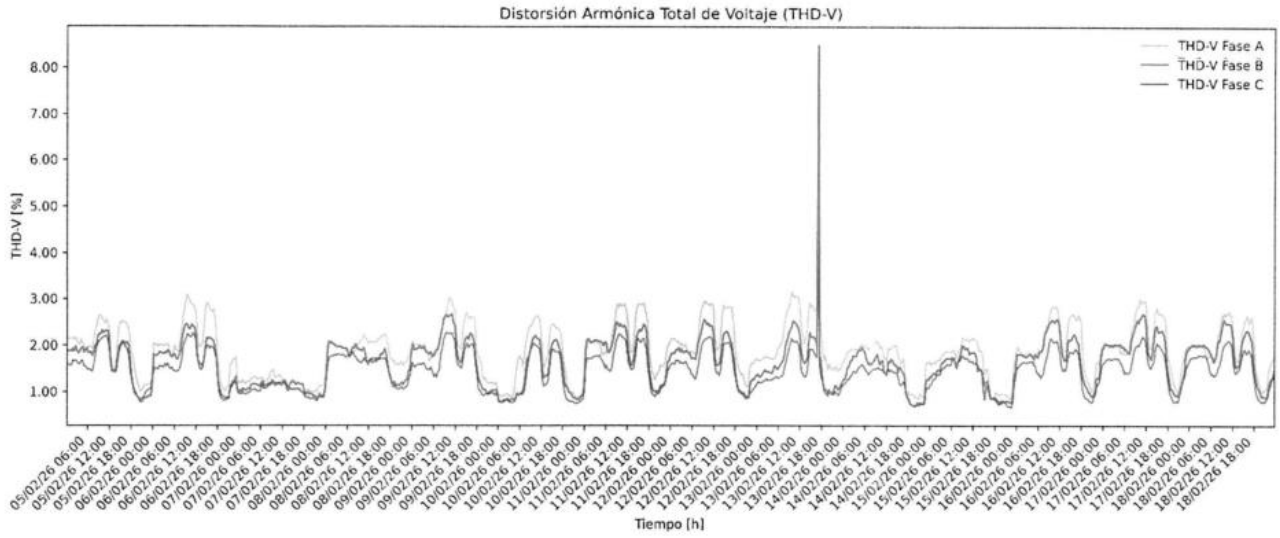
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

6.2 Tablero General De Distribución Sede Antigua Calidad de la energía

6.2.1 Distorsión Armónica de Tensión (THD-V)

La distorsión armónica de tensión fue evaluada en los puntos de medición representativos del sistema eléctrico institucional.

Ilustración 26 – Distorsión armónica de voltaje.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 25-Distorsión armónica de tensión por fase y total.

Fase	THD-V (%)	Límite recomendado (%)	Cumplimiento
Línea 1	1,89		Sí
Línea 2	1,45	≤ 5 %	Sí
Línea 3	1,64		Sí
Total	1,66	≤ 8 %	Si

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

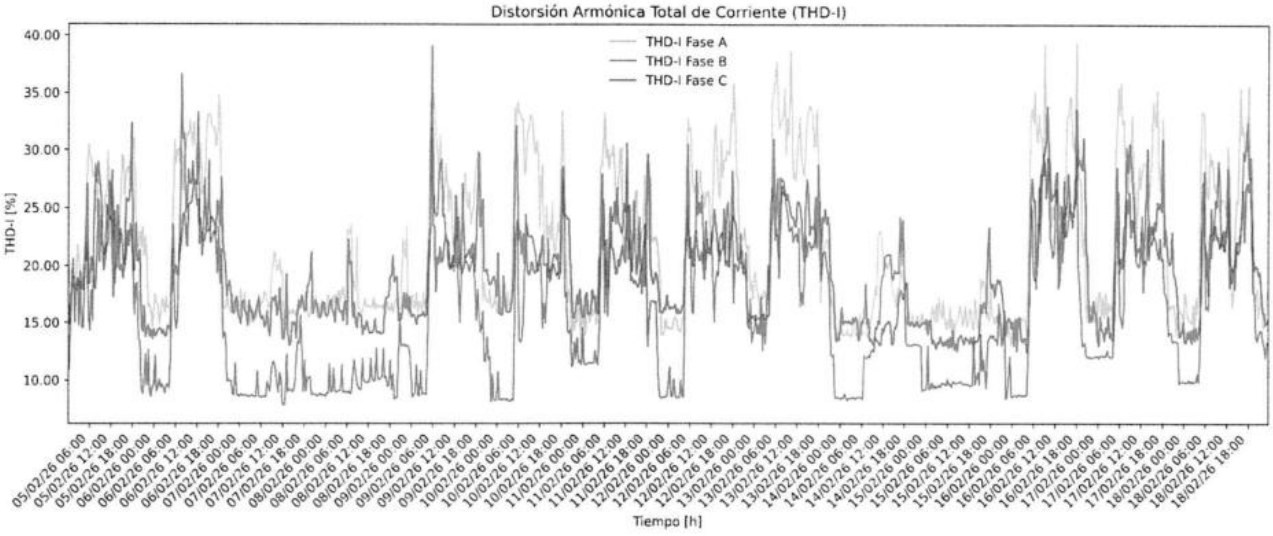
Los valores registrados durante las mediciones de calidad de energía evidencian que los niveles de distorsión armónica de tensión se mantienen por debajo del 5 % por fase y del 8 % total del sistema. Estos resultados indican que la instalación eléctrica evaluada no presenta afectaciones significativas asociadas a armónicos y que opera dentro de los límites permisibles establecidos por la Resolución CREG 025 de 1995 y la norma IEEE 519-2014.

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

6.2.2 Distorsión Armónica de Corriente (THD-I)

La distorsión armónica de corriente se analizó con el fin de evaluar el impacto de las cargas electrónicas presentes en la instalación.

Ilustración 27 – Distorsión armónica de corriente y potencia activa.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 26-Distorsión armónica de corriente por fase y total.

Línea	THD-I (%)	Límite recomendado (%)	Cumplimiento
Línea 1	37,62		No
Línea 2	38,68		No
Línea 3	32,88	≤ 5 %	No
Total	36,39		No

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

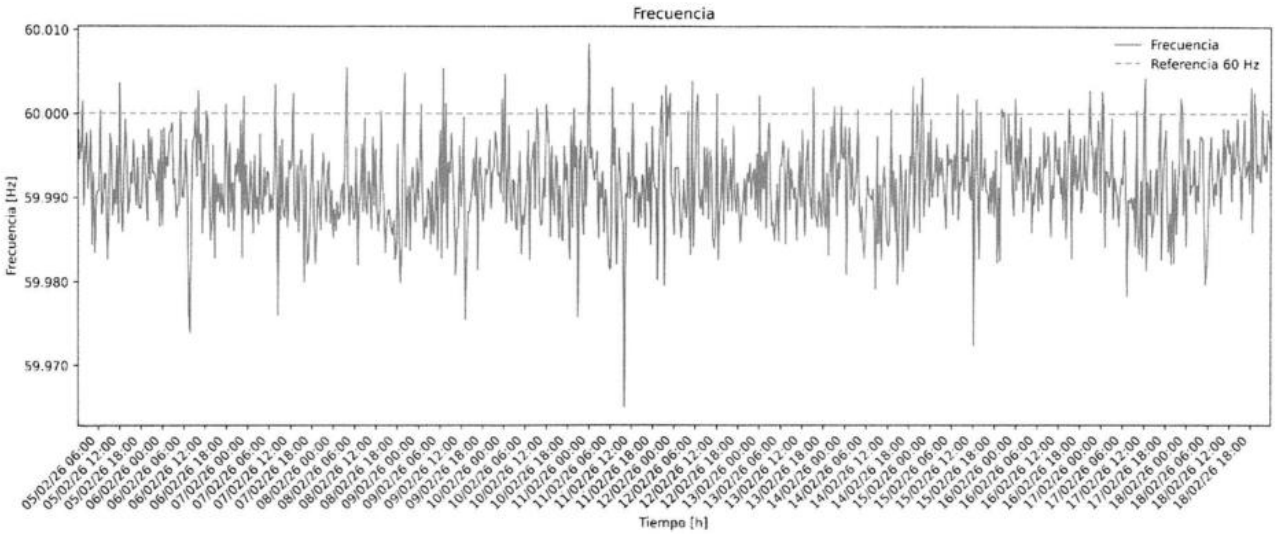
Los valores de distorsión armónica total de corriente (THD-I) registrados evidencian una contribución significativa de corrientes armónicas, con niveles superiores al 5 %. Estos resultados indican que la instalación evaluada excede los límites admisibles establecidos para este parámetro, lo cual representa un incumplimiento de los criterios definidos en la Resolución CREG 025 de 1995 y en la norma IEEE 519-2014, pudiendo generar efectos adversos sobre la operación del sistema eléctrico, tales como sobrecalentamiento de conductores, afectación de equipos sensibles y disminución de la calidad de energía en el punto de conexión común.

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

6.2.3 Frecuencia del Sistema

La frecuencia fue evaluada durante todo el período de medición para verificar la estabilidad del suministro eléctrico.

Ilustración 28 – Frecuencia eléctrica del sistema.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 27-Registro de frecuencia del sistema.

Parámetro	Valor	Cumplimiento normativo
Frecuencia mínima registrada	59,99 Hz	
Frecuencia máxima registrada	60,01 Hz	Sí
Frecuencia promedio	59,96 Hz	
Frecuencia nominal del sistema	60 Hz	

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

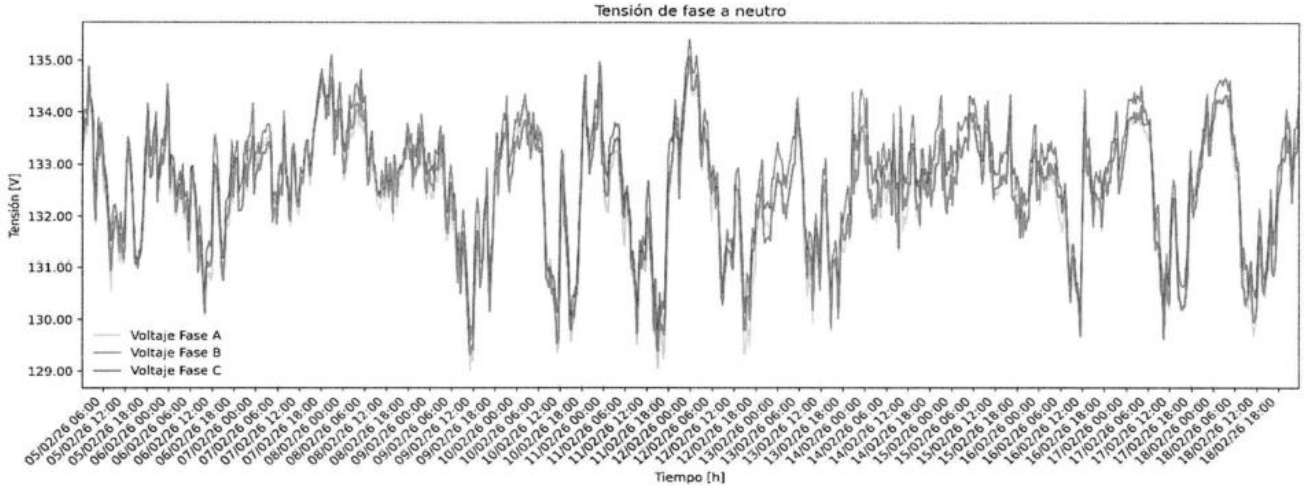
La frecuencia se mantuvo dentro de los rangos permitidos por la regulación colombiana, evidenciando estabilidad del suministro eléctrico desde el operador de red.

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

6.2.4 Tensión de fase

La tensión promedio de fase se determinó a partir del conjunto de datos registrados durante todo el periodo de medición, con el propósito de verificar la estabilidad del nivel de tensión y su cumplimiento frente a los rangos admisibles establecidos por la normativa vigente.

Ilustración 29 – Tensión de fase del sistema.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 28-Registro de Tensiones de fase.

Fase	Tensión promedio (V)	Tensión máxima (V)	Tensión mínima (V)	Cumplimiento
Línea 1	132,41	135,06	128,83	No
Línea 2	132,81	135,48	129,47	No
Línea 3	132,45	135,14	129,19	No

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

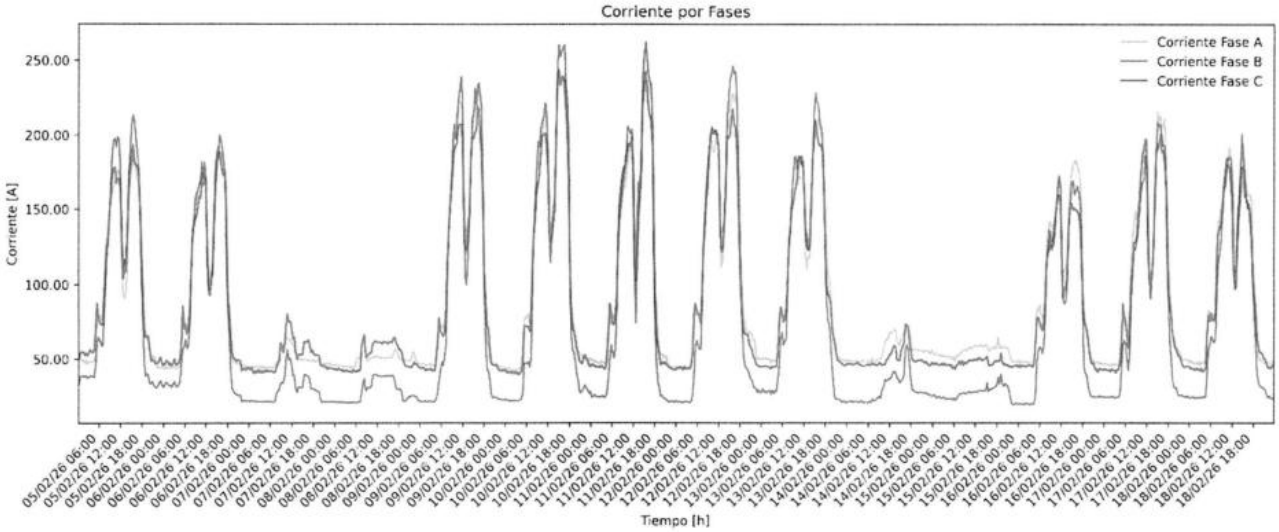
Valores de tensión promedio se encuentra fuera de los límites permitidos (108V y 132V), según la Resolución CREG 025 de 1995 y la NTC 1340 para evitar penalizaciones.

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

6.2.5 Corriente por fase y desbalance de corriente

La corriente del sistema por fase y el desbalance de cargas fue evaluado mediante el análisis comparativo de corrientes.

Ilustración 30 – Corriente por fase del sistema.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 29-Valores promedio y máximos de corriente por línea y porcentaje de desbalance de corriente.

Línea	Corriente promedio (A)	Corriente máxima (A)	Desbalance de corriente (%)	Valor recomendado	Cumplimiento
L1	96,75	240,52	11,28	≤ 5 %	No
L2	74,86	259,43		≤ 5 %	No
L3	87,54	237,85		≤ 5 %	No

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

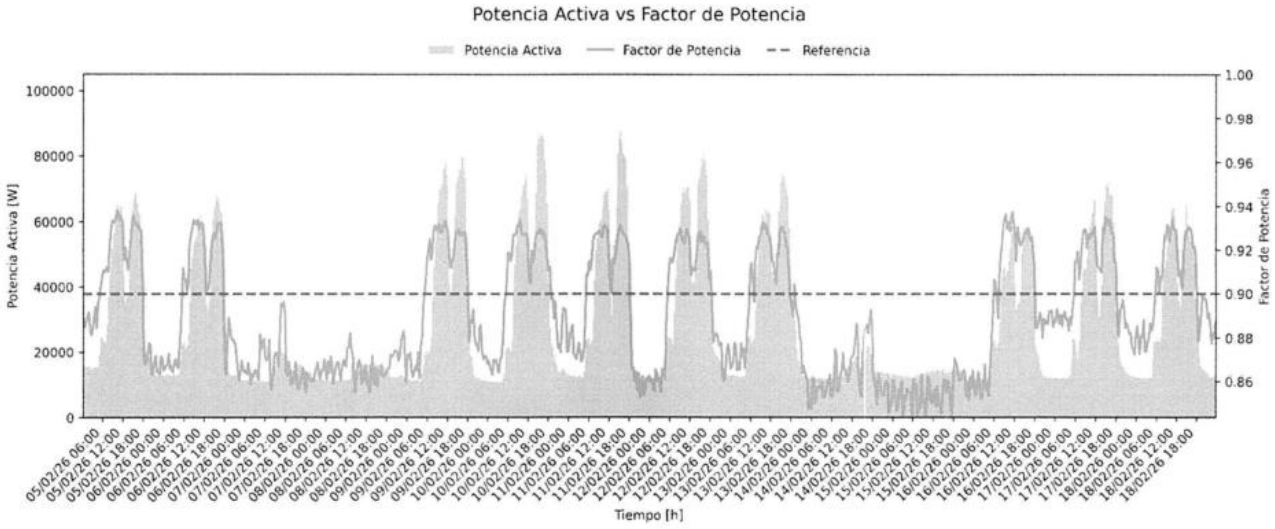
Se evidencian desbalances entre fases que superan el 5% establecido en la norma IEEE 1159-2019, lo cual puede generar sobrecargas localizadas y reducción de la vida útil de los equipos eléctricos.

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

6.2.6 Factor de Potencia

El factor de potencia promedio obtenido durante la instalación es el siguiente:

Ilustración 31 – Factor de potencia y potencia activa.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 30-Valor promedio del factor de Potencia.

Variable	Valor medido	Cumple / No cumple
Factor de Potencia FP	0,89	No Cumple

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

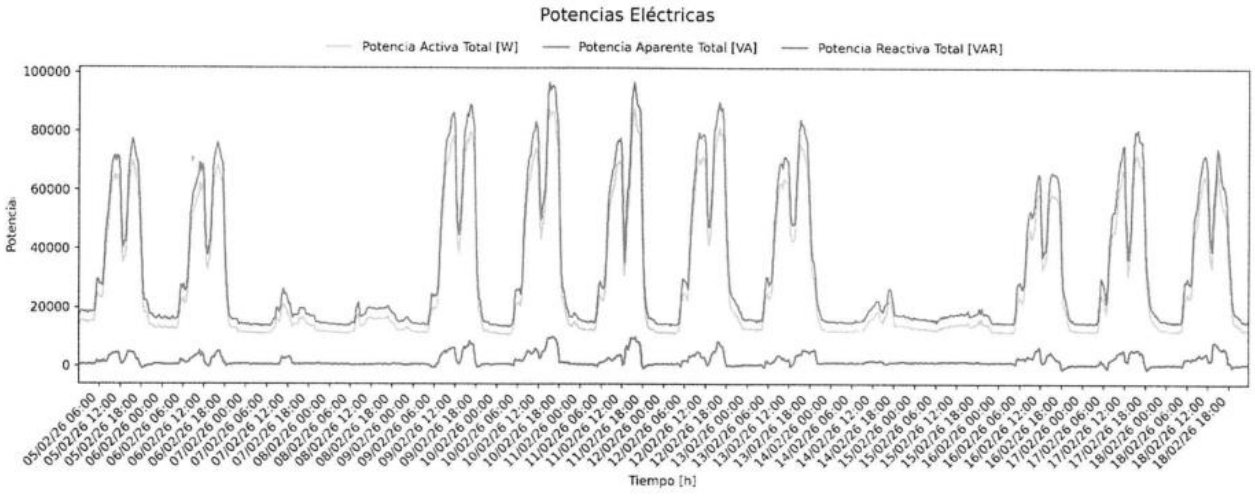
El Factor de Potencia es inferior a 0,9, **no cumple** con el valor mínimo aceptable establecido por la CREG 015 de 2018 y la NTC 1340 para evitar penalizaciones.

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

6.2.7 Potencias Activa, Aparente y Reactiva

Las potencias activas, aparente y reactivas obtenidas durante el periodo de medición son las siguientes:

Ilustración 32 – Potencia activa, aparente y reactiva.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 31-Valor total potencia activa, aparente y reactiva.

Variable	Valor medido Promedio	Valor medido Máximo	Valor medido Mínimo
Potencia Activa (W)	28507	86409	10682
Potencia Aparente (VA)	33226	95407	13606
Potencia Reactiva (Var)	1755	9703	-860

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

A partir de las mediciones realizadas, se observa el comportamiento de la potencia activa, aparente y reactiva durante el periodo analizado, evidenciando una operación con variaciones cíclicas asociadas a los horarios de uso del edificio.

La potencia activa presenta un comportamiento claramente variable, con valores base cercanos a 10–15 kW en periodos de baja demanda y picos que alcanzan aproximadamente 86 kW, lo cual indica momentos de alta utilización de cargas. Estos picos se repiten de manera periódica, lo que sugiere una operación asociada a jornadas laborales o activación de sistemas específicos como climatización o equipos de alto consumo.

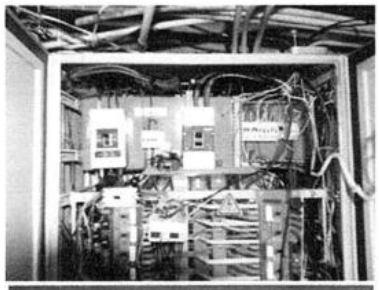
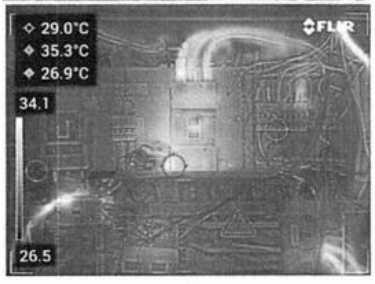
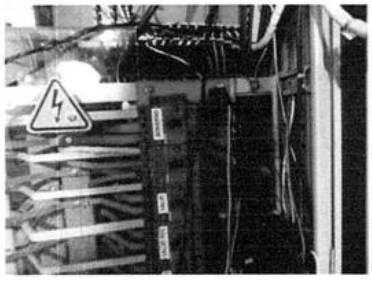
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Por su parte, la potencia aparente sigue la misma tendencia de la potencia activa, alcanzando un valor máximo de aproximadamente 95 kVA, lo cual evidencia una relación directa entre ambas variables y un comportamiento típico de cargas predominantemente inductivas o mixtas.

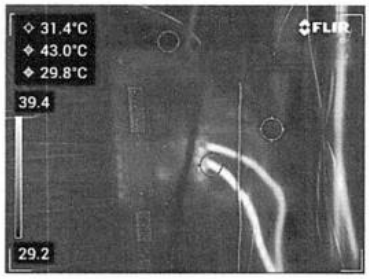
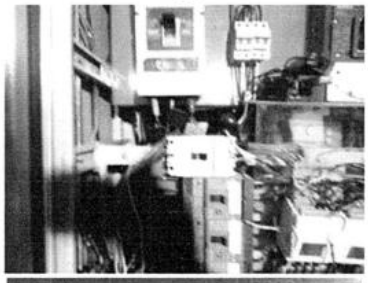
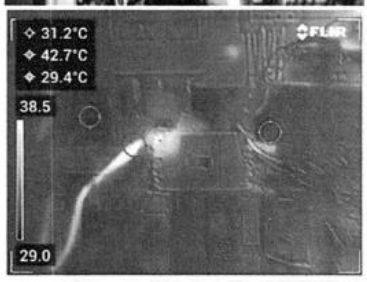
En cuanto a la potencia reactiva, se identifican valores relativamente bajos en comparación con la potencia activa, con un máximo cercano a 9.7 kVAR. Esto indica que, aunque existen componentes inductivos en el sistema, estos no son dominantes ni generan una penalización significativa en el desempeño eléctrico.

6.2.8 Termografía

Tabla 32-Análisis termográfico

Criterio	Características	Comparación
Tablero principal # 1	**Condiciones generales de medición:** • **Temperatura ambiente registrada:** 26.9°C – 29.8°C • **Rango térmico máximo observado en componentes:** 43°C • **Correspondiente a**: Protección eléctrica. En la primera imagen termográfica se observa una temperatura máxima de **35.3°C**, lo que indica una distribución térmica homogénea entre los conductores. No se evidencian puntos calientes críticos. Temperatura promedio en la termografía: • **Valor:** (29,7°C ≤ 40°C) En la segunda imagen termográfica se observa una temperatura máxima de **43°C** en los conductores de la protección Q4, Esta condición representa un incremento térmico moderado respecto a la temperatura ambiente del tablero **ΔT= 43°C – 29.8°C = 13.2°C**, sin evidenciar una condición crítica por sí sola. La elevación térmica puede estar asociada a la carga operativa del circuito, condiciones normales de conducción o posibles diferencias de distribución de carga.	  **2.** 

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

Criterio	Características	Comparación
	En la tercera imagen termográfica se observa una temperatura máxima de **42.7°C** en el conductor de la protección Q0 la cual alimenta aires acondicionados en el techo del tercer piso del edificio, **ΔT= 42.7°C – 29.4°C = 13.3°C**. El comportamiento térmico es compatible con operación bajo carga y no constituye evidencia concluyente de falla. Adicionalmente se recomienda hacer un seguimiento periódico termográfico para comprobar que los circuitos tengan temperatura de trabajo conforme a criterios de diferencial térmico y comparación entre componentes equivalentes establecidos en NETA MTS y NFPA 70B.	 3.  

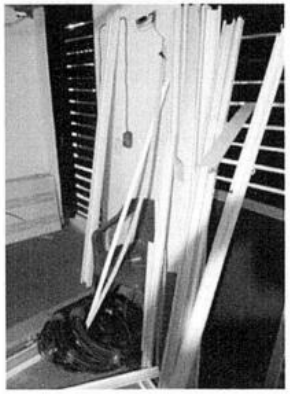
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

6.2.9 Condición de la infraestructura eléctrica sede antigua.

Para determinar la condición de la infraestructura eléctrica se realizó una inspección de cumplimiento normativo eléctrico en las instalaciones eléctricas basado en la NTC 2050 y en el Retie. El resultado de la inspección se presenta a continuación.

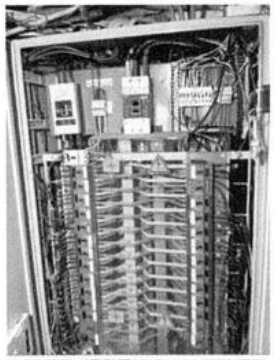
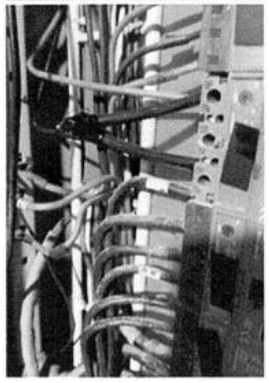
Tabla 33-Análisis cumplimiento RETIE infraestructura eléctrica

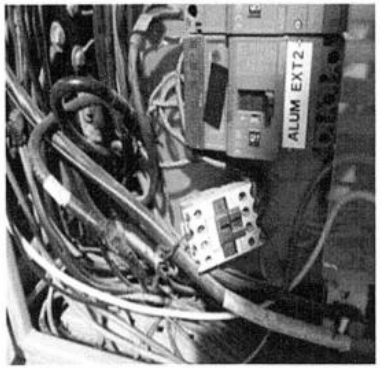
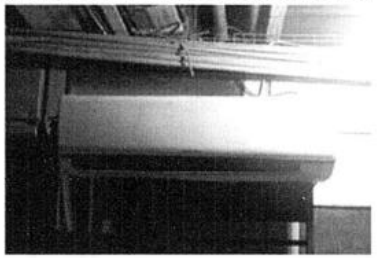
Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
Espacio Físico  	No	Señalización de seguridad: • Señalización de riesgo eléctrico ausente o inadecuada. Rutas de entrada/salida: • Falta de señalización de rutas de entrada y salida. • Iluminación deficiente en las rutas de acceso y salida. Areas del espacio de trabajo: • Obstáculos en zonas de	Alto	RETIE, NTC 2050, NTC 18001, Decreto 1072/2015 (SG-SST)	• Instalar señalización de riesgo eléctrico en la entrada del cuarto eléctrico y en las puertas de los tableros, según define la noma. • Fortalecer la iluminación del ambiente de trabajo incluso dentro de los gabinetes eléctricos. • Eliminar o extraer todo tipo de obstáculos, permitiendo el uso exclusivo de los cuartos eléctricos.

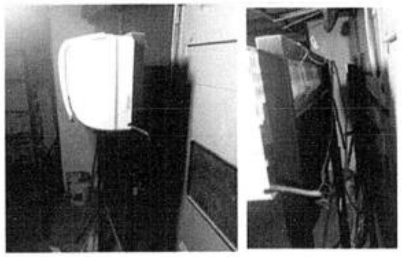
Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
		circulación del personal. • Falta de delimitación de zonas de trabajo y áreas restringidas. • Presencia de materiales inflamables en zonas no permitidas. • Peligro de tropiezos o caídas por desniveles sin señalizar. Iluminación de emergencia: • *No se cuenta con sistema de iluminación de emergencia.* • Orden y aseo: Falta de mantenimiento y limpieza en espacios de trabajo.			• Realizar limpieza a los cuartos eléctricos. • Instalar de manera urgente sistema de iluminación de emergencia.

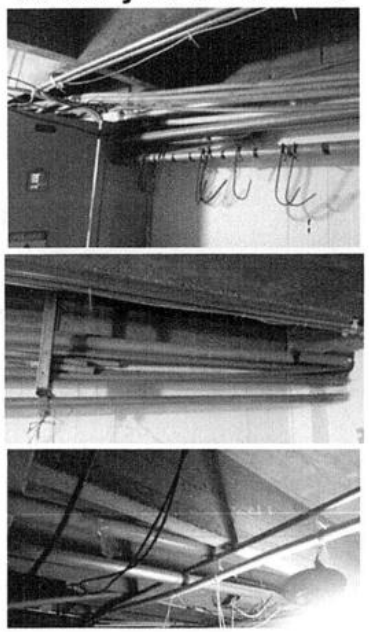
Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
Transformador  	No	• Limpieza del equipo: • Acumulación de polvo y suciedad en la superficie del transformador. • Falta de limpieza periódica según el plan de mantenimiento. • El transformador está ubicado en el exterior; sin embargo, el encerramiento del área presenta deterioro, carece de señalización reglamentaria y requiere mantenimiento general.	Medio	RETIE (Art. 28.4), NTC 4552, NTC 2050	• Reparar o reemplazar el encerramiento. • Implementar permisos de ingreso a personal no autorizado. • Señalizar de acuerdo con la norma e identificar el nivel de tensión del transformador. • Realizar mantenimiento al área del transformador, limpieza general y eliminar vegetación.
Celdas	No	• Diagrama unifilar ausente en la celda o subestación.	Alto	RETIE (Art. 20.7 y 28.5), NTC 2050	• Implementar diagrama unifilar desde transformador y que contemple todas las adecuaciones y

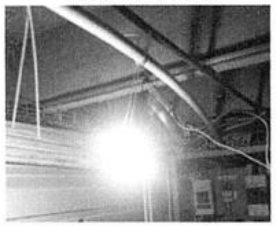
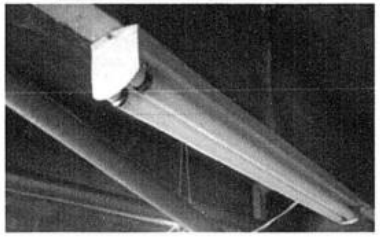
Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
		• Mantenimiento de celda de transformador y de medida.			modificaciones realizadas. • Realizar limpieza de celdas y revisión de conexiones.
Tableros	No	Condición del cableado: • Aislamiento del cableado deteriorado, con fisuras o desgaste visible. • Conductores expuestos o sin la protección mecánica adecuada. • Cableado mal organizado, con enredos o sin sujeción adecuada.	Alto	RETIE (28.7), NTC 2050, NTC 4552	• Reemplazar cableado deteriorado. Implementar protección mecánica de conductores. • Organizar cableado. • Implementar diagrama unifilar actualizado que contemple las modificaciones recientes de la instalación. • Implementar etiquetas de identificación de

Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
 		• Conexiones flojas o con terminales defectuosos. Permanencia y condición placa de características: • Información ilegible por desgaste, corrosión o suciedad. Respeto del código de colores: • Identificación deficiente de fases, neutro y tierra. Diagrama unifilar actualizado: • Diagrama unifilar ausente en el tablero., Identificación incorrecta o incompleta de los circuitos.,			elementos de desconexión según su circuito o propósito. • Retirar elementos que impidan la apertura de tableros. • Eliminar los obstáculos que o permiten la apertura a 90° de las puertas de los gabinetes.

Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
		• Formato deteriorado o ilegible Identificación medios de desconexión (Breaker): • Breakers sin etiquetas de identificación. • No se indica claramente el propósito de cada breaker. Algunos tableros presentan obstáculos que impiden su apertura a 90°			
Condición de aires acondiciona-dos 	No	Estado físico de equipos de aire acondicionado: • Fijaciones inadecuadas o equipo mal asegurado. Cableado de aires acondicionados: • Falta de protección	Medio	RETIE, NTC 2050	• Asegurar los equipos con fijaciones inadecuadas o con riesgo de caída. • Implementar protección mecánica en cableado expuesto conforme a norma.

Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
		mecánica en el cableado expuesto. Estado físico de consolas de aire acondicionado: Consolas mal fijadas o con riesgo de caída. Ducto, estado físico y correspondencia con su uso: • **Uso de ductos no adecuados para el tipo de cableado instalado.**			
Circuitos y Tomas 	No	Identificación y etiquetado según circuito: • Tomas sin etiquetas que indiquen el circuito al que pertenecen.	Alto	RETIE (28.9), NTC 2050	• Reemplazar los ductos inadecuados por los recomendados por la norma. • Implementar etiquetado en los tomacorrientes según el circuito al que pertenecen.

Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
Ductos y Canalizaciones 	No	Estado físico de ductos y canalizaciones: • Presencia de materiales no permitidos o inadecuados para la instalación. Continuidad mecánica y eléctrica: • Ductos plásticos sin refuerzo adecuado en uniones y derivaciones. Identificación y etiquetado: • Falta de identificación de ductos según su contenido (energía, datos, control). Correcto anclaje y soporte estructural: **Fijaciones flojas o con riesgo de desprendimiento.**	Alto	RETIE (28.6), NTC 2050	• Utilizar ductos con materiales permitidos por la norma, si son expuestos, den ser metálicos o plásticos con la certificación RETIE correspondiente.

Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
Iluminación   	No	Estado de bombillas y luminarias: • Bombillas fundidas o con bajo nivel de iluminación. • Luminarias con carcasas rotas o deterioradas. • Uso de bombillas inadecuadas para el tipo de luminaria instalada. Iluminación de emergencia funcional y operativa: • Iluminación de emergencia en ubicaciones incorrectas o insuficientes. Revisión de cableado y conexiones en luminarias: • **Conexiones eléctricas flojas o sin aislamiento adecuado.**	Alto	RETIE (Art. 29), NTC 2050, NTC 18001	• Cambiar las bombillas con bajo nivel de iluminación, y bombillas acordes con la luminaria instalada. • Implementar iluminación de emergencia adecuada y ubicada en ubicaciones correctas como rutas de salida, cuartos eléctricos, etc. • Realizar mantenimiento periódico de limpieza de componentes eléctricos, eliminando elementos de obstrucción. • Usar ductos adecuados para la instalación.

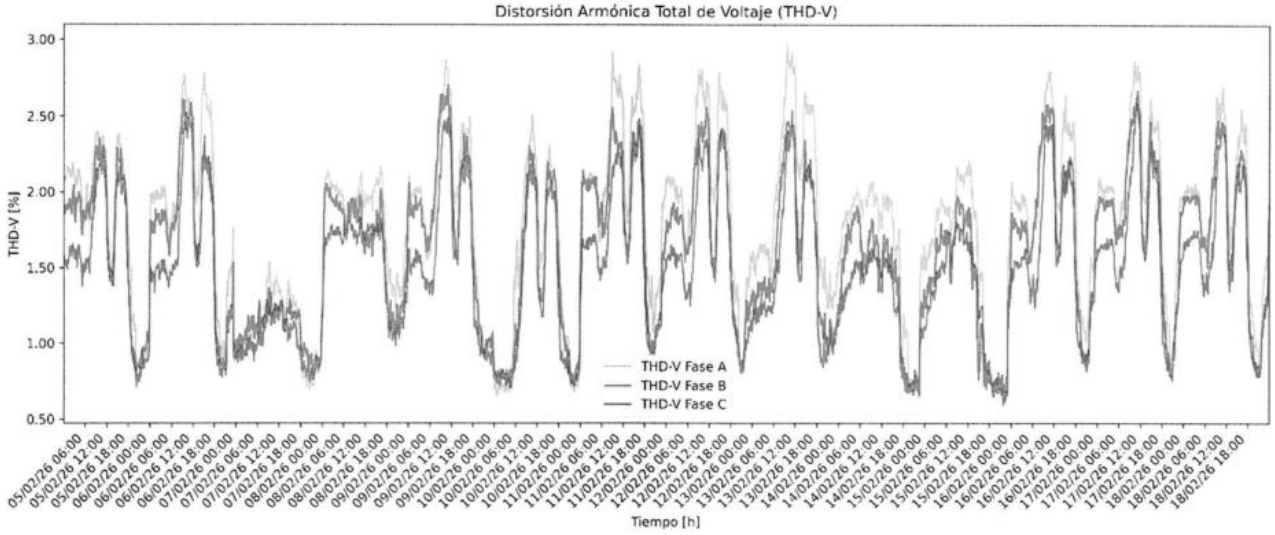
Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
		• Falta de puesta a tierra en luminarias metálicas. Ducto, estado físico y correspondencia con su uso: • Uso de ductos no adecuados para el tipo de cableado instalado. Presencia de suciedad, polvo o elementos obstructivos: Difusores opacos por suciedad, afectando la distribución de la luz.			

6.3 Tablero General De Distribución Sede Nueva Calidad de la energía

6.3.1 Distorsión Armónica de Tensión (THD-V)

La distorsión armónica de tensión fue evaluada en los puntos de medición representativos del sistema eléctrico institucional.

Ilustración 33 – Distorsión armónica de voltaje.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 34-Distorsión armónica de tensión por fase y total.

Fase	THD-V (%)	Límite recomendado (%)	Cumplimiento
Línea 1	1,79		Sí
Línea 2	1,5	≤ 5 %	Sí
Línea 3	1,61		Sí
Total	1,63	≤ 8 %	Si

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

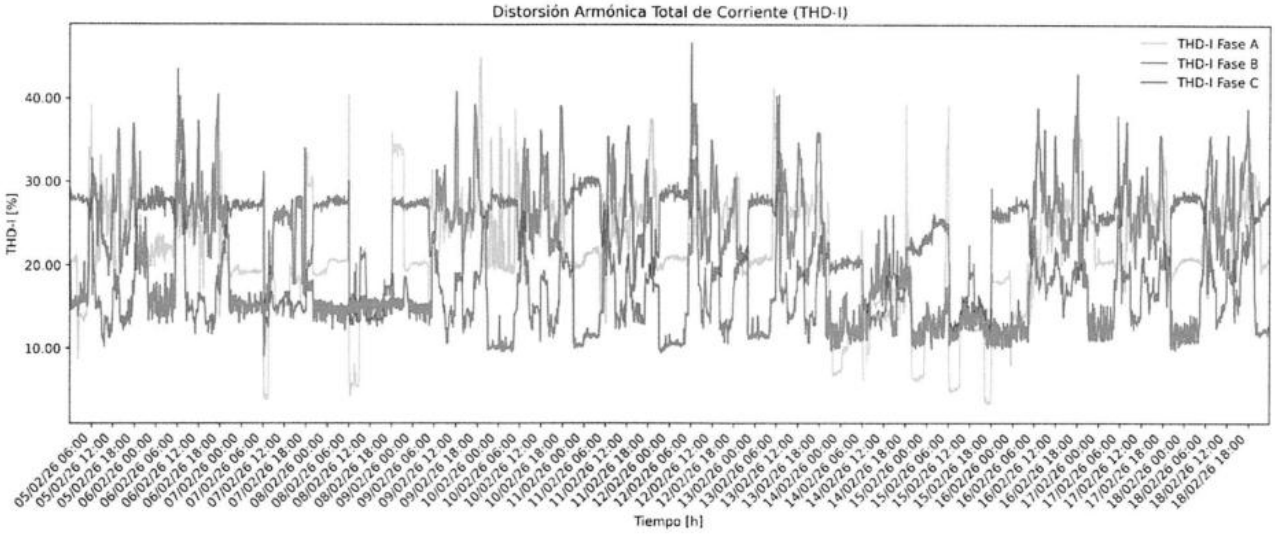
Los valores registrados durante las mediciones de calidad de energía evidencian que los niveles de distorsión armónica de tensión se mantienen por debajo del 5 % por fase y del 8 % total del sistema. Estos resultados indican que la instalación eléctrica evaluada no presenta afectaciones significativas asociadas a armónicos y que opera dentro de los límites permisibles establecidos por la Resolución CREG 025 de 1995 y la norma IEEE 519-2014.

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

6.3.2 Distorsión Armónica de Corriente (THD-I)

La distorsión armónica de corriente se analizó con el fin de evaluar el impacto de las cargas electrónicas presentes en la instalación.

Ilustración 34 – Distorsión armónica de corriente y potencia activa.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 35-Distorsión armónica de corriente por fase y total.

Línea	THD-I (%)	Límite recomendado (%)	Cumplimiento
Línea 1	41,33		No
Línea 2	34,62		No
Línea 3	28,62	≤ 5 %	No
Total	34,86		No

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

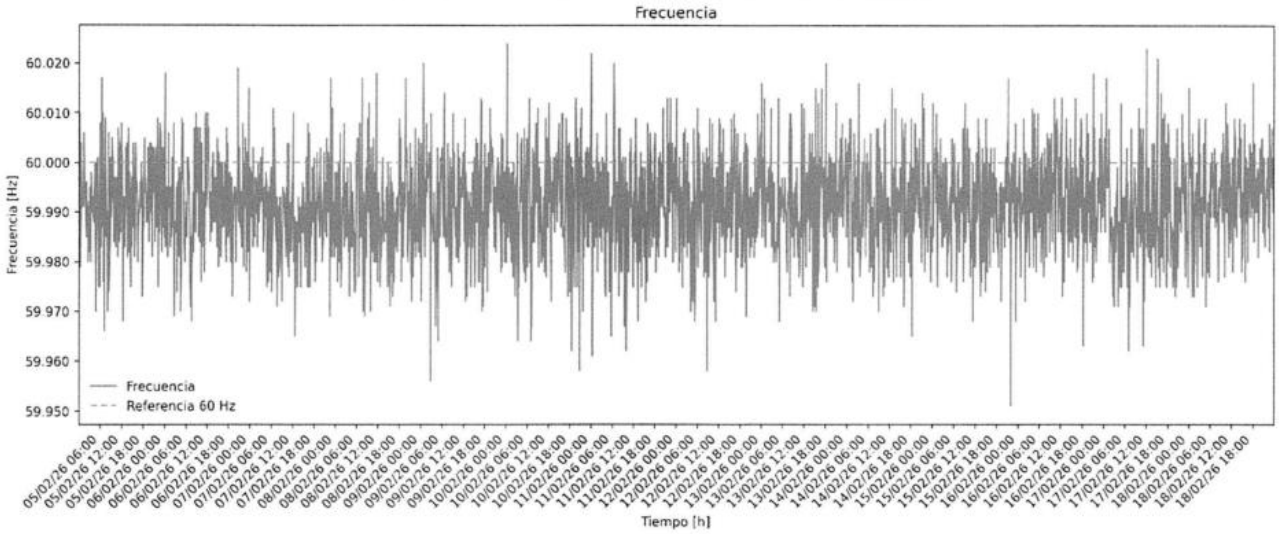
Los valores de distorsión armónica total de corriente (THD-I) registrados evidencian una contribución significativa de corrientes armónicas, con niveles superiores al 5 %. Estos resultados indican que la instalación evaluada excede los límites admisibles establecidos para este parámetro, lo cual representa un incumplimiento de los criterios definidos en la Resolución CREG 025 de 1995 y en la norma IEEE 519-2014, pudiendo generar efectos adversos sobre la operación del sistema eléctrico, tales como sobrecalentamiento de conductores, afectación de equipos sensibles y disminución de la calidad de energía en el punto de conexión común.

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

6.3.3 Frecuencia del Sistema

La frecuencia fue evaluada durante todo el período de medición para verificar la estabilidad del suministro eléctrico.

Ilustración 35 – Frecuencia eléctrica del sistema.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 36-Registro de frecuencia del sistema.

Parámetro	Valor
Frecuencia mínima registrada	59,99 Hz
Frecuencia máxima registrada	60,03 Hz
Frecuencia promedio	59,94 Hz
Frecuencia nominal del sistema	60 Hz
Cumplimiento normativo	Sí

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

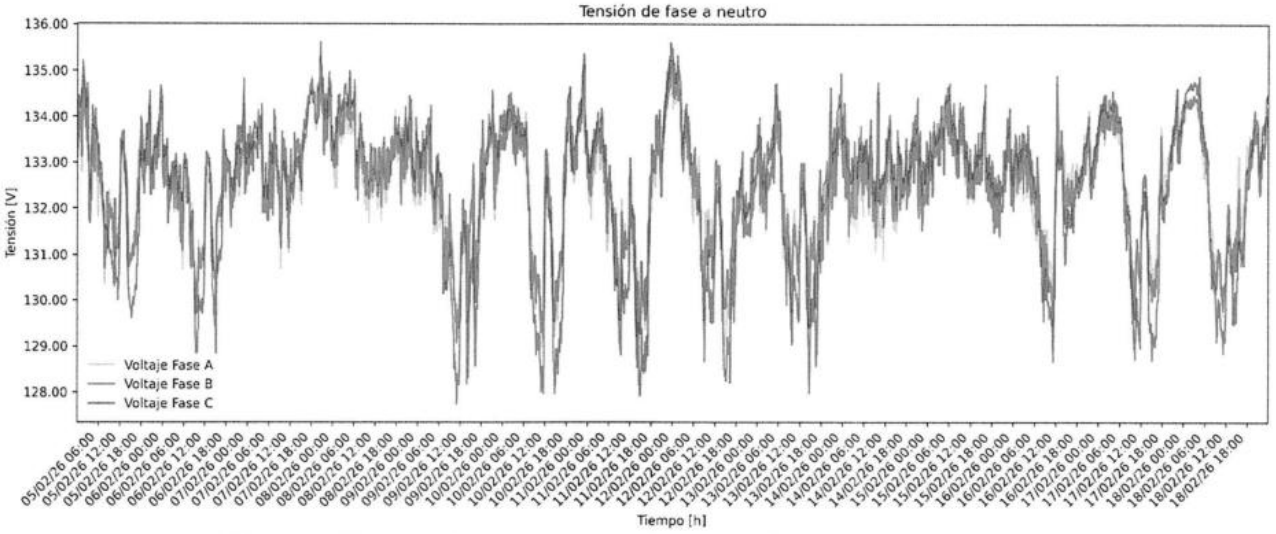
La frecuencia se mantuvo dentro de los rangos permitidos por la regulación colombiana, evidenciando estabilidad del suministro eléctrico desde el operador de red.

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

6.3.4 Tensión de fase

La tensión promedio de fase se determinó a partir del conjunto de datos registrados durante todo el periodo de medición, con el propósito de verificar la estabilidad del nivel de tensión y su cumplimiento frente a los rangos admisibles establecidos por la normativa vigente.

Ilustración 36 – Tensión de fase del sistema.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 37-Registro de Tensiones de fase.

Fase	Tensión promedio (V)	Tensión máxima (V)	Tensión mínima (V)
Línea 1	132,49	135,43	128,78
Línea 2	132,49	135,74	127,7
Línea 3	132,52	135,38	128,96

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

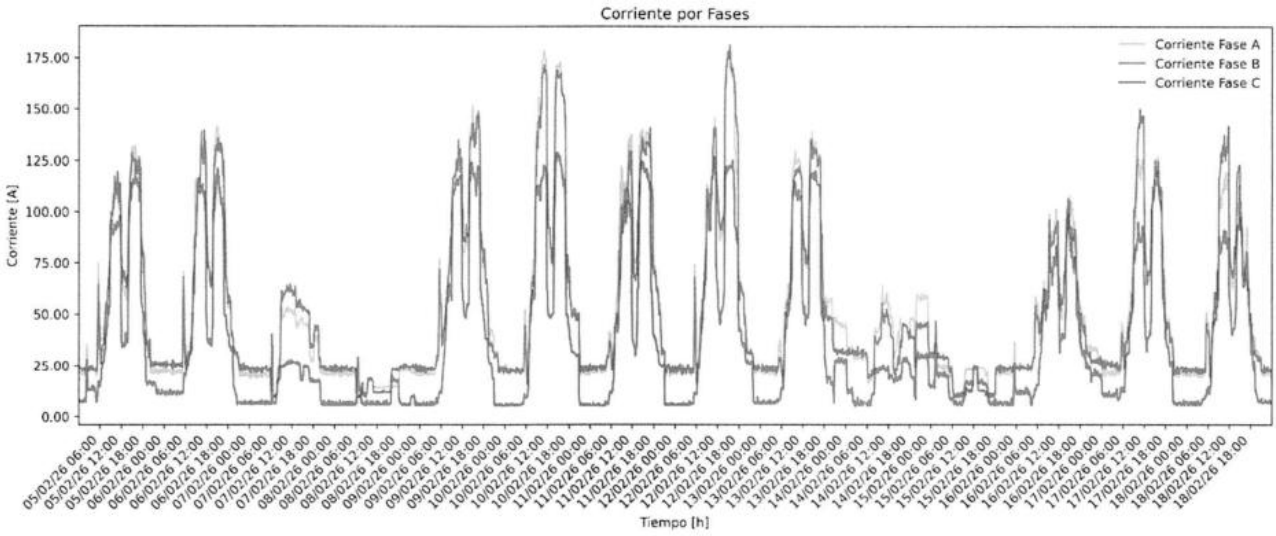
Valores de **tensión promedio** se encuentra **fuera** de los límites permitidos (108V y 132V), según la Resolución CREG 025 de 1995 y la NTC 1340 para evitar penalizaciones.

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

6.3.5 Corriente por fase y desbalance de corriente

La corriente del sistema por fase y el desbalance de cargas fue evaluado mediante el análisis comparativo de corrientes.

Ilustración 37 – Corriente por fase del sistema.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 38-Valores promedio y máximos de corriente por línea y porcentaje de desbalance de corriente.

Línea	Corriente promedio (A)	Corriente máxima (A)	Desbalance de corriente (%)	Valor recomendado	Cumplimiento
L1	52,44	173.6		≤ 5 %	Si
L2	51,93	174	23,97	≤ 5 %	Si
L3	35,43	124.99		≤ 5 %	Si

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

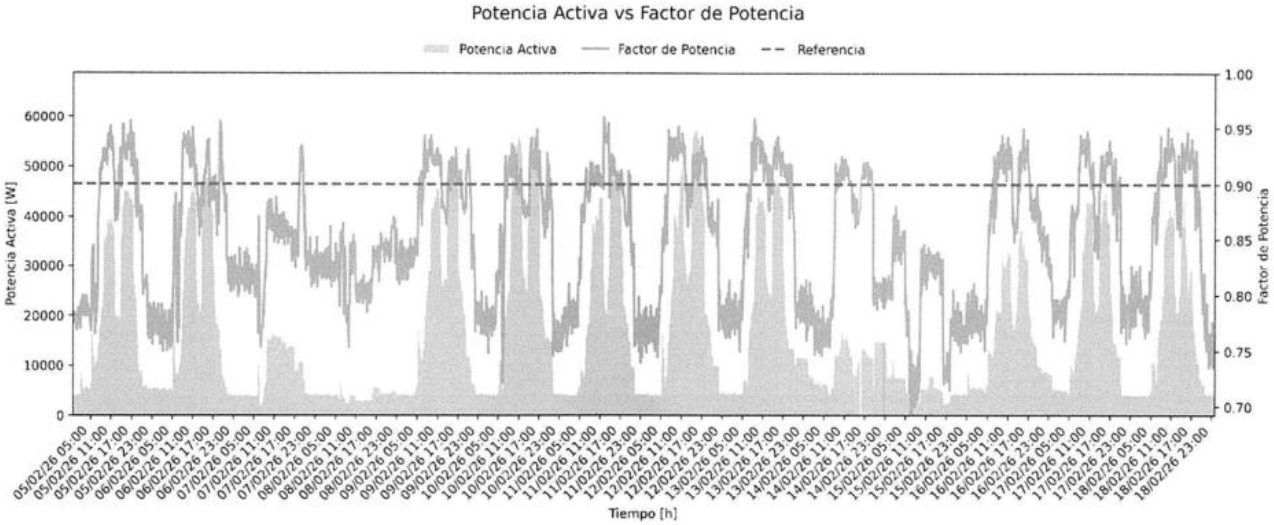
Se evidencian desbalances entre fases que **superan** el 5% establecido en la norma IEEE 1159-2019, lo cual puede generar sobrecargas localizadas y reducción de la vida útil de los equipos eléctricos.

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

6.3.6 Factor de Potencia

El factor de potencia promedio obtenido durante la instalación es el siguiente:

Ilustración 38 – Factor de potencia y potencia activa.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 39-Valor promedio del factor de Potencia.

Variable	Valor medido	Cumple / No cumple
Factor de Potencia FP	0,85	No Cumple

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

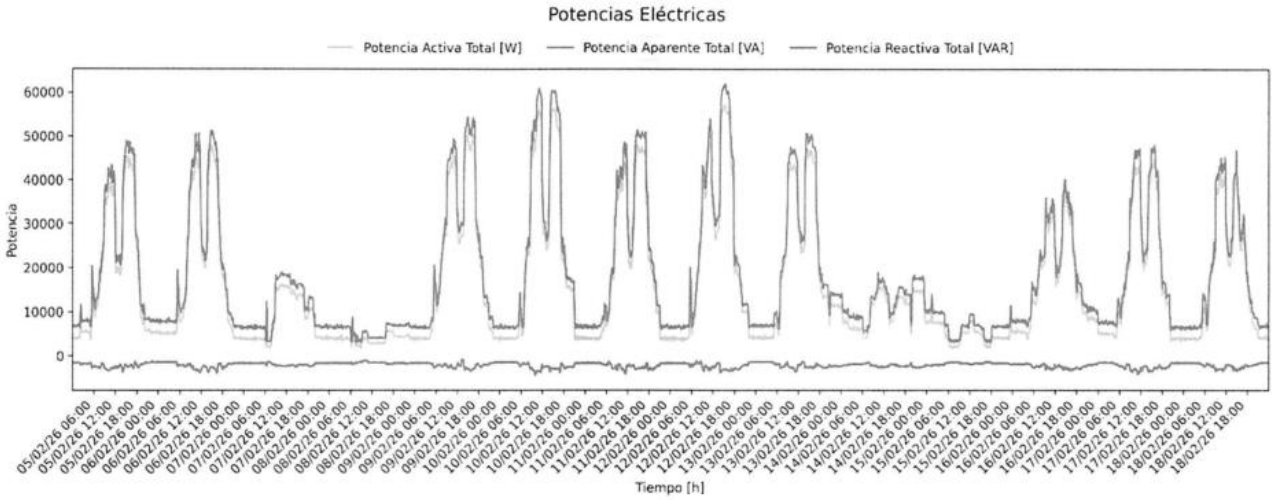
El Factor de Potencia es inferior a 0,9, **no cumple** con el valor mínimo aceptable establecido por la CREG 015 de 2018 y la NTC 1340 para evitar penalizaciones.

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

6.3.7 Potencias Activa, Aparente y Reactiva

Las potencias activas, aparente y reactivas obtenidas durante el periodo de medición son las siguientes:

Ilustración 39 – Potencia activa, aparente y reactiva.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Tabla 40-Valor total potencia activa, aparente y reactiva.

Variable	Valor medido Promedio	Valor medido Máximo	Valor medido Mínimo
Potencia Activa (W)	15759	56191	2026
Potencia Aparente (VA)	18315	60843	3339
Potencia Reactiva (Var)	-2112	-1143	-3716

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

A partir de las mediciones realizadas, se analiza el comportamiento de las potencias activa, aparente y reactiva durante el periodo evaluado, evidenciando un perfil de carga variable con ciclos operativos definidos.

La **potencia activa** presenta un valor promedio de **15.759 W**, con un mínimo de **2.026 W** y un máximo de **56.191 W**, lo cual indica una alta variabilidad en la demanda eléctrica del sistema. Este comportamiento es consistente con el uso de instalaciones de tipo administrativo, donde se presentan periodos de baja carga fuera de horario laboral y picos asociados a la operación simultánea de múltiples equipos.

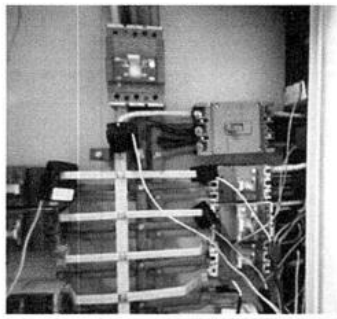
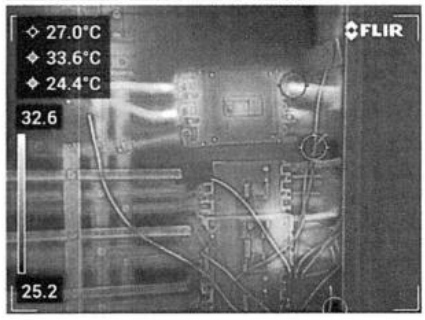
La **potencia aparente** registra un valor promedio de **18.315 VA**, con un máximo de **60.843 VA** y un mínimo de **3.339 VA**, siguiendo una tendencia directamente proporcional a la potencia activa,

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

lo que evidencia estabilidad en el comportamiento del sistema y ausencia de distorsiones significativas en la relación entre ambas magnitudes. En cuanto a la **potencia reactiva**, se presentan valores negativos durante todo el periodo analizado, con un promedio de **-2.112 VAR**, un máximo de **-1.143 VAR** y un mínimo de **-3.716 VAR**. Este fenómeno suele estar asociado a la existencia de UPS o equipos electrónicos que generan compensación reactiva de manera inherente.

6.3.8 Termografía

Tabla 41-Análisis termográfico

Criterio	Características	Comparación
Tablero principal Subestación nueva	**Condiciones generales de medición:** • **Temperatura ambiente registrada:** 24.4°C • **Rango térmico máximo observado en componentes:** 33,6°C • **Correspondiente a**: Protección eléctrica. Temperatura promedio en la termografía: • **Valor:** (27,0°C ≤ 40°C) La temperatura registrada no constituye por sí sola una condición anómala, dado que los valores observados corresponden a un incremento térmico moderado, presentando una diferencia aproximada de **9,2°C** respecto a la temperatura ambiente. Se evidencia mayor concentración térmica en dos de las tres fases, condición compatible con la alimentación de cargas bifásicas, tales como equipos de aire acondicionado tipo Split u otras cargas conectadas entre dos fases. Adicionalmente se recomienda hacer un seguimiento periódico termográfico para comprobar que los circuitos tengan temperatura de trabajo conforme a criterios de diferencial térmico y comparación entre componentes equivalentes establecidos en NETA MTS y NFPA 70B.	 

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

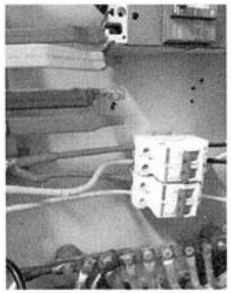
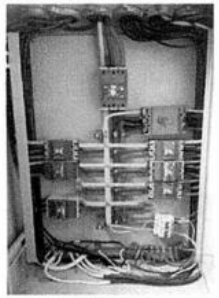
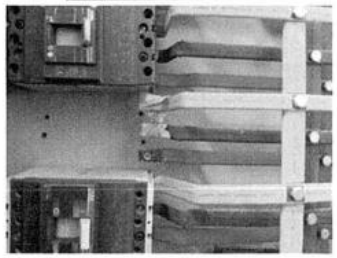
6.3.9 Condición de la infraestructura eléctrica sede nueva.

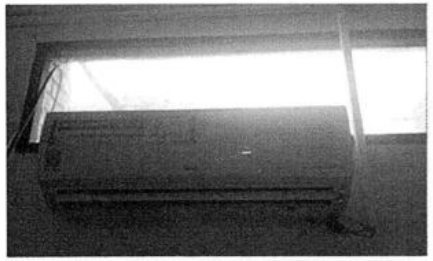
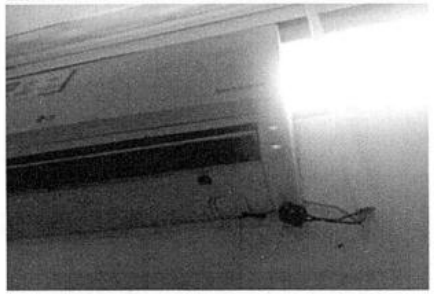
Para determinar la condición de la infraestructura eléctrica se realizó una inspección de cumplimiento normativo eléctrico en las instalaciones eléctricas basado en la NTC 2050 y en el Retie. El resultado de la inspección se presenta a continuación.

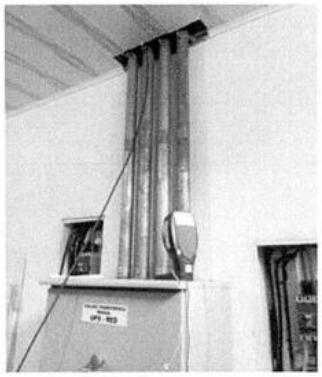
Tabla 42-Análisis cumplimiento RETIE infraestructura eléctrica.

Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
Espacio Físico  	No	Señalización de seguridad: • No se encuentran instaladas las señales de seguridad requeridas. Areas del espacio de trabajo: • Espacio insuficiente para una operación segura. • Obstáculos en zonas de circulación del personal. • Falta de delimitación de zonas de trabajo y áreas restringidas. Orden y aseo:	Alto	RETIE, NTC 2050, NTC 18001, Decreto 1072/2015 (SG-SST)	• Implementar permisos y barreras de restricción de acceso a personal no autorizado. • Delimitar y señalizar de acuerdo con la norma. • Realizar limpieza a los cuartos eléctricos. • Rotular todos los ductos. • Reinstalar soportes de

Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
		• Acumulación de materiales o herramientas en áreas de trabajo. • Basura acumulada en zonas críticas de la instalación • Falta de mantenimiento y limpieza en espacios de trabajo.			canalizaciones, sustituir anclajes deteriorados.
Transformador	-		-	RETIE (Art. 28.4), NTC 4552, NTC 2050	
Celdas	-	•	-	RETIE (Art. 20.7 y 28.5), NTC 2050	
Tableros	No	Permanencia y condición placa de características: • Placa de características ausente o extraviada. Diagrama unifilar actualizado:	Medio	RETIE (28.7), NTC 2050, NTC 4552	• Implementar diagrama unifilar actualizado que contemple las modificaciones recientes de la instalación.

Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
  		• Diagrama unifilar ausente en el tablero. Identificación medios de desconexión (Breaker): • Breakers sin etiquetas de identificación. Protección interior Vs. contacto directo: • Partes energizadas expuestas sin aislamiento adecuado.			• Implementar etiquetas de identificación de elementos de desconexión según su circuito o propósito. • Implementar protección interior contra el contacto directo y aislar partes energizadas.
Condición de aires acondiciona-dos	No	Cableado de aires acondicionados: • Falta de protección mecánica en el cableado expuesto.	-	RETIE, NTC 2050	•

Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
 					
Circuitos y Tomas	Si	• Tomacorrientes en buenas condiciones.	Alto	RETIE (28.9), NTC 2050	•
Ductos y Canalizaciones	Si	• Estado físico de ductos en buenas condiciones.	Bajo	RETIE (28.6), NTC 2050	•

Instalaciones Eléctricas	Cumple (S/N)	Hallazgo	Valoración del riesgo	Normativa asociada	Recomendaciones
					
Iluminación	Si	• Estado de bombillas y luminarias en condiciones favorables.	Alto	RETIE (Art. 29), NTC 2050, NTC 18001	•

6.4 Consolidado de datos y mediciones

Se realiza el consolidado de los circuitos medidos en los dos tableros, el antiguo y el nuevo, con el propósito de caracterizar el consumo por circuito, el consumo aportado total por tablero y los circuitos que más influyen o aportan al desbalance de corriente total de la edificación. Esta información se describe en seguida

6.4.1 Consumo total por circuito

Tabla 43-Consumo por circuito de los tableros de distribución principal.

TABLERO	CIRCUITOS	Consumo semanal por Circuito
ANTIGUO	Hacienda	1165,751 kWh
	Secretaria Infraestructura	1140,846 kWh
	Oficinas Concejo	1012,706 kWh
	Planeación cuarto TIC Regulado	936,079 kWh
	TICS 2	761,313 kWh
	TICS	746,536 kWh
	Planeación	576,577 kWh
	Talento Humano	601,607 kWh
	Secretaria Infraestructura Regulado	414,239 kWh
	Hacienda Regulado	346,356 kWh
	Control interno	237,27 kWh
	Almacén	302,229 kWh
	Secetaría general	231,733 kWh
	Correspondencia	196,868 kWh
	Sótano	223,621 kWh
	Sistemas	197,214 kWh
	Sala de reuniones planeación	248,44 kWh
	TICS regulado	183,45 kWh
	Despacho	14,641 kWh
NUEVO	TAA-2P	1950,804 kWh
	TN1-3P TN2-P3 TN3-3P	1427,216 kWh
	TAA-1P	914,404 kWh
	TN-2P	654,286 kWh
	TR-1P1	199,498 kWh
	Sucursal Banco de Bogotá	104,5 kWh
	TN-1P	82,736 kWh
Total General		14870,920 kWh

P1= Primer Piso
P2 = Segundo Piso
P3 = Tercer Piso

TAA= Tablero de Aire Acondicionado
TN = Tablero de Tomas Normales
TR = Tablero de Tomas Reguladas

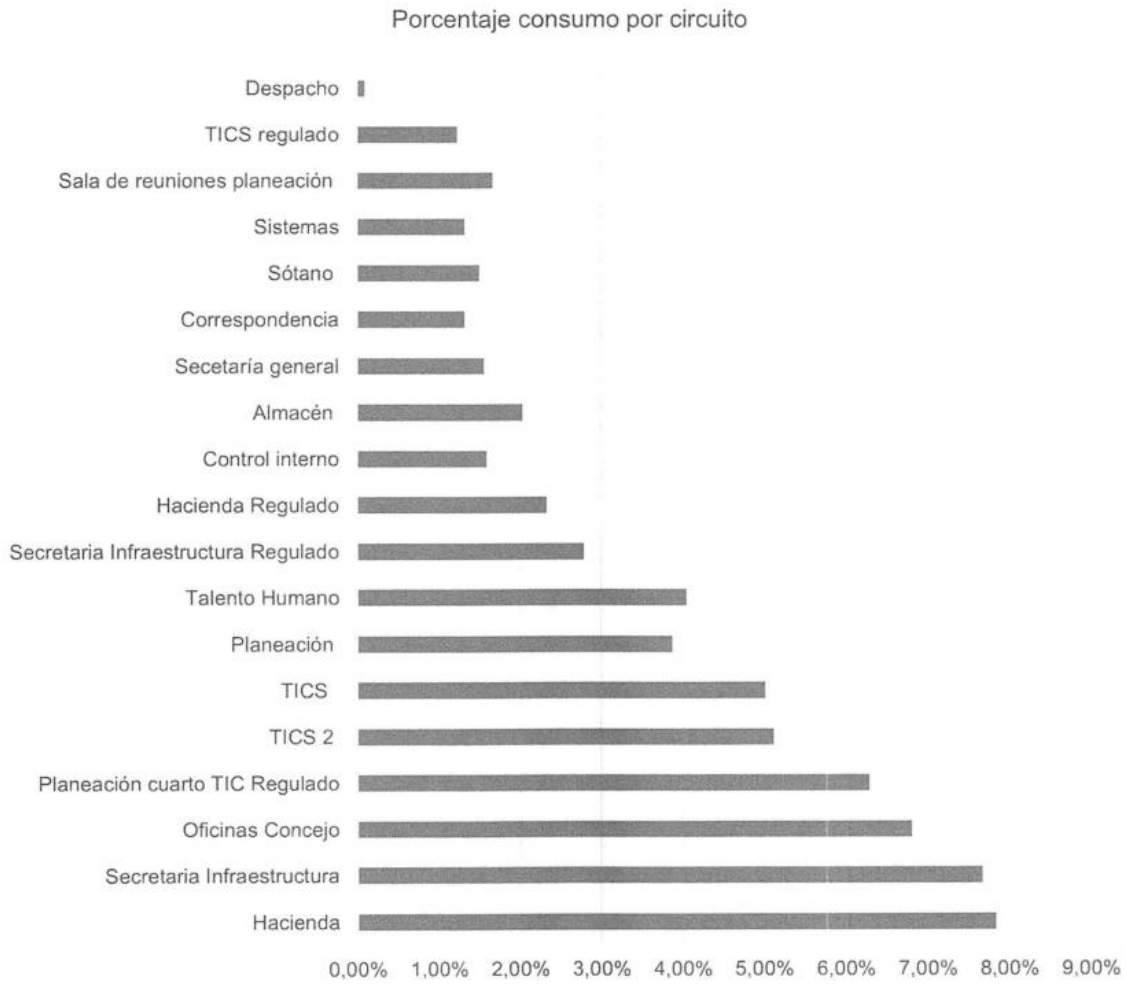
Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

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

La tabla 43 permite distinguir el consumo por circuito en los dos tableros, donde se puede observar que la mayoría de los circuitos están conectados del tablero antiguo representando la mayor parte del consumo, pero también se aprecia que el circuito TAA-2P es el circuito de mayor consumo siendo de los circuitos conectados al tablero de distribución nuevo.

La siguiente imagen permite apreciar los circuitos de mayor demanda que hay en el tablero antiguo.

Ilustración 40 – Consumo semanal tablero antiguo.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

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

La siguiente imagen permite apreciar los circuitos de mayor demanda que hay en el tablero nuevo.

Tabla 44-Consumo semanal tablero nuevo.

TABLERO	CIRCUITOS	Desbalance
ANTIGUO	Hacienda	20%
	Secretaria Infraestructura	13%
	Oficinas Consejo	44%
	Planeación cuarto Tic Regulado	86%
	Tics 2	33%
	Tics	78%
	Talento Humano	37%
	Planeacion	38%
	Secretaria Infraestructura Regulado	5%
	Hacienda Regulado	18%
	Almacén	42%
	Sala de Reuniones Planeacion	88%
	Secretaría General	54%
	Sótano	72%
	Control Interno	81%
	Sistemas	30%
	Tics Regulado	72%
	Correspondencia	66%
	Despacho	100%
NUEVO	TAA-2P	8%
	TN1-3P TN2-3P TN3-3P	75%
	TAA-1P	57%
	TN-2P	53%
	TR-1P1	47%
	Sucursal Banco de Bogotá	100%
	TN-1P	155%

P1= Primer Piso

P2 = Segundo Piso

P3 = Tercer Piso

TAA= Tablero de Aire Acondicionado

TN = Tablero de Tomas Normales

TR = Tablero de Tomas Reguladas

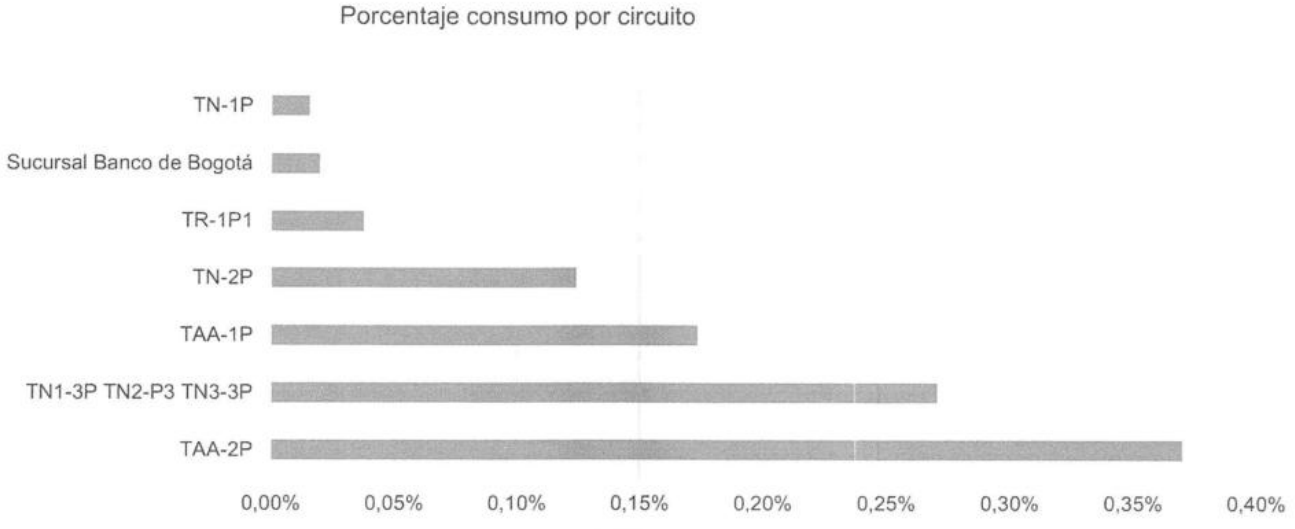
Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

De una manera similar se presentan los datos de desbalance de corriente por circuito, con el fin de determinar los circuitos que más aportan al desbalance total de las cargas. Aunque algunos circuitos como el TN-1P presentan un desbalance de corriente de más del 150%, hay que denotar que también es el circuito que menor consumo representa de la lista anterior, es decir, los circuitos que más consumo tienen y que presentan desbalance de corriente considerable son los que más

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

aportan al desbalance total de corriente, los circuitos como el ya mencionado, tiene alto desbalance, pero su aporte al total es mínimo.

Ilustración 41 – Consumo semanal tablero nuevo.



Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

6.4.2 Conclusiones y recomendaciones generales al eléctrico existente

Con base en la inspección realizada a la infraestructura eléctrica de la sede administrativa principal de la Alcaldía de Yopal, el análisis termográfico ejecutado y la verificación de condiciones normativas conforme al RETIE, NTC 2050 y demás reglamentación aplicable, se concluye y recomienda lo siguiente:

Tabla 45-Hallazgos, Soluciones propuestas, recomendaciones y estudios necesarios

Hallazgo técnico	Solución propuesta	Recomendaciones-Estudios necesarios
Deficiencias en señalización, rotulación y documentación	Actualización integral conforme a RETIE	Se recomienda implementar señalización reglamentaria conforme al RETIE mediante la instalación de avisos visibles de riesgo eléctrico, niveles de tensión y uso obligatorio de EPP; establecer control de acceso con

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

Hallazgo técnico	Solución propuesta	Recomendaciones-Estudios necesarios
		cerraduras o sistemas restringidos; realizar delimitación física con barreras o demarcación en piso; y ejecutar un plan de rotulación técnica normalizada (códigos, identificación de circuitos, tensiones y rutas), verificando su permanencia mediante inspecciones periódicas.
Deficiencias en el encerramiento y ausencia de señalización adecuada en el transformador	Actualización integral conforme a RETIE	Se recomienda reparar y reforzar el cerramiento perimetral garantizando condiciones de seguridad mecánica y eléctrica; instalar señalización de alto voltaje y riesgo eléctrico conforme a RETIE; y ejecutar mantenimiento preventivo que incluya limpieza, ajuste de conexiones, pruebas dieléctricas y registro documentado de actividades.
Tableros sin rotulación adecuada de breakers y obstáculos que impiden su apertura reglamentaria.	Actualización integral conforme a RETIE y NTC2050	Implementar etiquetado claro, indeleble y normalizado en cada breaker; retirar obstáculos y garantizar distancias mínimas de trabajo conforme a NTC 2050; y establecer un programa de mantenimiento que incluya inspecciones visuales y verificación de protecciones.
luminarias con bajo nivel de iluminación, bombillas inadecuadas y deficiencias en iluminación de emergencia	Actualización integral conforme a RETILAP	Se recomienda realizar un estudio de niveles de iluminación (luxometría); sustituir luminarias por

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

Hallazgo técnico	Solución propuesta	Recomendaciones-Estudios necesarios
tanto de los cuartos eléctricos como a nivel general, lo cual puede afectar condiciones de evacuación y confort visual.		tecnología eficiente (LED) con niveles adecuados; instalar sistemas de iluminación de emergencia con autonomía certificada en rutas de evacuación y áreas críticas; y establecer mantenimiento periódico que incluya limpieza de luminarias y pruebas funcionales.
Las temperaturas máximas registradas durante el análisis termográfico se encuentran dentro de rangos normales de operación y no evidencian condiciones anómalas en los circuitos de los tableros generales de distribución, tanto de la sede nueva como de la sede antigua. No obstante, se identificó una mayor concentración térmica en dos de las tres fases de la protección Q9 del tablero general de la sede nueva, el cual alimenta los tres tableros de distribución del piso 3.	Seguimiento termográfico y verificación operativa del circuito	Se recomienda hacer un seguimiento periódico termográfico para comprobar que esta protección mantenga una temperatura de trabajo conforme a criterios de diferencial térmico entre fases establecidos en NETA MTS y NFPA 70B.
Niveles elevados de distorsión armónica de corriente (THD-I) y bajo factor de potencia	Evaluar implementación de un sistema integral tipo Filtro Activo de Armónicos (AHF) con compensación reactiva (SVG)	Realizar dimensionamiento detallado del equipo con base a los resultados obtenidos de las mediciones, análisis detallado de perfil de carga y validación de punto óptimo de conexión
Posible sobrecarga del neutro	Verificación del conductor del neutro y su capacidad	Conforme a los criterios de la NTC 2050 respecto al cálculo de conductores y

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

Hallazgo técnico	Solución propuesta	Recomendaciones-Estudios necesarios
		considerando la presencia de cargas no lineales generadoras de armónicos, se recomienda verificar la capacidad del conductor del neutro. En este tipo de instalaciones, las buenas prácticas de diseño suelen considerar neutros del 150% o hasta 200% de la fase, según resultado de memoria de cálculo.
Posible desbalance de cargas en circuitos asociados	Redistribución de cargas entre fases	Se recomienda identificar las cargas por circuito final y ejecutar el balance mediante reasignación de circuitos monofásicos y bifásicos, procurando mantener niveles de corriente similares entre fases y reducir el desbalance.
Capacidad limitada del sistema UPS existente, el cual no garantiza continuidad operativa ante eventos prolongados de interrupción del servicio.	Implementación de un sistema de respaldo complementario mediante grupo electrógeno para asegurar la operación de cargas críticas	Estudio de cargas críticas reales, coordinación operativa entre UPS y grupo electrógeno, definición de autonomía requerida y análisis de viabilidad técnica y económica

Fuente: Elaboración propia a partir de mediciones en campo

Las actividades propuestas en la columna de "Recomendaciones / Estudios necesarios" requieren un nivel de detalle superior al alcance de diagnóstico inicial, debido a que implican:

- Análisis detallado de cargas por circuito y comportamiento dinámico del sistema
- Estudios de coordinación e interacción entre equipos eléctricos
- Desarrollo de ingeniería de detalle para implementación

El desarrollo de estas etapas debe enmarcarse en el cumplimiento de la normatividad técnica vigente aplicable en Colombia, especialmente el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

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

– RETIE (Resolución 40117 de 2024), el cual establece los requisitos de seguridad eléctrica para diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones; así como la NTC 2050 (Código Eléctrico Colombiano), que define los criterios técnicos de diseño y dimensionamiento de sistemas eléctricos. De manera complementaria, se deben considerar los lineamientos del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP (Resolución 40150 de 2024) cuando las intervenciones involucren sistemas de iluminación o control asociado.

En el ámbito de gestión energética, estas actividades también se alinean con la norma ISO 50001:2019, la cual promueve la mejora continua del desempeño energético mediante la implementación de sistemas de gestión basados en datos, y con la ISO 50002:2018, que establece los principios para la realización de auditorías energéticas detalladas, incluyendo la necesidad de análisis técnicos avanzados antes de la toma de decisiones de inversión.

En consecuencia, el sistema eléctrico del edificio se encuentra en condiciones operativas funcionales; sin embargo, se identifican oportunidades relevantes de mejora en aspectos como la calidad de energía, el balance de cargas, la actualización de la documentación técnica y la modernización de la infraestructura de monitoreo y control. La implementación de cualquier solución derivada de este estudio debe realizarse bajo un enfoque integral de ingeniería, soportado en estudios de detalle que garanticen la confiabilidad, seguridad eléctrica, eficiencia energética y cumplimiento normativo aplicable.

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

En consecuencia, el sistema eléctrico del edificio se encuentra en condiciones operativas funcionales; sin embargo, se identifican oportunidades relevantes de mejora en aspectos como la calidad de energía, el balance de cargas, la actualización de la documentación técnica y la modernización de la infraestructura de monitoreo y control. La implementación de cualquier solución derivada de este estudio debe realizarse bajo un enfoque integral de ingeniería, soportado en estudios de detalle que garanticen la confiabilidad, seguridad eléctrica, eficiencia energética y cumplimiento normativo aplicable.

7. Estudio de iluminación

El estudio de iluminación se desarrolló con el objetivo de evaluar las condiciones del sistema de alumbrado interior de la edificación, verificando los niveles de iluminación, la eficiencia del sistema instalado y su cumplimiento con la normativa técnica vigente en Colombia. Este análisis se realizó con base en los lineamientos establecidos en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), el cual define los requisitos técnicos para el diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas de iluminación en edificaciones públicas y privadas, garantizando condiciones adecuadas de seguridad, eficiencia energética y confort visual. De manera complementaria, se consideran los lineamientos del RETIE (Resolución MinMinas 40117 de 2024), así como las normas ISO 50001:2019 e ISO 50002:2018, orientadas a la gestión de la energía y a la realización de auditorías energéticas.

El desarrollo del estudio incluyó la revisión de los sistemas de iluminación existentes, el levantamiento de información en campo y la verificación del cumplimiento normativo aplicable. En este proceso se realizó el inventario de luminarias instaladas en la edificación, con el fin de determinar la composición del sistema de iluminación y su nivel de eficiencia energética.

Adicionalmente, se efectuó el análisis de niveles lumínicos en las zonas de trabajo, mediante la verificación en sitio de las condiciones de iluminación en diferentes espacios de la edificación, con el propósito de identificar la adecuación de los niveles de luz respecto a las actividades desarrolladas en cada área. Este análisis permitió establecer el comportamiento general del sistema y su relación con el confort visual de los usuarios.

Finalmente, como parte del alcance del estudio, se efectuó el levantamiento eléctrico y la revisión del cumplimiento normativo RETIE y RETILAP, incorporando recomendaciones técnicas orientadas al mejoramiento del diseño de los sistemas eléctricos y de iluminación bajo criterios de eficiencia energética, con el objetivo de dar cumplimiento a la normativa vigente y optimizar el desempeño energético de la edificación.

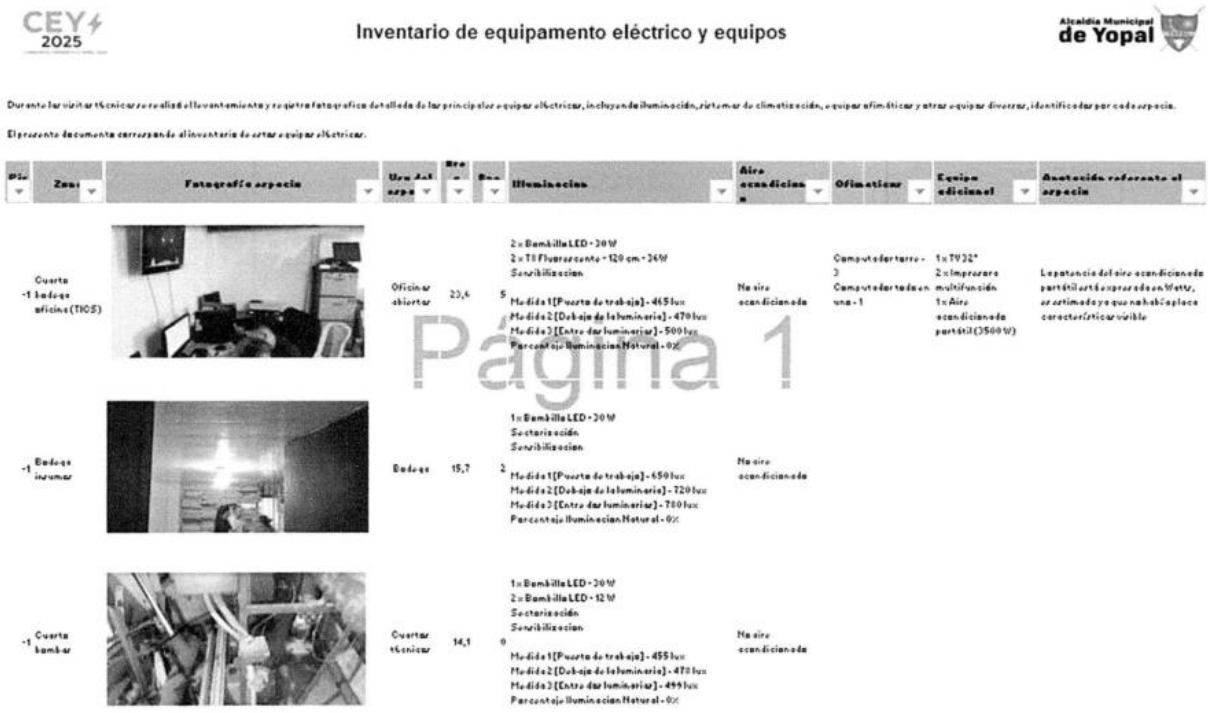
7.1 Inventario equipamiento eléctrico

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

Durante las visitas técnicas se realizó el levantamiento y registro detallado de los principales equipos eléctricos, incluyendo Iluminación, bombas, sistemas de climatización, especificado por espacios.

El documento completo del inventario se adjunta al presente informe. (Ver Anexo 4)

Ilustración 42 – Vista del inventario



CEY 2025

Inventario de equipamento eléctrico y equipos

Alcaldía Municipal de Yopal

Durante las visitas técnicas se realizó el levantamiento y registro fotográfico 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	Fotografía espacio	Uso del espacio	Área (m²)	Personas	Iluminación	Aire acondicionado	Ofimáticos	Equipos adicionales	Anotación referente al espacio
-1	Cuarto bodega oficina (TICS)		Oficinas abiertas	23,6	5	2 x Bombilla LED - 20 W 2 x T8 Fluorescente - 120 cm - 36W Sectorización Sensibilización Medida 1[Puesto de trabajo] - 465 lux Medida 2[Debajo de la luminaria] - 470 lux Medida 3[Entre dos luminarias] - 500 lux Porcentaje Iluminación Natural - 0%	No aire acondicionado	Computador de torre - 3 Computador todo en uno - 1	1 x T932* 2 x Impresora multifunción 1 x Aire acondicionado portátil(3500 W)	La potencia del aire acondicionado portátil está expresada en Watts, se estimado ya que no había placa característica visible
-1	Bodega inumac		Bodega	15,7	2	1 x Bombilla LED - 20 W Sectorización Sensibilización Medida 1[Puesto de trabajo] - 650 lux Medida 2[Debajo de la luminaria] - 720 lux Medida 3[Entre dos luminarias] - 780 lux Porcentaje Iluminación Natural - 0%	No aire acondicionado			
-1	Cuarto bombas		Cuartos técnicos	14,1	0	1 x Bombilla LED - 20 W 2 x Bombilla LED - 12 W Sectorización Sensibilización Medida 1[Puesto de trabajo] - 455 lux Medida 2[Debajo de la luminaria] - 470 lux Medida 3[Entre dos luminarias] - 499 lux Porcentaje Iluminación Natural - 0%	No aire acondicionado			

Página 1

En el inventario se registraron, espacio por espacio, los diferentes niveles de iluminación, así como el inventario detallado del sistema de iluminación instalado. (Ver Anexo 4)

La alcaldía de Yopal ya tiene en un sistema de iluminación compuesto en su gran mayoría por luminarias de tecnología tipo LED, los espacios con luminarias tipo fluorescentes son mínimas, ubicadas en el sótano. Aunque el uso de tecnología LED representa una ventaja en lo que la eficiencia energética corresponde, se evidenciaron irregularidades en el uso e integridad de las luminarias mostradas a continuación:

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

Tabla 46-Diagnóstico de condiciones del sistema de iluminación

Zona	Fotografía	Descripción
Oficinas		Las luminarias instaladas desde un inicio correspondían a paneles LED 60X60 los cuales han sido reemplazados por bombillos como se muestra en la imagen, los usuarios y técnicos manifiestan que las luminarias tienden a fundirse antes de lo esperado y el reemplazo por bombillos se debe a una alternativa con la intención de ahorrar costos.
Oficinas		Se identifican paneles LED con signos de desgaste, evidenciados por zonas amarillentas y una iluminación no uniforme. Esta condición puede atribuirse principalmente a la calidad de las luminarias instaladas y a la calidad de la energía eléctrica del edificio, lo cual hace necesario el reemplazo de dichas luminarias.
Consejo		La sala de conferencias del consejo presenta anomalías en el funcionamiento de las luminarias. Al encender los equipos de aire acondicionado del espacio, se evidencia una disminución en la potencia lumínica, pese a que previamente se han realizado los correspondientes balances de carga.
Todas las zonas		Las zonas no tienen una densidad de potencia de iluminación uniforme entre zonas, esta se determina por la petición de los usuarios de incrementar la intensidad lumínica. Los cuartos técnicos mantienen su luz encendida todo el tiempo. No se evidenció el uso de sensores de luz día o presencia.

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

Como resumen, el inventario completo de iluminación es el siguiente:

Tabla 47-Relación de Luminarias en el edificio

Tipo	Referencia	Potencia (W)	Cantidad
LED	Panel LED 60x60 - 40 W	40	48
LED	Panel LED 60x60 - 48 W	48	123
LED	Panel LED Redondo- 17 cm - 12W	12	10
LED	Panel LED Redondo- 22 cm - 18W	18	39
LED	Panel LED Redondo- 30 cm - 30W	30	7
LED	T8 LED - 120 cm - 18W	18	12
Fluorescente	T8 Fluorescente - 120 cm - 36W	36	4
LED	Bombillo LED - 3 W	3	12
LED	Bombillo LED - 9 W	9	2
LED	Bombillo LED - 12 W	12	26
LED	Bombillo LED - 30 W	30	221
LED	Bombillo LED - 80 W	80	9
LED	Banda LED - 7,2 W/m	7.2	21

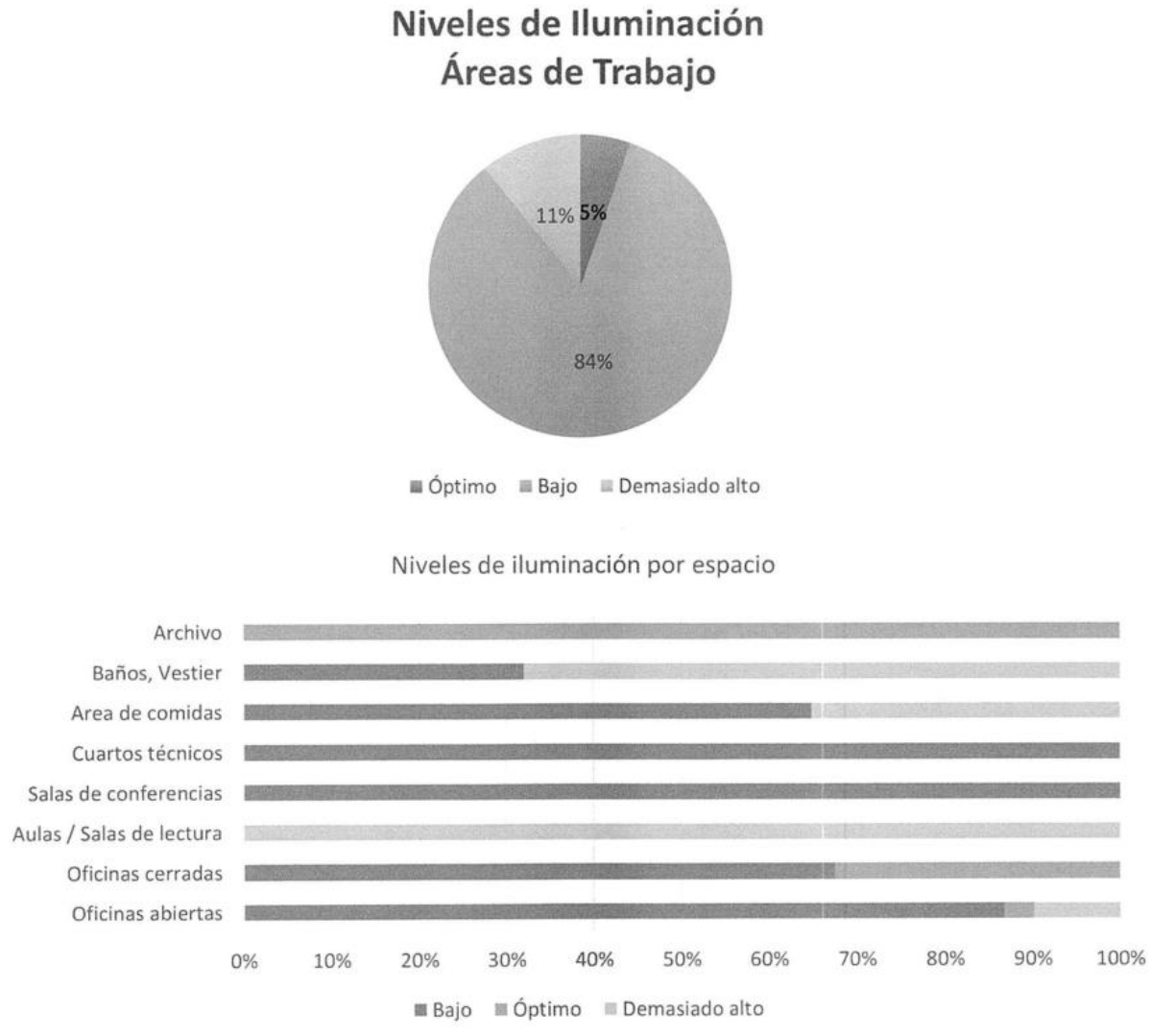
Ilustración 43 – distribución consumo de luminarias



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

Vemos que el 99 % de las luminarias del edificio son LED, lo que indica un alto nivel de eficiencia energética en el sistema de iluminación. Sin embargo, solo el 63 % de las áreas cuentan con sectorización de la iluminación, lo que significa que aún existen oportunidades para mejorar el control y la gestión del consumo eléctrico. Además, únicamente el 28 % de los espacios aprovechan la luz natural o cuentan con medidas de sensibilización asociadas, mientras que el 72 % no dispone de estas estrategias.

Ilustración 44 – Espacios que cuentan con niveles de iluminación natural



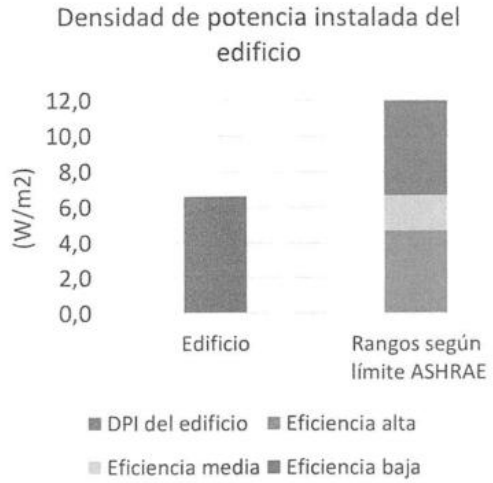
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

El análisis muestra que el 84 % de las áreas de trabajo presentan niveles de iluminación bajos, lo que indica que la iluminación existente no cumple con los niveles recomendados para el confort visual y las actividades laborales. Solo el 5 % de los espacios alcanzan niveles óptimos, mientras que el 11 % presentan niveles demasiado altos, lo que puede generar deslumbramiento y un uso ineficiente de la energía.

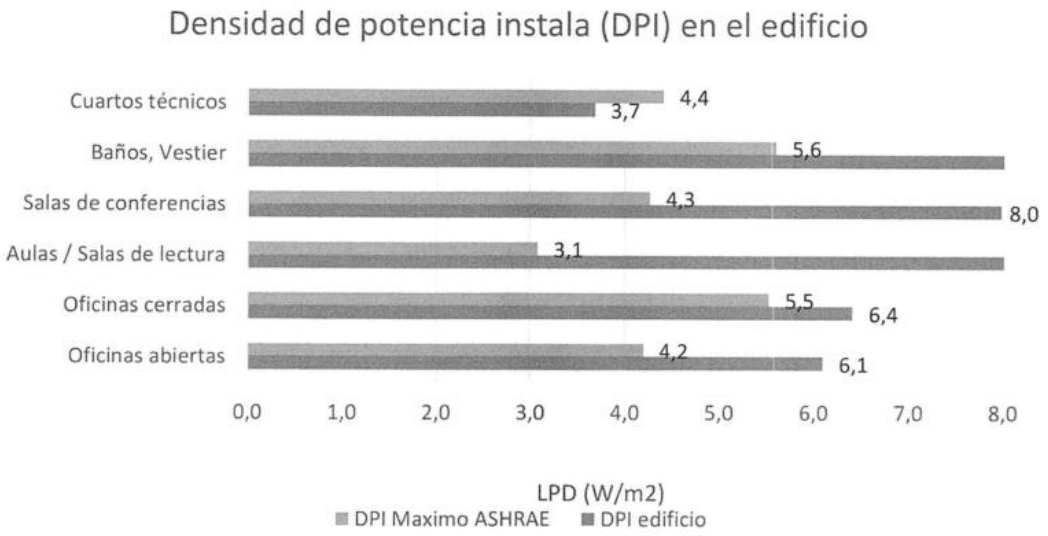
A nivel de espacios, se observa que archivos, cuartos técnicos y salas de conferencias presentan principalmente niveles bajos de iluminación, mientras que las aulas, salas de lectura y áreas de comedor tienden a tener niveles excesivos. Las oficinas abiertas muestran una situación más equilibrada, con una combinación de niveles bajos y algunos sectores con iluminación óptima.

Estos resultados evidencian la necesidad de reajustar el diseño y la distribución de la iluminación, con el fin de garantizar niveles adecuados según el uso del espacio y mejorar tanto el confort visual como la eficiencia energética.

Ilustración 45 – Densidad de potencia instalada en el edificio



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



El análisis muestra que la densidad de potencia instalada (DPI) del edificio se sitúa alrededor de 6,5 W/m², lo que se encuentra dentro de los rangos de eficiencia establecidos por ASHRAE. Esto indica que, en términos generales, el sistema de iluminación del edificio presenta un nivel de eficiencia energética adecuado.

Sin embargo, al analizar la DPI por tipo de espacio, se observa que baños, salas de conferencias y aulas/salas de lectura presentan valores superiores a los límites recomendados por ASHRAE, lo que sugiere un posible sobredimensionamiento de la iluminación en estas áreas. Por el contrario, cuartos técnicos y oficinas abiertas presentan valores más cercanos o inferiores a los límites, lo que refleja una mejor adecuación de la potencia instalada.

Estos resultados indican que existe potencial de optimización en ciertos espacios, principalmente mediante la revisión del número de luminarias instaladas, el uso de tecnologías más eficientes o la implementación de sistemas de control que permitan reducir el consumo energético sin afectar el confort visual.

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

Ilustración 46 – Iluminación de cuartos técnicos

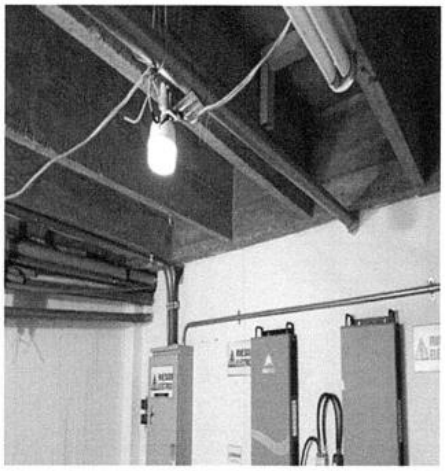
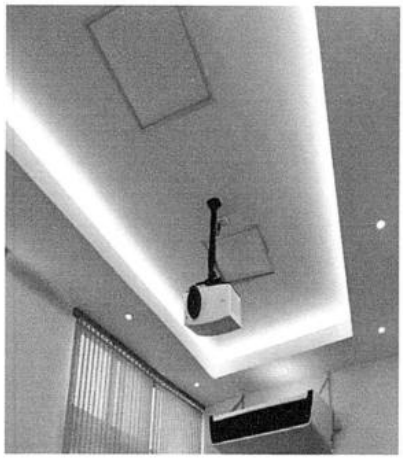


Ilustración 47 – Iluminación en oficinas



Ilustración 48 – Iluminación salas de conferencias



7.2 Recomendaciones generales – Sistema de iluminación

Con base en los resultados del estudio de iluminación y el análisis de las condiciones del sistema existente, se establecen las siguientes recomendaciones orientadas a la mejora de la eficiencia energética, el confort visual y el cumplimiento normativo aplicable.

En primera instancia, se recomienda la optimización del sistema de iluminación mediante el reemplazo progresivo de lámparas fluorescentes, bombillos de aplique y tecnologías obsoletas por luminarias tipo LED de alta eficiencia, con el fin de reducir el consumo energético y mejorar la calidad de la iluminación en los diferentes espacios de la edificación.

Adicionalmente, se recomienda la implementación de sistemas de control de iluminación, tales como sensores de movimiento, sensores de presencia y sistemas de automatización, que permitan gestionar de manera eficiente el encendido y apagado de las luminarias según la ocupación real de los espacios. Estas medidas deben complementarse con la sectorización de los circuitos de iluminación y la adecuación de controles manuales accesibles al usuario.

De acuerdo con lo establecido en el RETILAP (artículo 6.1.2.2), todos los espacios iluminados deben contar con medios de control manual o automático, ubicados en zonas visibles y de fácil acceso, que permitan el encendido y apagado del sistema de iluminación. Así mismo, el artículo 3.2.6 establece la necesidad de implementar sistemas de control de alumbrado en espacios con áreas mayores a 500 m² o con ocupaciones promedio inferiores al 25%, por lo que se recomienda

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

la sectorización mínima de los espacios mediante control manual como medida básica de eficiencia energética.

De manera complementaria, la norma ISO 50002:2018 recomienda la incorporación de sistemas de control automático como parte de las buenas prácticas en auditorías energéticas, mientras que la norma ASHRAE 90.1-2022 (secciones 9.4.1.1 y 9.4.1.2) establece la obligatoriedad de sensores de ocupación o fotosensores en áreas como oficinas, salas de reuniones, archivos, depósitos, baños, bodegas, corredores, escaleras y zonas de espera en edificaciones nuevas o remodeladas.

Asimismo, se recomienda el aprovechamiento adecuado de la luz natural como estrategia de eficiencia energética, garantizando condiciones de confort visual mediante el control de deslumbramientos a través de elementos como persianas o cortinas. El diseño arquitectónico y la orientación del edificio deben favorecer la iluminación natural durante la jornada laboral, complementándose con sistemas de control del alumbrado artificial para maximizar el ahorro energético.

Los niveles de iluminación de los espacios deben cumplir con los valores mínimos establecidos en el RETILAP 2024, especialmente en lo referente a áreas de oficinas, salas de trabajo y actividades interiores, conforme a la tabla de requisitos de iluminación de ambientes y tareas visuales.

En el caso de instalaciones nuevas, ampliadas o modernizadas, se recomienda la integración de criterios de sostenibilidad desde la fase de diseño, en concordancia con el RETILAP (artículo 4.3.3), el cual establece la obligatoriedad de certificación en áreas interiores superiores a 100 m². Dentro de este enfoque se deben considerar estrategias como:

- Diseño bioclimático y orientación del edificio según condiciones climáticas y de asoleación
- Zonificación de espacios según ocupación, horarios y flujos de trabajo
- Maximización del uso de luz natural
- Uso de materiales de bajo impacto ambiental.

En caso de proyectos con fecha de construcción o inicio posterior a enero de 2026, se deberán actualizar los diseños conforme a las versiones vigentes del RETIE y RETILAP (2024).

Para procesos de renovación total, se recomienda la sustitución progresiva de tecnologías obsoletas por sistemas de iluminación de alta eficiencia con capacidades de regulación y dimensionamiento adecuado a las necesidades reales de cada espacio, incorporando criterios de sostenibilidad y reducción del consumo energético.

Finalmente, se recomienda la elaboración e implementación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los sistemas de iluminación, con el fin de garantizar su correcto

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

funcionamiento, prolongar la vida útil de los equipos y mantener la eficiencia energética del sistema a lo largo del tiempo.

7.3 Uso de otros energéticos y energías renovables

El análisis del uso de otros energéticos y de energías renovables dentro de la auditoría energética tiene como objetivo identificar y evaluar las fuentes de consumo energético complementarias al sistema eléctrico principal, así como determinar el nivel de integración de tecnologías alternativas en la edificación. Este análisis permite comprender la participación de equipos adicionales como sistemas informáticos, equipos ofimáticos, sistemas hidráulicos y posibles fuentes de generación renovable, en el balance energético global del edificio.

De manera complementaria, este apartado busca establecer oportunidades de mejora orientadas a la eficiencia energética mediante la incorporación o optimización del uso de energías renovables, así como la reducción del consumo asociado a equipos auxiliares. Para ello, se consideran los principios establecidos en normas internacionales como la ISO 50001:2019 e ISO 50002:2018, que promueven la identificación de consumos significativos y la implementación de medidas de mejora continua en el desempeño energético.

En el caso de la Alcaldía de Yopal, este análisis permite complementar la evaluación del sistema eléctrico principal, incorporando el estudio de cargas asociadas a equipos informáticos, sistemas hidráulicos y el sistema fotovoltaico existente, con el fin de determinar su impacto en el consumo total de la edificación y su contribución a la eficiencia energética general.

7.4 Informáticas y otros equipos

En el inventario, los equipos informáticos y otros fueron detallado por espacio. Los equipos se pueden resumir así:

Tabla 48-Inventario de equipos eléctricos y ofimáticos

Equipos	Unidades	Potencia [W]
Portátiles	249	50
Todo en uno	72	120
Torre	133	180
Pantalla	20	30
Impresora multifunción	19	1600

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

Equipos	Unidades	Potencia [W]
Escáner	10	200
Cafetera eléctrica	5	600
Horno microondas	1	1250
Dispensador de agua	16	135
TV 32"	4	80
Nevera pequeña	6	60
TV 60"	3	180
Ventilador torre	2	600
Impresora de escritorio	1	500
Nevera mediana	3	100
TV 50"	1	130
Nevera grande	2	300

7.5 Sistema fotovoltaico

El sistema fotovoltaico propiedad de la alcaldía se destina para los cuartos de racks, en total se tienen 6 cuartos G o cuartos técnicos con una capacidad de 6kWh pico desde hace 3 años los cuales ocupan la totalidad de la capacidad, esto se encargan de alimentar servidores y equipos TIC, el aire acondicionado de estos cuartos no son alimentados por este sistema.

7.6 Sistemas hidráulicos

El edificio cuenta con una bomba que se encarga de mantener los tanques ubicados en la cubierta cuando estos llegan a la mitad de su capacidad

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

Tabla 49-Caracterización de sistemas hidráulicos y equipos asociados

Tipo	Características	Fotografía
Bombas hidrosanitarias	Tipo 1: Bombas sumergibles Tipo 2: Bomba agua potable • Potencia: 6 HP (4,5 Kw), • Cantidad: 1 • Marca: WEG Tipo 2: Bomba agua potable de respaldo • Potencia: 4,8 HP (3,5 Kw), • Cantidad: 1 • Marca: SIEMENS **Comentarios:** Estas bombas funcionan de manera alterna en función de la demanda de los usuarios. NO tienen variadores de velocidad permitiendo que estos funcionen a máxima capacidad incurriendo en un sobreconsumo y comprometer la integridad de los equipos.	

Figura 10-Placa bomba hidrosanitaria.
Fuente: visita técnica

El cuarto en que se ubican estos elementos no tiene las características optimas, esto implica en un deterioro de los equipos.

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

Ilustración 49 – Bombas de agua potable

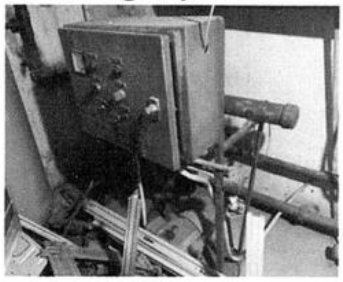


Ilustración 50 – Sistema contra incendios

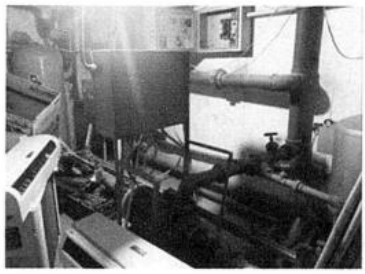
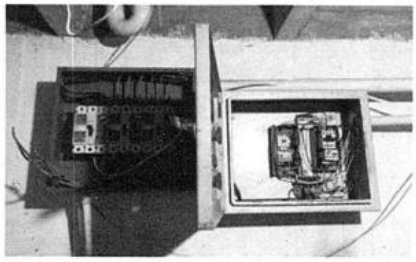


Ilustración 51 – Tableros eléctricos de bombas



7.7 Recomendaciones generales – Sistemas de energías renovables y otros energéticos

La infraestructura eléctrica de la sede administrativa presenta una alta dependencia de energía proveniente de la red convencional, lo cual constituye un aspecto relevante dentro del análisis energético del edificio. Esta condición genera vulnerabilidad frente a los incrementos sostenidos en las tarifas de energía eléctrica, afectando directamente los costos operativos de la entidad y limitando la capacidad de planificación presupuestal a mediano y largo plazo.

Desde el punto de vista ambiental, la dependencia exclusiva de energía convencional contribuye a la huella de carbono del municipio, considerando que la matriz energética nacional, aunque predominantemente hidráulica, aún incorpora fuentes de generación térmica basadas en combustibles fósiles como gas natural y carbón, lo que implica emisiones asociadas al consumo eléctrico.

En términos de desempeño energético, se identifica que, aunque las instalaciones cuentan con equipos eléctricos y sistemas de iluminación en condiciones operativas adecuadas, no se dispone de una integración significativa de sistemas de generación distribuida que permitan reducir la demanda neta de energía proveniente de la red. Esto representa una oportunidad de mejora relevante, especialmente considerando el potencial solar disponible en la región.

En la sede se encuentra implementado un sistema fotovoltaico con capacidad aproximada de 6 kWp, destinado principalmente a la alimentación de los cuartos técnicos o racks de equipos TIC, el cual se encuentra en operación desde hace aproximadamente tres años. Sin embargo, su alcance es limitado, ya que únicamente abastece cargas asociadas a infraestructura tecnológica, sin incluir sistemas complementarios como climatización de estos espacios o cargas administrativas, lo que restringe el aprovechamiento integral de la energía generada y su impacto en la reducción del consumo global.

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

Adicionalmente, se evidencia la ausencia de sistemas de respaldo energético basados en almacenamiento o integración de mayor capacidad renovable, lo cual limita la resiliencia energética del edificio y su capacidad de optimizar el consumo mediante autogeneración.

Desde la perspectiva económica, el consumo de energía eléctrica constituye uno de los principales componentes del gasto operativo de la entidad. En este sentido, cualquier incremento en las tarifas del servicio se traduce directamente en mayores costos, sin contar actualmente con mecanismos internos de mitigación mediante generación propia o ampliación del sistema existente.

De acuerdo con los lineamientos de la ISO 50001:2019 (Sistemas de gestión de la energía) y la ISO 50002:2018 (Auditorías energéticas), se recomienda implementar estrategias orientadas a la diversificación de fuentes energéticas, priorizando la incorporación progresiva de energías renovables que permitan mejorar el desempeño energético global, reducir costos operativos y disminuir el impacto ambiental asociado al consumo eléctrico.

En este sentido, se recomienda la ampliación del sistema fotovoltaico existente mediante la incorporación de nueva capacidad de generación distribuida en cubiertas disponibles del edificio, con el fin de incrementar la cobertura de la demanda eléctrica de áreas administrativas y sistemas auxiliares. Esta ampliación deberá desarrollarse conforme a los requisitos del RETIE vigente, garantizando la seguridad eléctrica de la instalación, así como bajo los lineamientos del RETILAP cuando exista integración con sistemas de iluminación o control energético.

Asimismo, en caso de ampliación o modernización del sistema fotovoltaico, se recomienda la incorporación de los siguientes componentes:

- Paneles solares fotovoltaicos para la captación de energía solar y conversión a corriente continua.
- Inversores de potencia para la conversión a corriente alterna compatible con la red interna del edificio.
- Estructuras de soporte diseñadas conforme a condiciones estructurales y ambientales de la zona.
- Sistema de cableado eléctrico conforme a RETIE para garantizar seguridad y eficiencia en la transmisión de energía.
- Medidores bidireccionales para el control de energía generada y consumida.
- Sistemas de monitoreo energético para el seguimiento en tiempo real del desempeño del sistema.

De manera complementaria, se recomienda evaluar la integración progresiva de cargas adicionales al sistema fotovoltaico, tales como iluminación de áreas comunes o parte de los sistemas de oficina, con el fin de incrementar el autoconsumo y mejorar la eficiencia global del sistema.

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

Finalmente, se recomienda incorporar la generación fotovoltaica dentro de un plan energético institucional alineado con los objetivos de sostenibilidad del municipio, que permita aumentar la participación de energías renovables, reducir la dependencia de la red convencional y disminuir la huella de carbono asociada al funcionamiento de la sede administrativa.

Finalmente, dentro del análisis de diversificación energética del edificio, se recomienda considerar la evaluación e incorporación progresiva de otras fuentes de energía renovable no convencional (FNCER), como parte de una estrategia integral de sostenibilidad y eficiencia energética institucional.
De acuerdo con la Ley 1715 de 2014 y la Ley 697 de 2001, en Colombia se promueve el aprovechamiento de fuentes renovables como la energía solar, eólica, biomasa y geotérmica, las cuales hacen parte del marco de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) definidas para reducir la dependencia de combustibles fósiles, disminuir emisiones de gases de efecto invernadero y fortalecer la seguridad energética del país.

En este contexto, se recomienda evaluar las siguientes alternativas de manera general para futuras etapas de modernización energética del edificio:

- Energía eólica: mediante micro o mini aerogeneradores, especialmente en zonas con condiciones de viento favorables, como complemento a sistemas fotovoltaicos.
- Biomasa: aprovechamiento energético de residuos orgánicos generados en actividades institucionales o del entorno urbano, mediante procesos de conversión térmica o biogás.
- Energía geotérmica: evaluación de potencial para aplicaciones de climatización eficiente mediante bombas de calor geotérmicas, especialmente en procesos de acondicionamiento térmico de alta demanda.

Estas tecnologías, aunque en algunos casos requieren estudios de prefactibilidad más detallados, representan oportunidades de diversificación energética que pueden complementar el sistema fotovoltaico existente y fortalecer la resiliencia energética del edificio.

Su implementación debe estar alineada con los lineamientos del RETIE vigente para garantizar la seguridad eléctrica de las instalaciones, así como con los principios de gestión energética establecidos en la ISO 50001:2019 e ISO 50002:2018, asegurando que cualquier intervención se encuentre soportada en criterios técnicos, económicos y ambientales.

En consecuencia, la incorporación progresiva de fuentes renovables adicionales permitirá no solo reducir la dependencia de la red convencional, sino también avanzar hacia un modelo energético más sostenible, eficiente y coherente con los objetivos de transición energética del país.

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

8. Estudio de calidad del aire

El estudio de calidad del aire interior y ventilación se desarrolló dentro del marco de la auditoría energética con el fin de evaluar las condiciones de ventilación natural y mecánica del edificio, así como su impacto sobre el confort térmico, la salud de los ocupantes y el consumo energético asociado a los sistemas de climatización. Este análisis permite determinar si los espacios cuentan con una adecuada renovación de aire o si es necesario implementar estrategias de ventilación mecánica para garantizar condiciones óptimas de habitabilidad, seguridad sanitaria y eficiencia energética.

Desde el punto de vista normativo, la evaluación se fundamenta principalmente en la norma ASHRAE 62.1 (Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality), la cual establece los caudales mínimos de aire exterior requeridos por ocupante y por área, así como los criterios de distribución y efectividad de la ventilación en la zona ocupada. Esta norma es ampliamente utilizada como referencia internacional para garantizar condiciones adecuadas de calidad del aire interior en edificaciones no residenciales.

De manera complementaria, se incorporan los lineamientos de la norma ASHRAE 55 (Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy), la cual establece los parámetros de confort térmico asociados a temperatura, humedad, velocidad del aire y actividad metabólica, permitiendo evaluar la interacción entre ventilación y confort de los usuarios. Así mismo, se consideran principios de eficiencia energética asociados a la ASHRAE 90.1, en lo referente al impacto de los sistemas de ventilación y climatización sobre el consumo energético de los edificios.

En el contexto de gestión energética, el estudio se alinea con la norma ISO 50001:2019 (Sistemas de gestión de la energía), la cual establece la necesidad de mejorar continuamente el desempeño energético de las edificaciones mediante la identificación de consumos significativos, entre ellos los sistemas HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning). Asimismo, la ISO 50002:2018 (Auditorías energéticas) complementa este enfoque al establecer metodologías para la evaluación del desempeño energético de los sistemas de ventilación, considerando su eficiencia, operación y potencial de mejora.

En el contexto colombiano, este análisis se articula con el marco normativo nacional en materia de eficiencia energética y calidad ambiental en edificaciones. En particular, la Ley 697 de 2001 promueve el uso racional y eficiente de la energía (URE), mientras que la Ley 1715 de 2014 fomenta la integración de fuentes no convencionales de energía y la implementación de medidas de eficiencia energética en edificaciones públicas y privadas. Adicionalmente, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE vigente establece condiciones de seguridad para los sistemas eléctricos asociados a ventilación mecánica, y el Reglamento Técnico de Iluminación y

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

Alumbrado Público – RETILAP, aunque enfocado en iluminación, complementa el enfoque de confort ambiental en espacios interiores al considerar condiciones de habitabilidad y eficiencia energética.

El estudio es relevante dentro de la auditoría energética debido a que la ventilación influye directamente en la carga térmica del edificio. Una ventilación inadecuada o descontrolada puede incrementar significativamente la demanda de los sistemas de aire acondicionado, generando un mayor consumo energético y reduciendo la eficiencia global del sistema. Por esta razón, se analiza la viabilidad de la ventilación natural, la interacción con los sistemas mecánicos existentes y la necesidad de estrategias complementarias que permitan optimizar el desempeño energético sin comprometer la calidad del ambiente interior ni el confort de los ocupantes.

En este sentido, el análisis integra criterios técnicos, normativos y energéticos con el objetivo de establecer una base sólida para la toma de decisiones en el diseño, operación y mejora de los sistemas de ventilación del edificio, priorizando siempre la eficiencia energética, la sostenibilidad y el cumplimiento normativo aplicable.

Evaluar la viabilidad de la ventilación natural en el edificio de la Alcaldía de Yopal, de acuerdo con criterios ASHRAE, y analizar su impacto sobre el confort térmico y el consumo energético.

8.1 Metodología

El análisis se realiza con base en los criterios de ventilación natural establecidos en ASHRAE 62.1 (sección 6.4), estándar internacional que define los requerimientos mínimos para garantizar una adecuada calidad del aire interior en edificaciones.

Esta sección establece condiciones geométricas y operativas que deben cumplir los espacios para que la ventilación natural sea efectiva, tales como la relación entre profundidad y altura del espacio, el área mínima de aperturas hacia el exterior y la capacidad del aire de alcanzar la zona ocupada.

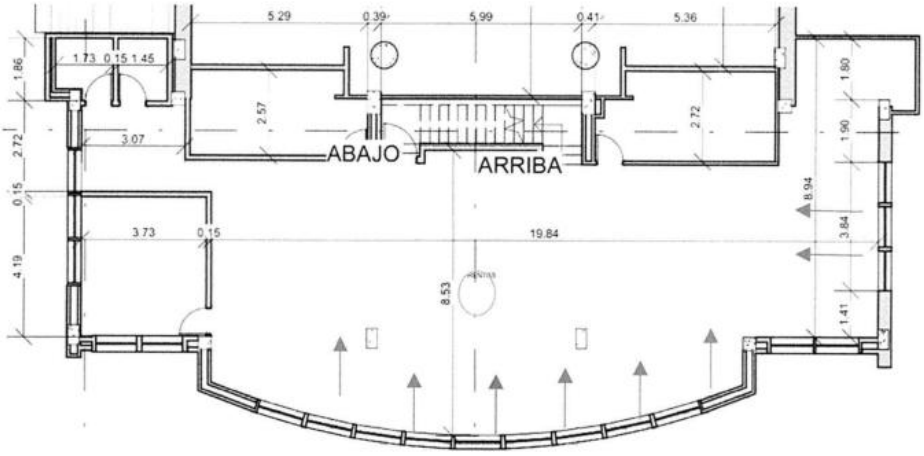
Adicionalmente, se evaluó el comportamiento operativo del edificio, particularmente la interacción entre ventilación natural y sistemas de aire acondicionado. Se seleccionó un espacio representativo para el análisis detallado y, a partir de este, se extrapolaron conclusiones al resto del edificio según tipologías similares.

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

8.2 Análisis de ventilación natural

8.2.1 Ejemplo representativo: Oficina de rentas

Ilustración 52 – Vista planta oficina rentas



Tipología: Oficina abierta
Área: 199 m²
Ocupación: 72 personas
Ubicación: Espacio con fachada exterior

8.3 Análisis geométrico

De acuerdo con los planos arquitectónicos, el espacio presenta:

- Altura aproximada: 3 m
- Profundidad estimada: 8 - 10 m
- Tipo de ventilación: predominantemente unilateral (un solo lado)

Según **ASHRAE** 62.1, para ventilación unilateral la profundidad máxima del espacio no debe exceder 2 veces la altura (D ≤ 2H), con el fin de garantizar que el aire exterior alcance toda la zona ocupada.

Profundidad máxima ≤ 2 × altura

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

→ Límite permitido: 2 × 3 = 6 m
→ Profundidad real: 8 - 9 m

Por lo tanto, el espacio excede el límite establecido, lo que implica que la ventilación natural no logra cubrir de manera efectiva las zonas más alejadas de la fachada.

8.4 Área de aperturas

ASHRAE establece:

Área de apertura ≥ 4% del área del piso

→ Área mínima requerida: 199 × 0.04 = 7.96 m²

De acuerdo con ASHRAE 62.1, el área de apertura hacia el exterior debe ser al menos el 4% del área del espacio. Para la oficina analizada (199 m²), esto corresponde a un área mínima de aproximadamente 8 m² de ventanas operables. A partir de la revisión de planos, el espacio cumple este criterio en términos de área disponible de apertura. Sin embargo, el cumplimiento de este requisito no garantiza por sí solo una ventilación efectiva, ya que también es necesario que el aire alcance toda la zona ocupada.

8.5 Distribución del aire

Debido a la profundidad del espacio:

- No se garantiza que el aire alcance toda la zona ocupada
- Existen zonas alejadas de fachada sin ventilación efectiva

8.6 Resultado

El espacio **no cumple** con los criterios de ventilación natural de ASHRAE, principalmente por exceso de profundidad y falta de cobertura uniforme del aire.

8.7 Extrapolación de resultados al edificio

Con base en el análisis del espacio representativo y la revisión de planos arquitectónicos, los espacios del edificio se clasifican en:

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

Tabla 50-Clasificación de espacios según viabilidad de ventilación natural

Grupo A - Ventilación natural parcialmente viable	• **Oficinas perimetrales con acceso directo a fachada** • **Espacios de menor profundidad**
Grupo B - Ventilación limitada	• Oficinas abiertas de gran tamaño • Espacios sin ventilación cruzada • Zonas con alta ocupación
Grupo C - No viable para ventilación natural	• Baños • Cuartos técnicos • Archivos • Bodegas • Data center • Zonas interiores sin fachada

En general, una proporción importante del edificio no cumple con los criterios de ASHRAE para ventilación natural.

8.8 Análisis energético

La operación simultánea de ventilación natural y aire acondicionado incrementa la carga térmica del sistema, obligando a los equipos a operar con mayor demanda.

Este comportamiento es coherente con la auditoría energética, donde el sistema de climatización representa aproximadamente el 57,5% del consumo total del edificio

8.9 Necesidad de ventilación mecánica

Dado que varios espacios del edificio no cumplen con los criterios de ventilación natural establecidos por ASHRAE 62.1, especialmente aquellos con alta ocupación, gran profundidad o

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

sin acceso directo a fachada, se requiere la implementación de sistemas de ventilación mecánica como estrategia principal para garantizar una adecuada calidad del aire interior.

Para el caso del edificio de la Alcaldía de Yopal, se recomiendan los siguientes tipos de sistemas, según la tipología de los espacios:

- **Sistemas de ventilación mecánica de doble flujo con recuperación de calor:** Recomendados para oficinas de alta ocupación, áreas abiertas y salas de reunión. Estos sistemas permiten introducir aire exterior filtrado y extraer aire interior de forma simultánea, recuperando parte de la energía térmica del aire extraído. Esto reduce las pérdidas térmicas hasta en un 70-80%, disminuyendo la carga sobre los sistemas de aire acondicionado.
- **Sistemas de inyección y extracción simple**: Aplicables en oficinas de menor ocupación o espacios cerrados. Son sistemas de menor costo, pero presentan mayores pérdidas térmicas frente a soluciones de doble flujo, por lo que se recomiendan en espacios con menor impacto energético o como complemento a otras estrategias.
- **Sistemas de extracción localizada:** Recomendados para baños, cuartos técnicos, bodegas y áreas de servicio. Su función es remover aire viciado, humedad o contaminantes, evitando su propagación hacia otras zonas del edificio.

La selección del sistema dependerá de las condiciones específicas de cada espacio, priorizando soluciones de mayor eficiencia en zonas de alta ocupación y uso continuo.

8.10 Cálculo del caudal de ventilación requerido

De acuerdo con ASHRAE 62.1, el caudal de ventilación requerido se calcula como:

$$V = Rp \times P + Ra \times A$$

Donde:
- V = caudal de aire exterior requerido (L/s)
- Rp (caudal por persona) = 2,5 L/s*persona (oficinas)
- Ra (caudal por área) = 0,3 L/s*m²
- P (número de personas) = 72 personas
- A (área del espacio) = 199 m²

Entonces:

$$V = (2,5 \times 72) + (0,3 \times 199) = 180 + 59,7 = 239,7 \text{ L/s} \approx 860 \text{ m}^3/\text{h}$$

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

Este valor corresponde al caudal mínimo requerido para garantizar una adecuada calidad del aire interior en la oficina rentas. En consecuencia, los espacios que no cumplen con ventilación natural deberán contar con sistemas mecánicos capaces de suministrar dichos caudales, especialmente en zonas de alta ocupación.

Con el fin de facilitar la aplicación del cálculo de ventilación en el resto del edificio, se presentan a continuación valores representativos de caudal de aire requeridos por tipología de espacio, con base en los criterios de ASHRAE 62.1 y las características del edificio.

Tabla 51-Caudales de ventilación requeridos por tipología de espacio

Tipología	Área típica (m^2)	Ocupación típica	Caudal (L/s)	Caudal (m^3/h)
Oficinas abiertas grandes	180 - 200	70	235	846
Oficinas abiertas medianas	80 - 120	15 - 30	60 - 110	216 - 396
Oficinas cerradas	10 - 30	1 - 4	10 - 25	36 - 90
Salas de reunión	30 - 50	8 - 15	40 - 80	144 - 288
Áreas de comidas	7 - 10	2	7 - 10	25 - 36
Cuartos técnicos	8 - 16	0 - 1	3 - 8	11 - 29
Baños	4 - 5	-	10 - 15	36 - 54
Bodegas	15 - 35	0 - 2	5 - 15	18 - 54

Estos valores corresponden a estimaciones representativas por tipología de espacio, obtenidas a partir de los criterios establecidos en ASHRAE 62.1 y de las condiciones operativas generales del edificio. En consecuencia, dichos valores deberán ser verificados y ajustados en etapas posteriores de diseño o ingeniería de detalle, considerando las características específicas de cada área, su configuración arquitectónica, niveles reales de ocupación y condiciones particulares de operación.

Adicionalmente, se presenta el cálculo detallado de los caudales de ventilación requeridos y la estrategia de ventilación recomendada para los principales espacios del edificio, los cuales se determinaron en función de su área, ocupación efectiva y viabilidad de ventilación natural, con el fin de establecer la solución más adecuada desde el punto de vista de calidad del aire interior y eficiencia energética.

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

Tabla 52-Caudales de ventilación y estrategias por espacio

Espacio	Área	Pers	Caudal (L/s)	Estrategia
Cobro coactivo	181,5	71	239,7	Mecánica DF
Rentas	199,0	72	239,7	Mecánica DF
Recepción y oficina abierta piso 1 nuevo	321,5	27	180,0	Mecánica DF
Archivo de dirección cobro coactivo	30,2	6	24,1	Extracción
Baños	4,9	0	10	Extracción
Policía urbanística	35,0	5	23,5	Mixta
Baños funcionarios y cuarto aseo	4,8	0	10	Extracción
Cuarto transferencia manual	8,7	1	5,1	Extracción
Oficina de Atención al ciudadano	9,6	3	10,5	Mecánica
Correspondencia	19,0	4	15,7	Mecánica
Oficina de hacienda	232,8	0	69,8	Mecánica DF
Cafetería plazoleta	7,0	2	7,1	Extracción
Oficina control interno disciplinario	55,0	8	36,5	Mixta
Subsecretaría, talento humano OBJ	59,0	21	70,2	Mecánica DF
Banco de proyectos	80,0	16	64,0	Mecánica DF
Datacenter tics general	16,2	0	4,9	Extracción
Rack tics	9,9	0	3,0	Extracción
Tics	125,7	26	102,7	Mecánica DF
Rack b	—	0	—	Extracción
Rack A despacho alcalde	7,8	0	2,3	Extracción
Rack c	5,4	0	1,6	Extracción
Rack g	8,5	0	2,6	Extracción
Oficina asesora comunicaciones	9,9	2	8,0	Mecánica
Oficina asesora comunicaciones grande	27,0	8	28,1	Mecánica
Sala concejo	178,0	5	65,9	Mecánica DF
Secretaria general concejo	18,2	3	12,5	Mecánica
Presidencia concejo	10,0	1	5,5	Mecánica
Secretaria ejecutiva concejo	20,0	4	16,0	Mecánica
Cafetería concejo	9,6	2	7,9	Extracción
Baños concejo	4,6	0	10	Extracción
Despacho alcalde recepción	15,0	5	17,5	Mixta
Despacho alcalde asistente	7,4	1	4,7	Mecánica
Despacho alcalde	45,0	1	15,5	Mixta
Despacho alcalde sala de juntas	30,0	0	9,0	Mecánica
Despachos asesores	48,0	3	21,9	Mixta
Cafetería despacho alcalde	9,0	0	2,7	Extracción
Secretaria general peq	34,8	16	50,4	Mecánica

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

Espacio	Área	Pers	Caudal (L/s)	Estrategia
Secretaria general gran	36,0	3	18,3	Mixta
Infraestructura	91,0	35	114,8	Mecánica DF
Secretaría de planeación	195,0	0	58,5	Mixta
Secretaría de planeación control y vigilancia	43,2	13	45,5	Mecánica
Pasillo segundo piso	—	5	—	Natural
Pasillo primer piso	—	0	—	Natural
Circulaciones exteriores	0,0	10	25,0	Natural
Cuarto bodega oficina (TICS)	23,6	5	19,6	Mixta
Bodega insumos	15,7	2	9,7	Mixta
Cuarto bombas	14,1	0	4,2	Extracción
Almacén	47,5	2	19,3	Mixta
Oficina sótano	29,2	6	25,3	Mecánica
Bodega 3	35,2	0	10,6	Mixta
Bodega 2	36,6	0	11,0	Mixta
Bodega 1	36,2	0	10,9	Mixta
Cuarto CCTV	8,1	1	4,9	Extracción
Secretario de planeación oficina privada	16,3	1	7,4	Mecánica
Sala de juntas planeación	7,5	0	2,3	Mecánica
Secretaría privada alcalde	58,4	15	54,0	Mecánica DF

8.11 Recomendaciones para espacios con ventilación natural

A pesar de las limitaciones identificadas en la ventilación natural, existen espacios donde esta puede utilizarse de manera complementaria, principalmente en oficinas perimetrales con acceso a fachada, se recomienda promover su uso como estrategia complementaria, siempre que las condiciones exteriores lo permitan.

Para ello, se sugiere:

- Favorecer la **ventilación cruzada**, mediante la apertura de ventanas en fachadas opuestas o adyacentes.
- Apertura controlada de ventanas
- Evitar uso simultáneo con aire acondicionado
- Complementar con ventilación mecánica cuando sea necesario

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

De esta manera, se logra un equilibrio entre confort térmico, calidad del aire interior y eficiencia energética.

8.12 Ventilación nocturna

La ventilación nocturna puede contribuir a reducir cargas térmicas acumuladas; sin embargo, su efectividad en climas cálidos como Yopal es limitada, ya que las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior suelen ser reducidas. Por lo tanto, su aplicación es complementaria y depende de condiciones operativas y de seguridad.

8.13 Sistemas HVAC

Se realizó un inventario de los equipos eléctricos donde los sistemas de HVAC están detallados por espacios, e la línea base se encuentran relacionados, de acuerdo al listado de bienes entregado por la Unidad del Almacen de la alcaldía Municipal.

Tabla 53-Características del sistema HVAC

Zona	Características	Descripción
Edificio antiguo y nuevo	Producción y emisión	Split individual de diferentes marcas (ver el detalle en el inventario), con una potencia total de 69 kW.
	Eficiencia	COP = 3
	Regulación y uso	Regulación manual, 10% que se quedan prendido durante la noche. Las oficinas y salas de conferencia están climatizadas con equipos mini Split, el uso de controles permite que equipos se mantengan encendidos aun cuando no hay ocupantes o fuera de horarios de trabajo. Los horarios de uso varían según la ocupación en los horarios laborales de 7:30 a.m. a 12:30 p.m. y de 2:00 p.m. a 17:30 p.m. de lunes a viernes y de 7:30 a.m. a 12:00 p.m. los sábados
	Temperatura	Oficina Temperatura entre 17°C y 23°C
	Refrigerante	La mayoría en R410a (90%), el resto R22
Datacenter/cuarto G	Producción y emisión	2 Split por pieza
	Eficiencia	COP = 3
	Regulación y uso	Una siempre ON, alternan

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

Zona	Características	Descripción
	Temperatura 16°C	

Dadas las condiciones climáticas del municipio de Yopal, Casanare, caracterizadas por temperaturas elevadas durante gran parte del año, alta radiación solar y niveles significativos de humedad relativa, se hace necesario el uso permanente de sistemas de climatización para garantizar condiciones adecuadas de confort térmico en los espacios ocupados. Este tipo de clima cálido-húmedo incrementa las cargas térmicas en las edificaciones, especialmente por ganancia de calor a través de envolventes, equipos internos y ocupación.

En este contexto, los espacios de ocupación son climatizados mediante equipos de aire acondicionado tipo mini-split. Estos corresponden tanto a tecnologías convencionales como inverter y son gestionados directamente por los usuarios a través de controles remotos. En su mayoría, los equipos utilizan refrigerante R-410A; no obstante, aún se identifican algunos sistemas que operan con refrigerante R-22, lo cual representa una tecnología en proceso de obsolescencia por su mayor impacto ambiental y restricciones regulatorias.

Los planes de mantenimiento se realizan de forma semestral por contratistas externos y, adicionalmente, se ejecutan mantenimientos correctivos según las necesidades identificadas por el personal de planta. No se cuenta con una única marca de equipos instalada, lo que genera variabilidad en la operación, el desempeño energético y los criterios de mantenimiento.

Los cuartos G, destinados a racks y servidores, se encuentran climatizados mediante dos equipos mini-split de 36.000 BTU, los cuales operan de manera alternada para asegurar continuidad operativa. En la entrada principal se dispone de un equipo de cortina de aire asociado a una puerta de acceso acristalada, la cual no cuenta con sistema de apertura automática, lo que puede afectar la eficiencia del control de intercambio de aire exterior-interior.

El edificio nuevo cuenta con equipos de aire acondicionado tipo cassette, mientras que la ventilación mecánica se limita únicamente a los baños, evidenciando la ausencia de sistemas de ventilación controlada en otras áreas ocupadas.
Desde el punto de vista normativo, las instalaciones deben cumplir con lo establecido en el RETSIT (Reglamento Técnico de Sistemas de Instalaciones Térmicas), el cual establece requisitos obligatorios para sistemas de climatización, ventilación y refrigeración en Colombia. Este reglamento busca garantizar la eficiencia energética, el correcto dimensionamiento de equipos, la seguridad operacional y la incorporación de criterios ambientales, como el uso de refrigerantes de bajo impacto y la reducción de emisiones contaminantes.

Adicionalmente, la NTC 2050 establece lineamientos para la instalación segura de los sistemas eléctricos asociados a los equipos de climatización, asegurando condiciones de operación

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

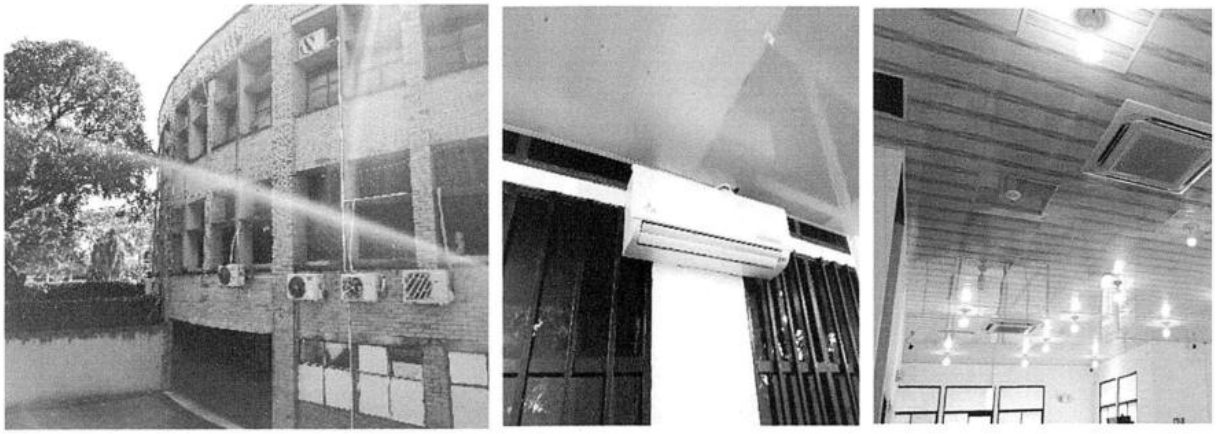
confiables y eficientes. Por su parte, la Ley 1333 de 2009 establece el régimen sancionatorio ambiental en Colombia, exigiendo el cumplimiento de los límites de emisiones y promoviendo prácticas de control ambiental en la operación de sistemas HVAC.

Como referencia técnica internacional, se adoptan los lineamientos de la ASHRAE, los cuales son fundamentales en el diseño y operación de sistemas de climatización:

- La norma ASHRAE 90.1 define los requisitos mínimos de eficiencia energética en edificaciones.
- La norma ASHRAE 62.1 establece los parámetros de ventilación para garantizar una calidad de aire interior adecuada.
- La norma ASHRAE 55 define las condiciones de confort térmico para los ocupantes.
-

En conjunto, estas condiciones climáticas y normativas implican la necesidad de optimizar los sistemas actuales, priorizando la eficiencia energética, la calidad del aire interior, la estandarización de equipos, la mejora de los sistemas de ventilación y la migración hacia refrigerantes de menor impacto ambiental.

Ilustración 53 – Aire acondicionado



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

A tener en cuenta: Elementos clave

Aire acondicionado:

El sistema mini Split de varias marcas lo cual dificulta el mantenimiento, poder cuantificar las fugas de refrigerante permitirá mitigar las emisiones de CO2.

Las temperaturas de uso en su mayoría son temperaturas por debajo de los 24°C.

Algunos aires acondicionados permanecen encendidos en periodos o zonas sin ocupación, esto se debe a que algunos presentan fallas en sus controles o por descuido de los usuarios.

En general las condiciones de trabajo de los aires implican que estos trabajen en sobrecarga, dadas las condiciones de las zonas climatizadas.

Ventilación:

El sistema de ventilación mecánica destinada para algunos baños se gestiona por interruptores lo cual puede generar que se enciendan cuando no hay ocupante y los mantenimientos podrían ser más frecuentes para garantizar la integridad de los sistemas y calidad del aire.

8.14 Recomendaciones generales Estudio de calidad del aire

En general, el análisis desarrollado evidencia que la ventilación natural en el edificio no garantiza el cumplimiento de los requerimientos mínimos establecidos por la norma ASHRAE 62.1 en una proporción significativa de los espacios evaluados. Esta condición se presenta principalmente en áreas con alta ocupación, profundidades superiores a las recomendadas para ventilación unilateral, y en espacios interiores sin acceso directo a fachada, lo cual limita la renovación efectiva del aire en la zona ocupada y genera condiciones de ventilación insuficientes desde el punto de vista del confort y la calidad del aire interior.

Adicionalmente, se identificó que la configuración arquitectónica del edificio no favorece de manera homogénea la ventilación cruzada, lo que implica que la distribución del aire exterior no logra alcanzar adecuadamente todas las zonas de ocupación continua. En consecuencia, la ventilación natural no puede ser considerada como estrategia principal de renovación de aire en el edificio, sino únicamente como un complemento en espacios específicos donde las condiciones geométricas y de fachada lo permiten.

Desde el punto de vista normativo, este comportamiento debe analizarse en conjunto con los principios establecidos en la ASHRAE 62.1 (Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality), la cual define los caudales mínimos de ventilación exterior requeridos por ocupante y por área, así como las condiciones de distribución del aire para garantizar su efectividad en la zona ocupada. De

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

igual forma, la norma ISO 50001:2019 establece la necesidad de mejorar continuamente el desempeño energético de las edificaciones, considerando que los sistemas de ventilación y climatización representan una de las cargas más significativas dentro del consumo energético global de los edificios institucionales. Complementariamente, la ISO 50002:2018 recomienda evaluar la interacción entre condiciones de ventilación y sistemas mecánicos como parte integral de las auditorías energéticas, con el fin de identificar oportunidades de reducción de consumo sin afectar el confort ni la calidad del ambiente interior.

En el contexto normativo colombiano, estas condiciones deben articularse con los principios de eficiencia energética y sostenibilidad establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE vigente, en lo referente a la seguridad de los sistemas eléctricos asociados a ventilación mecánica, y con los lineamientos generales de eficiencia energética promovidos por la regulación nacional en materia de uso racional de la energía (Ley 697 de 2001 y Ley 1715 de 2014), especialmente en lo relacionado con la optimización del consumo energético en edificaciones públicas.

Con base en lo anterior, se concluye que la estrategia de ventilación del edificio debe orientarse hacia un enfoque predominantemente mecánico, garantizando el cumplimiento de los caudales de ventilación requeridos por ASHRAE 62.1 mediante sistemas controlados y eficientes. En este sentido, se recomienda la implementación de sistemas de ventilación mecánica como estrategia principal en zonas críticas del edificio, tales como oficinas de alta ocupación, salas de reunión, áreas administrativas abiertas, archivos, cuartos técnicos y espacios interiores sin acceso a ventilación natural efectiva.

De manera complementaria, se recomienda la aplicación de una estrategia híbrida de ventilación, en la cual la ventilación natural sea aprovechada únicamente en zonas perimetrales o espacios con condiciones geométricas adecuadas, siempre que se garantice la calidad del aire interior y el confort térmico de los ocupantes. Esta estrategia debe incluir control operativo adecuado para evitar la simultaneidad ineficiente entre ventilación natural y sistemas de aire acondicionado, condición que puede incrementar significativamente las cargas térmicas del edificio.

Así mismo, se recomienda que los sistemas de ventilación mecánica incorporen tecnologías de alta eficiencia energética, tales como equipos con recuperación de calor, variadores de velocidad y sistemas de control automático basados en demanda (DCV – Demand Controlled Ventilation), en concordancia con las buenas prácticas establecidas en estándares internacionales de eficiencia energética. Esto permitirá reducir el consumo energético asociado a climatización, mejorar la calidad del aire interior y optimizar el desempeño global del edificio. Finalmente, se establece que la implementación de estas medidas debe integrarse dentro de un plan de gestión energética institucional, alineado con la ISO 50001:2019, que permita realizar seguimiento continuo a los indicadores de calidad del aire interior, consumo energético y desempeño de los sistemas HVAC, garantizando así una operación eficiente, segura y sostenible de la edificación.

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

9. Levantamiento, actualización y digitación de planos

Como parte del desarrollo de la auditoría energética en la Alcaldía de Yopal, se llevó a cabo en la fase 2 el levantamiento, verificación y actualización de la información técnica relacionada con la infraestructura arquitectónica y eléctrica del edificio. Esta actividad se realizó inicialmente mediante una visita técnica en campo, en la cual participaron el ingeniero electricista y la arquitecta encargada del proyecto, con el fin de realizar una revisión integral de las condiciones existentes y validar la información disponible en planos previos.

Durante esta etapa, se recopilaron los planos existentes suministrados por la entidad, los cuales sirvieron como base para la actualización y complementación de la información. A partir de la inspección en sitio, se verificaron las condiciones reales de la edificación, incluyendo la ubicación de cargas eléctricas, sistemas de iluminación, tableros eléctricos y demás elementos asociados a la infraestructura energética del edificio.

Como resultado de este proceso, se realizó la actualización de los planos arquitectónicos, incorporando información sobre la distribución espacial del edificio y la localización de los sistemas de iluminación y puntos de consumo energético. Esta actualización permitió reflejar de manera más precisa las condiciones reales de operación de la edificación, facilitando el análisis energético posterior.

De igual forma, se elaboró y actualizó la información correspondiente a los diagramas unifilares del sistema eléctrico, con base en la verificación en campo de tableros, circuitos, protecciones y alimentadores, lo que permitió contrastar la información existente con la configuración real del sistema eléctrico instalado.

El conjunto de planos generados incluye diferentes vistas arquitectónicas y técnicas del edificio, tales como plantas generales, secciones, alzados, axonometrías y cortes, así como los esquemas eléctricos actualizados. Estos documentos fueron elaborados en formato digital (PDF y DWG) y constituyen un insumo fundamental para el análisis del desempeño energético del edificio y la identificación de oportunidades de mejora en la gestión de la energía.

En este sentido, el proceso de actualización de planos no solo permitió consolidar la información técnica del edificio, sino también establecer una base confiable para la evaluación del sistema eléctrico, la distribución de cargas y el análisis de eficiencia energética en el marco de la auditoría realizada.

En la ejecución de la presente actividades se realizó digitalización de planos arquitectónicos de planta y ubicación de cargas y elaboración de diagramas unifilares.

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

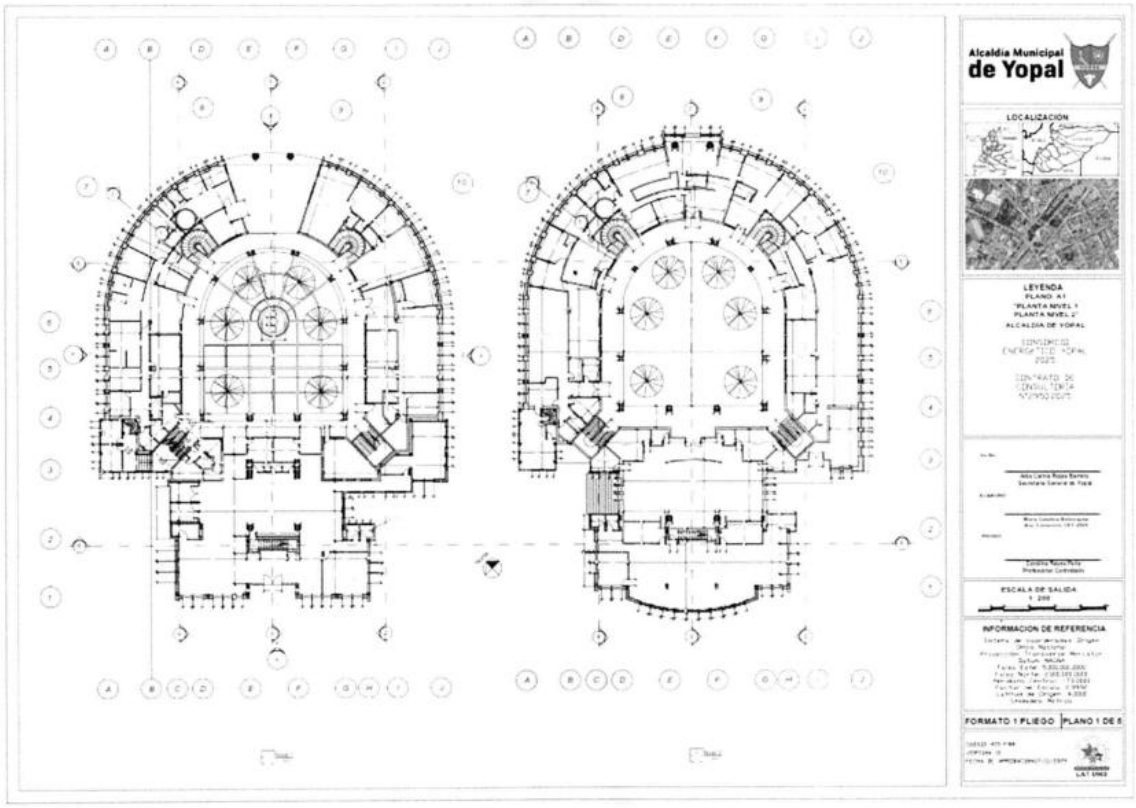
9.1 Levantamiento, actualización digitalización de planos arquitectónicos

Se elaboraron los planos arquitectónicos organizados en cinco vistas:

- PLANO A1 PLANTAS ALCALDIA DE YOPAL
- PLANO A2 PLANTAS
- PLANO A3 PANTA Y SECCIONES ALCALDIA DE YOPAL
- PLANO A4 SECCIONES Y ALZADOS ALCALDIA DE YOPAL Planta tercer piso
- PLANO A5 AXONOMETRIAS ALCALDIA DE YOPAL
- PLANO A6 CORTE FACHADA ALCALDIA DE YOPAL

Estos documentos se entregan por separado, en formato PDF y DWG. A continuación, se presenta un extracto de dichos planos a modo de referencia. (Ver Anexo 5)

Ilustración 54 – Detalle Planta Alcaldía Municipio de Yopal levantamiento diagrama unifilar



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

9.2 Elaboración de diagramas unifilares

Durante la visita del 03/02/2026, se realizó el levantamiento del diagrama unifilar de las instalaciones eléctricas, verificando en sitio los tableros, alimentadores, protecciones y distribución de cargas, con el fin de validar la coherencia entre la información existente y la configuración real del sistema.

- Se efectuó un recorrido técnico integral de la sede administrativa, en la cual se verifico visual y físicamente, el transformador, celda de medición, tableros eléctricos principales y secundarios, circuitos derivados y tomacorrientes, sistemas de iluminación normal y de emergencia, sistema fotovoltaico, canalizaciones, ductos y soportes, e igualmente se realizó la identificación de riesgo eléctrico y cumplimiento normativo (RETIE y NTC 2050).

- Se llevo a cabo la medición de temperatura en conductores y dispositivos de protección mediante cámara termográfica, en la cual se determinaron los rangos térmicos bajo condiciones normales de operación, con el fin de identificar posibles desbalances de carga y puntos con temperatura superior a valores de referencia técnica, lo que ayudara a determinar recomendaciones técnicas.

- Se evaluaron los riesgos eléctricos asociados a la infraestructura, accesos y señalización, identificando desviaciones normativas, para formular recomendaciones técnicas orientadas al mantenimiento, adecuación y mejora del desempeño energético.

- Se verificó la correspondencia en sitio de los diferentes circuitos con las marquillas que estaban instaladas en los breaker, encontrando que para el tablero de distribución antiguo los circuitos no corresponden con los nombres indicados.

- Se procede al reconocimiento de aproximadamente 28 circuitos trifásicos desde el tablero antiguo hasta cada uno de los tableros secundarios encontrando así la correspondencia con la mayoría de ellos.

- El procedimiento usado con el dispositivo seguidor de circuitos funciona conectando el dispositivo Emisor aguas abajo, donde se genera una señal alterna de baja frecuencia inyectándola por el conductor, pero identificable por el emisor en el otro punto de los circuitos principales.

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

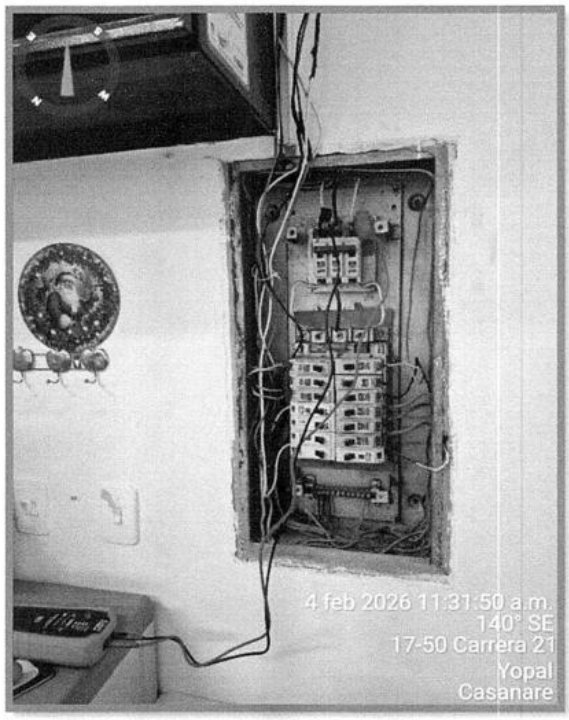


Figura 11- Conexión equipo seguidor de circuitos (Emisor). Fuente: propia.

- Para los circuitos del tablero de distribución de la parte nueva del complejo se identifican 7 circuitos trifásicos en colaboración con el personal de la sede, la cual tiene conocimiento de la correspondencia de algunos circuitos.
- Luego se realiza el diagrama unifilar de la información levantada en sitio que posteriormente se estará compartiendo.

Asimismo, se llevó a cabo la instalación de medidores eléctricos portátiles en los tableros seleccionados, con el objetivo de registrar perfiles de consumo y analizar la distribución de cargas por circuito. Estos equipos permitirán obtener datos representativos durante un periodo de monitoreo determinado.

- Se realiza la instalación de los equipos medidores de energía multicanal en el tablero de la parte nueva del complejo en los 8 circuitos presentes en sitio. Esto permite la verificación de parámetros individuales por circuito y nos solo por totalizador.

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

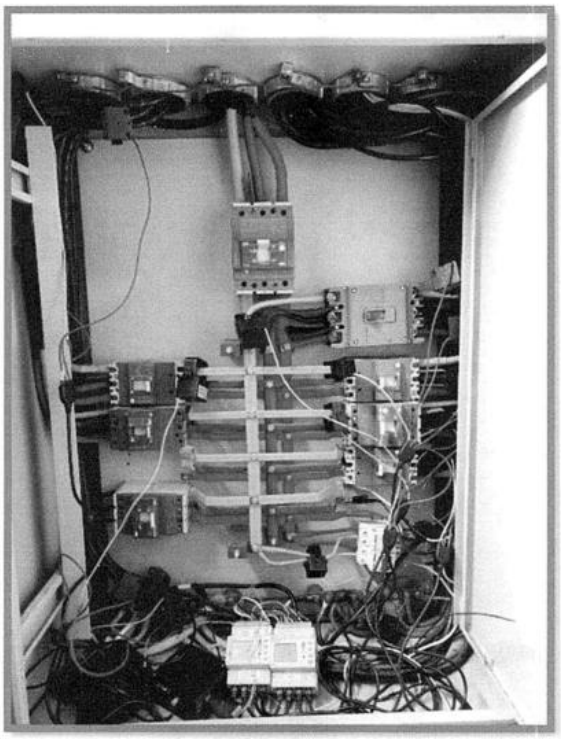


Figura 12-Medición de circuitos tablero nuevo. Fuente: Propia.

- Luego se realiza la instalación del medidor de energía para los circuitos del tablero antiguo, se miden los 20 circuitos más representativos del lugar con su previa identificación para conocer la procedencia de cada uno de ellos.

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

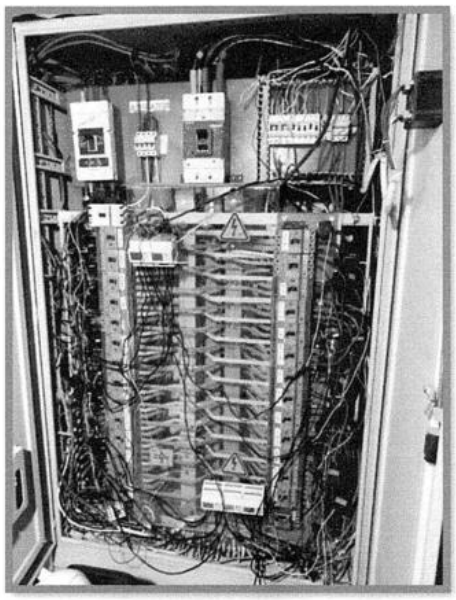


Figura 13-Medición de circuitos tablero nuevo. Fuente: Propia

- Las mediciones se almacenan en una base de datos local en el dispositivo de adquisición de datos para luego de la desinstalación de los equipos, estos se puedan analizar y realizar su previo reporte de medición en el periodo indicado.

Todas estas actividades se desarrollaron de manera coordinada con el personal técnico del sitio, asegurando el acceso a las áreas eléctricas y minimizando cualquier afectación a la operación normal de las instalaciones.

Se realiza entrega de diagramas unifilares en siete planos que se encuentran adjuntos (Ver Anexo 6)

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

9.3 Principales conclusiones de la visita in situ y de la evaluación técnica

Tabla 54-Comparación Análisis DOFA (Fortalezas y Oportunidades) del desempeño energético del edificio

Lugar	Fortalezas	Oportunidades
Sitio	• Las características bioclimáticas del edificio son favorables para la eficiencia energética, con acceso a luz natural, protecciones solares eficientes.	• Un mal uso de protecciones internas no permite aprovechar la luz natural.
Aire acondicionado y ventilación mecánica		• Espacios con aire acondicionado quedan encendidos por uso de controles • Infiltraciones de aire que sobre exigen los aires acondicionados tanto en oficinas como en cuartos técnicos. • Sistema mini Split de varias marcas lo cual dificulta su mantenimiento. • No se cuenta con un seguimiento al uso del refrigerante y equipos con R-22 • Temperaturas de uso por debajo de los 23°C • Uso de aires acondicionados portátiles
Iluminación	• Disponibilidad de luz natural.	• Luminarias Panel 60x60 se funden y son reemplazadas por bombillos. • Control por interruptores permitan encender zonas desocupadas • Poca o nula sectorización
Sistemas hidráulicos		• Condiciones poco favorables para la eficiencia de estos equipos • No se usan VSD

Posteriormente, se elaboraron los diagramas unifilares:

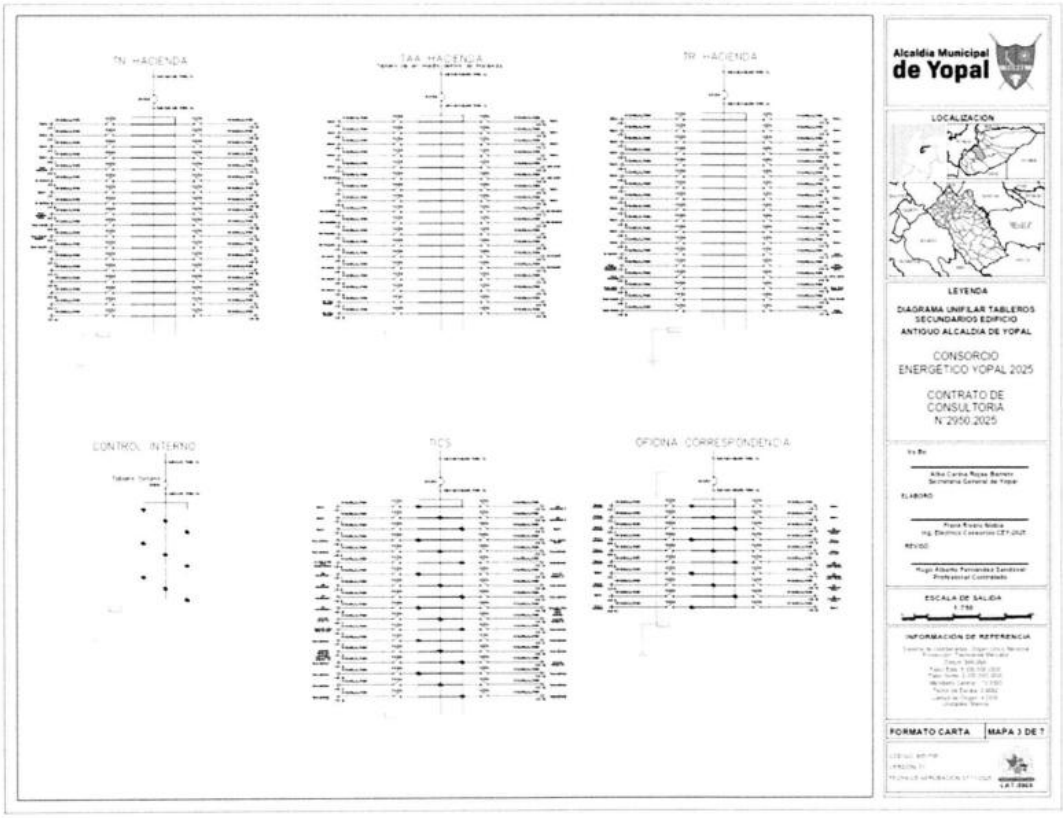
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Estos documentos se entregan por separado, en formato PDF y DWG. A continuación, se presenta un extracto de dichos planos a modo de referencia. (Ver Anexo 6)

- PLANOS DE ILUMINACION
- Diagrama Unifilar Alcaldía de Yopal CEY 2025 CORREGIDO
- PLANO 1 DIAGRAMA UNIFILAR TDG SEDE ANTIGUA
- PLANO 2 DIAGRAMA UNIFILAR TGD PRINCIPAL SEDE NUEVA
- PLANO 3 DIAGRAMA UNIFILAR TGD SECUNDARIOS SEDE ANTIGUA
- PLANO 4 DIAGRAMA UNIFILAR TGD SECUNDARIOS SEDE ANTIGUA
- PLANO 5 DIAGRAMA UNIFILAR TGD SECUNDARIOS SEDE ANTIGUA
- PLANO 5 DIAGRAMA UNIFILAR TGD SECUNDARIOS SEDE ANTIGUA1
- PLANO 6 DIAGRAMA UNIFILAR TGD SECUNDARIOS SEDE NUEVA
- PLANO 7 DIAGRAMA UIFILAR COMPELETO

A continuación, se detalla una ilustración de Diagrama unifilar

Ilustración 55 – ilustración diagrama unifilares



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

Recomendaciones generales -Levantamiento, actualización digitalización de planos

Con base en el proceso de levantamiento, verificación y actualización de la información arquitectónica y eléctrica de la Alcaldía de Yopal, se establecen las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la gestión técnica de la infraestructura, mejorar la confiabilidad de la información y optimizar su uso dentro de los procesos de análisis energético y mantenimiento.

Se recomienda mantener actualizada de manera permanente la documentación técnica del edificio, incluyendo planos arquitectónicos, eléctricos, diagramas unifilares y planos de iluminación, de forma que estos reflejen fielmente las condiciones reales de operación. Esta actualización continua es fundamental para garantizar la trazabilidad de la información, reducir errores en la operación y facilitar futuros procesos de auditoría, mantenimiento y modernización de las instalaciones. De igual forma, se sugiere la implementación de un sistema de gestión documental técnica centralizado, preferiblemente en formato digital, que permita el almacenamiento, control de versiones y acceso organizado a la información técnica del edificio. Este sistema debe asegurar que cualquier modificación en la infraestructura eléctrica, arquitectónica o de sistemas energéticos sea debidamente registrada y actualizada en los planos correspondientes, evitando inconsistencias entre la operación real y la documentación técnica disponible.

Es recomendable que la información actualizada sea utilizada como base para la implementación de sistemas de gestión energética conforme a la norma ISO 50001:2019, permitiendo una mejor toma de decisiones basada en datos confiables, la identificación de oportunidades de mejora y el control eficiente de los consumos energéticos.

Adicionalmente, se recomienda que la entidad disponga de un equipo ofimático dedicado (computador de uso técnico) en el área responsable de la gestión de infraestructura y mantenimiento, el cual cuente con las capacidades necesarias para la visualización, consulta y actualización de planos arquitectónicos y eléctricos.

Este equipo deberá contar con software especializado debidamente licenciado, incluyendo programas de diseño y visualización en formato CAD (DWG) y herramientas ofimáticas compatibles, que permitan el manejo adecuado de la información técnica por parte del profesional encargado del área. Esto garantiza el acceso oportuno a la documentación, mejora la eficiencia en la gestión técnica y evita el uso de versiones no controladas o desactualizadas de los planos.

Finalmente, se recomienda realizar actualizaciones periódicas de la información técnica del edificio, especialmente cuando se ejecuten intervenciones en la infraestructura eléctrica, ampliaciones de carga o modificaciones en los sistemas de iluminación, asegurando así la coherencia entre el diseño, la operación y el análisis energético del edificio.

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

10. FASE 3

10.1 Auditoria y Línea base del consumo energético, Evaluación en el Marco del SGE

Resumen

La auditoría energética realizada en la sede administrativa de la Alcaldía de Yopal constituyó un estudio técnico integral orientado a evaluar el desempeño energético del edificio, identificar oportunidades de mejora y formular estrategias para optimizar el uso de la energía, reducir costos operativos y disminuir el impacto ambiental. Este proceso se desarrolló bajo los principios de uso racional y eficiente de la energía, alineado con estándares internacionales como la NTC-ISO 50002 e ISO 50001:2018, y en cumplimiento de la normativa nacional vigente, especialmente la Ley 2294 de 2023, que establece la obligatoriedad de realizar auditorías energéticas en entidades públicas y alcanzar metas mínimas de ahorro energético.

La ejecución del estudio se justificó tanto por el cumplimiento normativo como por la necesidad institucional de mejorar la eficiencia energética de la infraestructura existente, la cual presentaba condiciones operativas que generaban incrementos en el consumo de energía y en los costos asociados. Asimismo, respondió a lineamientos de política pública en materia de sostenibilidad, cambio climático y gestión eficiente de recursos, así como a compromisos derivados de instrumentos como el Plan de Desarrollo, el Modelo Integrado de Planeación y Gestión (MIPG) y requerimientos de entes de control.
El objetivo general de la auditoría fue realizar el diagnóstico, evaluación y caracterización energética del edificio, con el fin de estructurar un Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) orientado a optimizar el consumo y garantizar el cumplimiento normativo. Para ello, se definieron objetivos específicos enfocados en la recopilación de información técnica, medición de variables eléctricas, análisis del consumo energético, evaluación de sistemas y formulación de estrategias de mejora.

Metodológicamente, la auditoría se desarrolló en tres fases. En la Fase 1, correspondiente a la recopilación de información y preanálisis, se realizó la planificación del proyecto, la revisión documental, las visitas técnicas y el levantamiento de información en campo, lo que permitió construir un diagnóstico preliminar y establecer una línea base inicial del consumo energético. En la Fase 2, se llevó a cabo el levantamiento, actualización y análisis técnico detallado de la infraestructura, incluyendo la digitalización de planos arquitectónicos y eléctricos, la elaboración de diagramas unifilares, el inventario de equipos, la medición de parámetros eléctricos y la evaluación del cumplimiento normativo bajo RETIE y NTC 2050.
Adicionalmente, en esta fase se desarrollaron estudios específicos como el análisis del sistema eléctrico, la evaluación del sistema de iluminación, la caracterización del consumo energético por

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

circuitos y el estudio de ventilación y calidad del aire, lo que permitió identificar ineficiencias, riesgos operativos y oportunidades de mejora en los diferentes sistemas del edificio. Estos resultados constituyeron la base técnica para el desarrollo de la Fase 3, en la cual se formularon las medidas de eficiencia energética, los escenarios de ahorro y el Plan de Gestión Eficiente de la Energía.

En conjunto, la auditoría proporcionó información técnica confiable y estructurada para la toma de decisiones, orientada a mejorar el desempeño energético de la Alcaldía de Yopal, fortalecer la gestión institucional y avanzar hacia un modelo de operación más eficiente, sostenible y alineado con las políticas nacionales de transición energética.

10.2 Naturaleza del proyecto

El presente proyecto correspondió a la ejecución de una auditoría energética en las instalaciones de la Alcaldía de Yopal, desarrollada por el CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025 en el marco del Contrato de Consultoría No. 2950-2025. Esta actividad se orientó a la evaluación integral del desempeño energético de la infraestructura existente, mediante el levantamiento, análisis y consolidación de información técnica asociada a los principales sistemas consumidores de energía.

La misión del consorcio consistió en desarrollar un diagnóstico energético detallado que permitió identificar oportunidades de mejora en eficiencia energética, optimización del consumo y reducción de pérdidas asociadas a la operación de los sistemas eléctricos, de iluminación, climatización, equipos ofimáticos y demás cargas relevantes de la edificación.

Como resultado del proceso de auditoría, se elaboró un inventario energético estructurado y una línea base de consumo, los cuales sirvieron como insumo técnico para la formulación de medidas de gestión energética. Estas medidas se alinean con los objetivos nacionales de eficiencia energética y con los procesos de transición hacia modelos de descarbonización, promoviendo la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el uso racional de la energía en el sector público.
Adicionalmente, la auditoría contó con un equipo multidisciplinario de profesionales y personal técnico especializado, el cual participó en las diferentes fases del proyecto, incluyendo la visita de campo, el levantamiento de información, la toma de mediciones, el análisis de datos y la elaboración de los informes técnicos. Este equipo permitió garantizar el adecuado desarrollo de las actividades, la veracidad de la información recolectada y el cumplimiento de los requerimientos establecidos en el alcance contractual y la normatividad aplicable.

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

10.3 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, transición energética, instalaciones eléctricas, calidad de la energía, iluminación, gestión ambiental y planeación institucional. Este conjunto de disposiciones regula la obligación de las entidades públicas de realizar diagnósticos energéticos periódicos, establecer líneas base de consumo, implementar planes de mejora y adoptar estrategias orientadas a la reducción del consumo energético, el uso eficiente de los recursos y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

En este contexto, el análisis técnico desarrollado durante la visita de campo y la revisión de la infraestructura eléctrica permitió identificar la necesidad de verificar el cumplimiento de reglamentos obligatorios como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE y la Norma Técnica Colombiana NTC 2050, los cuales establecen las condiciones mínimas de seguridad, operación, diseño y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en Colombia. Asimismo, se consideraron los criterios aplicables a calidad de energía, eficiencia energética en edificaciones y sistemas de iluminación conforme a la normativa vigente.

Con el fin de dar claridad a la evolución normativa y su aplicación en el presente estudio, se presenta a continuación el marco jurídico organizado cronológicamente, integrando la normativa que sustenta tanto la auditoría energética como las recomendaciones técnicas formuladas:

10.3.1 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.

10.3.2 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:

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

- 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.

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.

10.3.3 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.

10.3.4 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.

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

- 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.

10.3.5 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.

10.3.6 Normativa y estándares técnicos de referencia

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

- ASHRAE (asociación técnica global que establece estándares reconocidos mundialmente) – 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.

10.4 Objetivos

Este informe presenta un inventario del rendimiento energético de la alcaldía. Conduce a la evaluación del uso de energía para cada elemento energético (proceso, enfriamiento, air

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

comprimido, iluminación). Con base en este balance energético, se propondrán distintos escenarios que integren medidas de conservación de energía.

Según la solicitud del cliente, solo se incluye dentro del perímetro del estudio las partes comunas: corredores, parkings, zonas de administración.

10.5 Metodología

La metodología aplicada en el desarrollo de la presente auditoría energética se fundamenta en los lineamientos establecidos por ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), específicamente en la guía de auditorías energéticas para edificaciones comerciales, la cual define una clasificación por niveles (Level 1, Level 2 y Level 3) según la profundidad del análisis, el grado de levantamiento de información y el nivel de modelación energética requerido.

En este caso, el estudio corresponde principalmente a una auditoría energética de Nivel 2, la cual se caracteriza por un análisis detallado del consumo energético, la identificación de los principales usos finales de la energía (End-Use Breakdown), la evaluación de sistemas consumidores relevantes y la formulación de medidas de mejora con estimación preliminar de ahorros energéticos y económicos. Este nivel de auditoría se soporta en información recolectada en campo, mediciones puntuales, revisión de infraestructura existente y análisis de datos operacionales disponibles.

De acuerdo con ASHRAE, las auditorías de Nivel 2 incluyen como mínimo la caracterización de cargas eléctricas principales, análisis de consumos históricos, identificación de oportunidades de eficiencia energética y desarrollo de escenarios de mejora con base en supuestos técnicos razonables. A diferencia del Nivel 1, que es de carácter preliminar, y del Nivel 3, que involucra modelación energética detallada y simulaciones avanzadas, el Nivel 2 busca un equilibrio entre precisión técnica y aplicabilidad de las medidas propuestas.

La metodología implementada en la presente auditoría incluyó las siguientes etapas principales:

- Recolección de información documental y técnica: revisión de planos eléctricos, arquitectónicos, diagramas unifilares existentes, registros de consumo energético y documentación disponible de la infraestructura.
- Levantamiento de información en campo: recorrido técnico por las instalaciones de la Alcaldía de Yopal con el fin de identificar sistemas consumidores de energía, condiciones operativas, estado de la infraestructura eléctrica, sistemas de iluminación, climatización, sistemas hidráulicos y equipos ofimáticos.
- Medición de variables eléctricas: instalación de equipos de medición en tableros principales y secundarios para el registro de parámetros eléctricos como tensión,

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

corriente, potencia activa, reactiva y aparente, factor de potencia, desbalances de carga y calidad de la energía.

- Análisis de calidad de energía: evaluación de parámetros como distorsión armónica total (THD), variaciones de tensión, comportamiento de carga y condiciones de operación del sistema eléctrico, en concordancia con buenas prácticas internacionales.
- Construcción de línea base energética: consolidación del consumo energético del edificio a partir de la información histórica disponible y las mediciones realizadas, con el fin de establecer el punto de referencia para la evaluación de mejoras.
- Desagregación del consumo energético: identificación de los principales usos finales de la energía (iluminación, climatización, sistemas eléctricos, equipos ofimáticos y otros consumos), permitiendo determinar los centros de mayor demanda energética.
- Identificación de oportunidades de mejora: análisis técnico de los sistemas evaluados para la formulación de medidas de eficiencia energética, considerando criterios de viabilidad técnica, impacto energético y alineación con normativa vigente.
- Evaluación preliminar de escenarios de ahorro: estimación de posibles reducciones de consumo energético mediante la implementación de medidas propuestas, bajo supuestos operativos razonables.

A continuación, se presenta la matriz de alcance metodológico basada en ASHRAE:

Tabla 55-Alcance metodológico de auditoría energética (ASHRAE)

Elementos	Level 1	Level 2	Level 3	Alcance actual
Resumen ejecutivo	X	X	X	X
Introducción	X	X	X	X
Análisis del consumo de energía y	X	X	X	X
Línea base energética		X	X	X
Descripción del sitio		X	X	X
Plan de mejora nivel 1	X			
Plan de mejora nivel 2		X		X
Plan de mejora nivel 3			X	
Escenarios financieros		X	X	X

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

En este contexto, el modelo de análisis aplicado se basa en cálculos energéticos simplificados y en la caracterización de los principales sistemas consumidores del edificio, lo cual permite construir el desglose energético global de la Alcaldía de Yopal. Este enfoque facilita la identificación de oportunidades de mejora en eficiencia energética, la priorización de medidas de intervención y la formulación de recomendaciones técnicas alineadas con estándares internacionales como ASHRAE 100, ISO 50001:2019 e ISO 50002:2018, los cuales complementan el análisis desde la perspectiva de gestión energética, auditoría y mejora continua del desempeño energético.

10.6 Recogida de datos

La etapa de recogida de datos corresponde a la Fase 1 de la auditoría energética, en la cual se realizó el levantamiento, consolidación y validación de la información técnica, documental y operativa necesaria para el desarrollo del análisis energético del edificio de la Alcaldía de Yopal. Esta fase constituye el punto de partida del estudio, ya que permite caracterizar la infraestructura existente y establecer los insumos iniciales para la construcción de la línea base de consumo energético.

Durante esta fase se recopiló y revisó la documentación técnica disponible, incluyendo planos arquitectónicos y eléctricos del edificio antiguo en formato DWG, así como información histórica de consumos energéticos correspondientes a los periodos 2023, 2024 y 2025. Dentro de estos registros se incluyó el consumo de energía eléctrica del Palacio Municipal para los años mencionados, así como el consumo de gas en el periodo 2023–2025. Esta información permitió identificar el comportamiento histórico del consumo energético y sirvió como base para la estructuración de la línea base energética del edificio.

Adicionalmente, se realizó la visita técnica a las instalaciones de la Alcaldía de Yopal, en la cual participaron el equipo del CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025 y personal técnico de la entidad, con el objetivo de llevar a cabo el reconocimiento general de la infraestructura y la identificación de los principales sistemas consumidores de energía. Durante esta actividad se inspeccionaron los sistemas eléctricos, de iluminación, climatización, tableros de distribución, sistemas de respaldo, equipos ofimáticos y demás cargas relevantes del edificio.

La visita permitió contrastar la información documental con las condiciones reales de operación, identificar el estado general de la infraestructura instalada y verificar el funcionamiento de los sistemas energéticos existentes. Asimismo, se seleccionaron muestras representativas de los diferentes usos finales de energía, lo cual permitió establecer una base sólida para el análisis posterior del comportamiento energético del edificio.

En conjunto, la información recopilada durante esta fase constituye el insumo principal para el desarrollo del diagnóstico energético, la identificación de oportunidades de mejora y la posterior construcción del desglose de consumos del sistema energético de la Alcaldía de Yopal.

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

10.7 Resumen descripción general del sitio

El presente apartado consolida y sintetiza la información general del sitio previamente recopilada en las fases iniciales de la auditoría energética, con el propósito de establecer una base técnica coherente para el desarrollo del análisis energético en profundidad correspondiente a la Fase 3. En esta etapa, la información arquitectónica, operativa y bioclimática del edificio se utiliza como insumo directo para la evaluación del desempeño energético, la identificación de oportunidades de mejora y la formulación de medidas de eficiencia energética.

Es importante aclarar que las características detalladas del edificio, incluyendo su descripción arquitectónica, condiciones bioclimáticas, distribución de áreas, sistemas constructivos y aspectos operativos, fueron desarrolladas y documentadas en la Fase 1 del estudio. Por lo tanto, en este apartado no se presenta nuevamente dicha información de manera extensa, sino que se retoman sus aspectos más relevantes como referencia para el análisis energético posterior.

El edificio objeto de estudio se encuentra ubicado en el municipio de Yopal, departamento de Casanare (Colombia), y corresponde a una infraestructura administrativa conformada por dos bloques constructivos con diferentes periodos de desarrollo. El primero, de mayor antigüedad, presenta aproximadamente entre 30 y 35 años de operación, mientras que el segundo corresponde a una edificación más reciente con una antigüedad aproximada de 5 a 6 años, incluyendo ampliaciones puntuales realizadas en los últimos años. Esta condición de heterogeneidad constructiva implica diferencias relevantes en criterios de diseño, materiales, desempeño térmico y eficiencia energética, lo cual influye directamente en el comportamiento global del sistema edificio–energía.

Desde el punto de vista funcional, la entidad cuenta con una ocupación aproximada de 390 funcionarios, con variaciones asociadas a dinámicas administrativas y operativas propias del sector público. Adicionalmente, no se dispone de un sistema formal de registro de visitantes, lo cual representa una limitación para la estimación precisa de la carga ocupacional real y su impacto sobre los consumos energéticos, especialmente en climatización e iluminación.

En términos generales, el análisis del comportamiento energético del edificio se apoya en las condiciones ya descritas en la Fase 1, las cuales incluyen la configuración arquitectónica, la distribución de espacios, las características bioclimáticas y las condiciones de la envolvente. Dichos elementos constituyen la base para comprender la interacción entre el edificio y sus sistemas consumidores de energía.

En este sentido, se identifican diferencias relevantes entre el edificio antiguo y el edificio nuevo, particularmente en su respuesta térmica, nivel de exposición solar y estrategias pasivas de control ambiental. Estas condiciones influyen directamente en la demanda de climatización e iluminación artificial, especialmente en un clima tropical cálido-húmedo como el de Yopal, donde la

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

temperatura media anual y la radiación solar generan cargas térmicas elevadas durante todo el año.

Finalmente, esta síntesis permite dar continuidad al análisis energético desarrollado en la Fase 3, en la cual se evalúan los consumos, cargas, eficiencias y oportunidades de mejora del sistema edificio–energía, con base en la información ya consolidada en las fases previas del estudio.

A tener en cuenta: Elementos clave

De manera general, las características bioclimáticas del edificio presentan condiciones favorables para la eficiencia energética. No obstante, el uso y la selección de protecciones solares interiores limitan el aprovechamiento de la luz natural, lo que impacta negativamente el consumo energético.

Las propiedades térmicas de las cubiertas y los muros son catalogadas como medias; en el caso de las cubiertas, resulta conveniente mejorar su desempeño térmico para optimizar el consumo energético, mientras que en los muros no se considera necesaria ninguna intervención.

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

11. Estudio de calidad del Aire

El estudio de calidad del aire interior y ventilación desarrollado para la Alcaldía de Yopal se enmarca dentro de la Fase 3 de la auditoría energética (caracterización y análisis técnico del sistema), cuyo objetivo es evaluar el comportamiento real de los espacios en términos de ventilación natural, confort térmico e interacción con los sistemas de climatización mecánica existentes.

En esta fase se realizó el análisis de la viabilidad de la ventilación natural en el edificio con base en los criterios establecidos en la norma ASHRAE 62.1, la cual define los requisitos mínimos de calidad del aire interior en edificaciones. Este análisis incluyó la revisión de condiciones geométricas de los espacios (profundidad, altura y tipología de ventilación), el porcentaje de aperturas hacia el exterior, y la capacidad real de renovación de aire en zonas ocupadas.

Como parte del estudio, se seleccionó un espacio representativo de alta ocupación, el cual permitió evidenciar que, aunque en algunos casos se cumple el área mínima de apertura exigida por la norma, la profundidad de los recintos y la ventilación predominantemente unilateral limitan la efectividad del flujo de aire, impidiendo una renovación homogénea en toda la zona ocupada. Este comportamiento se replica en gran parte de las oficinas abiertas del edificio, especialmente en aquellas de mayor tamaño o sin ventilación cruzada.

Adicionalmente, se evaluó la interacción entre la ventilación natural y los sistemas de aire acondicionado, identificándose una operación simultánea en varios espacios, lo cual genera un incremento en la carga térmica y, en consecuencia, un mayor consumo energético. Este fenómeno es coherente con los resultados generales de la auditoría, donde el sistema de climatización representa una de las principales cargas de consumo del edificio.

A partir del análisis realizado, se concluye que una proporción significativa de los espacios no cumple completamente con los criterios de ventilación natural establecidos por ASHRAE 62.1, por lo que se requiere la incorporación de sistemas de ventilación mecánica como estrategia principal para garantizar la calidad del aire interior. Entre las alternativas evaluadas se incluyen sistemas de doble flujo con recuperación de calor para áreas de alta ocupación, sistemas de inyección y extracción para oficinas de menor carga, y sistemas de extracción localizada para zonas técnicas y sanitarias.

Con base en estos resultados, la auditoría avanza hacia la Fase 3 (formulación de medidas de mejora y escenarios de eficiencia energética), en la cual se estructuran las acciones técnicas, operativas y de inversión necesarias para corregir las deficiencias identificadas en la Fase 2. En esta etapa se integran los hallazgos de ventilación, climatización, iluminación y calidad de energía, con el fin de definir estrategias de intervención que permitan reducir el consumo energético del edificio sin comprometer la calidad ambiental interior.

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

Finalmente, la Fase 3 se orienta a la evaluación de alternativas de mejora bajo criterios técnicos, energéticos y normativos, considerando el cumplimiento de estándares como RETIE, NTC 2050 y ASHRAE, así como los lineamientos nacionales de eficiencia energética y transición energética. De esta manera, se asegura que las soluciones propuestas no solo sean técnicamente viables, sino también coherentes con los objetivos de sostenibilidad y reducción de emisiones del sector público.

11.1 Situación del edificio

11.1.1 Análisis de los consumos

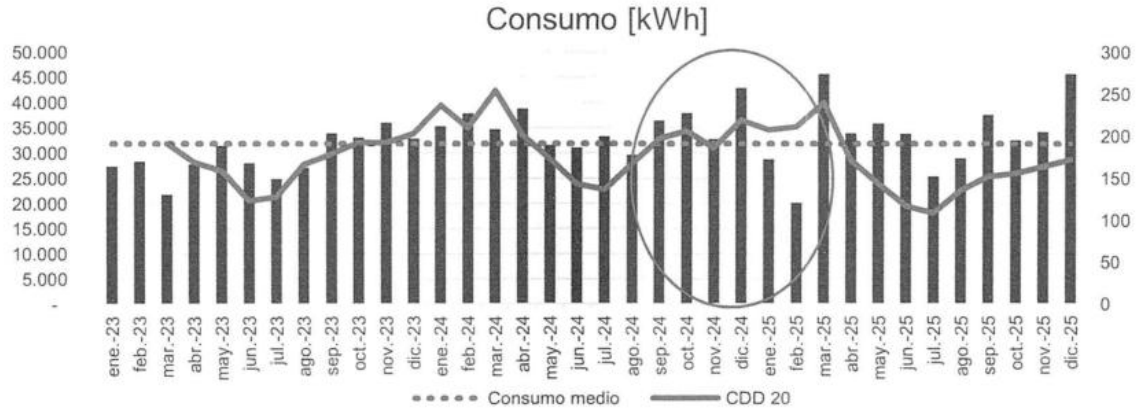
El análisis del consumo energético del edificio sirve de base para la auditoría energética. Es a partir de este consumo que es posible elaborar un balance energético (distribución por ítems) y así cuantificar el ahorro energético que se puede conseguir cuando se implementa el plan de acción. Estos consumos se compararán con los elementos recogidos durante la visita y esto permitirá una mejor comprensión del funcionamiento del edificio.

Todo el consumo también se comparará con el DJU (Unified Degree Days). El **grado día** es un valor representativo de la diferencia entre la temperatura de un día determinado y un umbral de temperatura de referencia (20 °C). Sumadas a lo largo de un período, estas diferencias permiten calcular las necesidades de refrigeración de un edificio.

11.1.2 Evolución del consumo anual

El edificio tiene un proveedor de energía que suministra la potencia requerida y emite las facturas.

Ilustración 56 – Consumo mensual



El consumo sigue bastante las condiciones exteriores (CDD) a lo largo de los 3 años. Hubo una baja de consumo en enero y febrero 2025, que no se pudo explicar con la operación de la Alcadia.

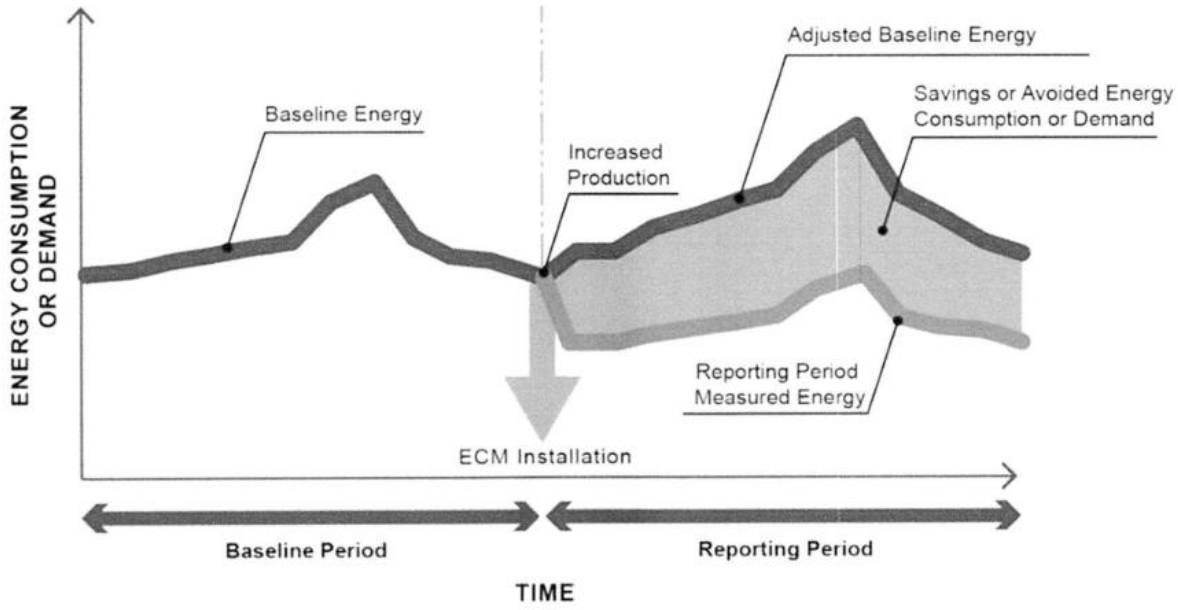
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

11.2 Línea de base energética

El consumo mensual de electricidad del sitio varía según la producción, la temperatura exterior y las condiciones operativas. Para un seguimiento preciso, se aplicará el Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Rendimiento (IPMVP), que ofrece un marco para establecer líneas de base, medir el desempeño y verificar los ahorros energéticos.

Mediante métodos estadísticos, el IPMVP permite identificar los factores que influyen en el consumo, garantizando una línea de base confiable y fácil de usar como herramienta de control del rendimiento energético.

Ilustración 57 – Ilustración del principio IPMVP



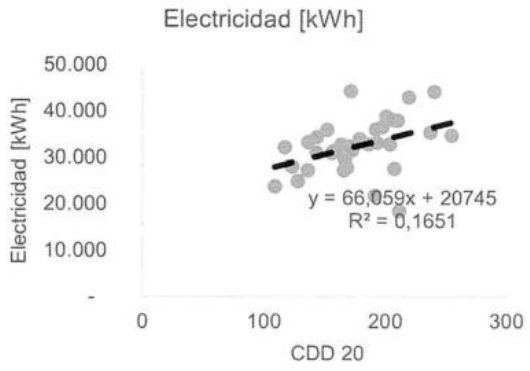
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

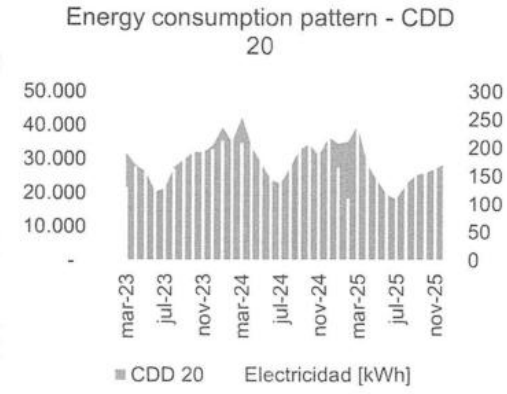
Tabla 56-Criterios estadísticos de validación del modelo energético

Indicador estadístico	Nombre completo	¿Qué significa?	Umbrales de validez
R^2	Coeficiente de determinación	R^2 es un indicador estadístico que mide la bondad de ajuste de un modelo de regresión lineal. En términos más simples, R^2 le indica qué tan bien se ajusta el modelo de regresión lineal a los datos. **El valor de R^2 varía de 0 a 1, con un valor cercano a 1 que indica que el modelo explica una gran parte de la variación en los datos.**	$R^2 > 75\%$
CV (RMSE)	Error cuadrático medio validado de forma cruzada	CV (RMSE) es un indicador estadístico utilizado para evaluar la precisión predictiva de un modelo de regresión lineal. Es una medida de la diferencia promedio entre los valores predichos y los valores reales de la variable dependiente en el modelo. **Un valor más bajo de CV (RMSE) indica un mejor ajuste del modelo a los datos y, por lo tanto, una mayor precisión predictiva del modelo.**	CV (RMSE) < 22%
t-stats	Estadístico t de los coeficientes de regresión	El t-stat mide la significancia estadística de cada coeficiente de la regresión. Indica si una variable independiente tiene un efecto real sobre la variable dependiente. Valores absolutos altos de t-stat sugieren que el coeficiente es significativamente diferente de cero y, por lo tanto, relevante en el modelo.	t-stat >2

Tenemos el consumo eléctrico de enero 2023 hasta diciembre de 2025. La electricidad sirve para el proceso, la climatización etc. Depende de los días de trabajos (sin paro), de los datos de producción que reflectan directamente el consumo del proceso, y de la temperatura exterior para la climatización. Este último factor se traduce por la utilización de los Cooling Degree Days.

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





Modelo estadístico	Variables	R^2	CV (RMSE)	Valores de t-stat	Validez del modelo
Monovariable	CDD 20	17%	16%	OK	**X**

⇨ En este caso, podemos ver en la tabla anterior que el modelo monovariable no cumple con los criterios del IPMVP (R^2 > 75% y CV(RMSE) < 22% y t-stats validos). Esta línea de base de electricidad no puede ser utilizada para realizar un seguimiento del rendimiento y estimar el ahorro de energía a lo largo del tiempo.

La construcción de una línea base energética basada en modelos estadísticos no resulta viable en este caso, conforme a los lineamientos establecidos en el protocolo IPMVP. Esta limitación se debe principalmente a la ausencia de variables independientes confiables, medibles y con un histórico suficiente, como datos detallados de ocupación, horarios de uso o condiciones operativas estandarizadas.

Adicionalmente, se evidencia una operación descentralizada de los sistemas de climatización, en la cual los equipos de aire acondicionado son controlados directamente por los usuarios sin lineamientos unificados de temperatura de consigna, horarios de encendido/apagado o políticas de uso eficiente. Esta condición introduce una alta dispersión en los datos de consumo energético, generando un comportamiento no predecible y dificultando la identificación de relaciones funcionales entre el consumo y variables externas como la temperatura ambiente o la carga térmica.

Como consecuencia, no se observa una correlación estadísticamente significativa entre el consumo energético y variables independientes típicamente empleadas en modelos de regresión

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

(por ejemplo, temperatura exterior, grados-día o niveles de ocupación), lo que impide la aplicación de metodologías de normalización o ajuste climático recomendadas en escenarios con mayor madurez en la gestión de datos.

En este contexto, y de acuerdo con las alternativas metodológicas contempladas en el IPMVP, se adopta un enfoque de línea base absoluta o histórica, el cual consiste en tomar como referencia directa los consumos energéticos medidos durante un período representativo, sin realizar ajustes por variables independientes. Este enfoque es coherente con la aplicación de la Opción C del IPMVP (medición de toda la instalación) cuando no es posible desarrollar modelos estadísticos robustos.

Asimismo, la Resolución 016 de 2024 UPME establece que, en ausencia de información suficiente para la construcción de modelos ajustados, es válido emplear líneas base históricas siempre que se garantice que el período seleccionado sea representativo, consistente y libre de eventos atípicos significativos. En este sentido, se recomienda el uso de un horizonte mínimo de tres (3) años, con el fin de capturar la variabilidad operativa y estacional del consumo energético.

La adopción de una línea base absoluta implica considerar los siguientes criterios técnicos:

Representatividad del período base: El intervalo seleccionado (enero 2023 – diciembre 2025) incluye ciclos completos de operación y condiciones climáticas variables, lo que permite obtener un promedio confiable del comportamiento energético.

Calidad y trazabilidad de los datos: Se utilizan registros de consumo energético medidos y verificados, asegurando consistencia en la fuente de información.

Estabilidad operativa relativa: Aunque existe variabilidad en la operación, no se identifican cambios estructurales significativos en la infraestructura o en el uso del edificio que invaliden la comparación histórica.

Simplicidad y transparencia metodológica: Este enfoque facilita la comprensión, replicabilidad y verificación de resultados en procesos de auditoría energética.

No obstante, es importante reconocer que la línea base absoluta presenta limitaciones, entre ellas la imposibilidad de aislar el efecto de variables externas (clima, ocupación, cambios operativos), lo que puede introducir incertidumbre en la estimación de ahorros. Por esta razón, su aplicación debe ir acompañada de un análisis cualitativo que permita contextualizar las variaciones en el consumo energético.

En conclusión, la adopción de esta metodología se justifica plenamente desde el punto de vista normativo y técnico, dado el nivel de información disponible y las condiciones operativas actuales. Esta línea base servirá como referencia para el seguimiento del desempeño energético, la

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

identificación de tendencias de consumo y la evaluación de medidas de eficiencia energética, en concordancia con las buenas prácticas establecidas tanto a nivel nacional como internacional.

11.3 Reporte UPME

Para el establecimiento de la línea base de consumo energético, se adoptan los lineamientos del protocolo IPMVP en conjunto con la metodología definida en la Resolución 016 de 2024 UPME, con el fin de garantizar un enfoque robusto, trazable y alineado con las mejores prácticas nacionales e internacionales en gestión de la energía.

El IPMVP proporciona el marco técnico para la medición y verificación del desempeño energético, estableciendo criterios para la construcción de líneas base, selección de variables independientes (como clima, ocupación o niveles de operación) y ajuste de los consumos a condiciones comparables en el tiempo. Este enfoque permite asegurar que cualquier variación en el consumo energético pueda atribuirse de manera confiable a la implementación de medidas de eficiencia energética y no a cambios externos.

Por su parte, la Resolución 016 de 2024 de la UPME complementa este enfoque al establecer directrices específicas para el contexto colombiano, recomendando el uso de un período histórico mínimo de tres (3) años para la definición de la línea base. Esta recomendación busca capturar adecuadamente las variaciones estacionales, operativas y climáticas, especialmente relevantes en zonas con condiciones ambientales variables o con patrones de uso no homogéneos.

La elección de un período línea base comprendido entre enero de 2023 y diciembre de 2025 responde a los siguientes criterios técnicos:

Representatividad estadística: Un horizonte de tres años permite incluir ciclos completos de operación, reduciendo sesgos por eventos atípicos o periodos anómalos.

Variabilidad climática: En climas cálidos como el de Yopal, donde la demanda de climatización es sensible a cambios de temperatura y humedad, este periodo permite capturar fluctuaciones relevantes.

Consistencia operativa: Se asegura que los datos correspondan a condiciones de operación relativamente estables del edificio, evitando distorsiones por cambios significativos en infraestructura o uso.

Alineación normativa: Cumple con las recomendaciones de la UPME y facilita procesos de auditoría energética, certificación o verificación de ahorros.

En conjunto, la aplicación de estas dos metodologías permite construir una línea base confiable, ajustable y verificable, que servirá como referencia para evaluar el impacto real de las medidas de eficiencia energética implementadas en el sistema de climatización y demás usos energéticos del edificio.

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

Tabla 57-Evolución de los consumos (eléctricos)

Mes	2023 (kWh)	2024 (kWh)	2025 (kWh)
Enero	30 581	34 192	30 828
Febrero	35 223	39 880	39 212
Marzo	35 191	33 619	32 175
Abril	27 720	32 175	32 340
Mayo	30 445	30 555	33 213
Junio	27 940	31 024	32 120
Julio	32 175	32 212	32 175
Agosto	26 279	28 627	26 326
Septiembre	33 851	36 487	35 885
Octubre	38 346	37 998	35 749
Noviembre	36 038	32 780	32 646
Diciembre	31 772	34 749	34 409

Tabla 58-Evolución de los costos (eléctricos)

Mes	2023 (COP)	2024 (COP)	2025 (COP)
Enero	23 481 850	30 581 816	27 269 847
Febrero	27 526 759	38 864 791	59 645 633
Marzo	25 941 867	33 343 355	27 921 295
Abril	22 254 300	28 315 796	26 429 670
Mayo	24 633 184	27 370 877	25 424 594
Junio	22 704 990	27 288 220	25 958 960
Julio	26 224 631	28 998 048	26 270 296
Agosto	21 526 548	26 100 590	21 921 271
Septiembre	27 923 010	30 963 700	29 479 400
Octubre	32 263 282	28 606 810	29 076 550
Noviembre	33 050 500	25 099 130	26 279 510
Diciembre	29 312 923	27 288 711	26 468 140

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

Este periodo de tiempo permite reflejar las condiciones recientes de operación de los espacios bajo condiciones normales y de esa manera establecer la línea base:

En vista de lo anterior, y tomando el método de valor absoluto de energía se realizaron los siguientes procedimientos, en los casos que aplica:

- Normalización: corresponde a un arreglo que se realiza para ajustar los valores a un periodo fijo de 30 días, teniendo en cuenta que los días de facturación pueden ser mayores o menores a 30 días.
- Ajuste: Se aplica al comparar los datos mensuales entre los años analizados; si se encuentran fuera del intervalo de confianza (±10%), se ajustan estadísticamente.

Los cuales permitieron obtener los siguientes resultados:

Ilustración 58 – Potencial de ahorro

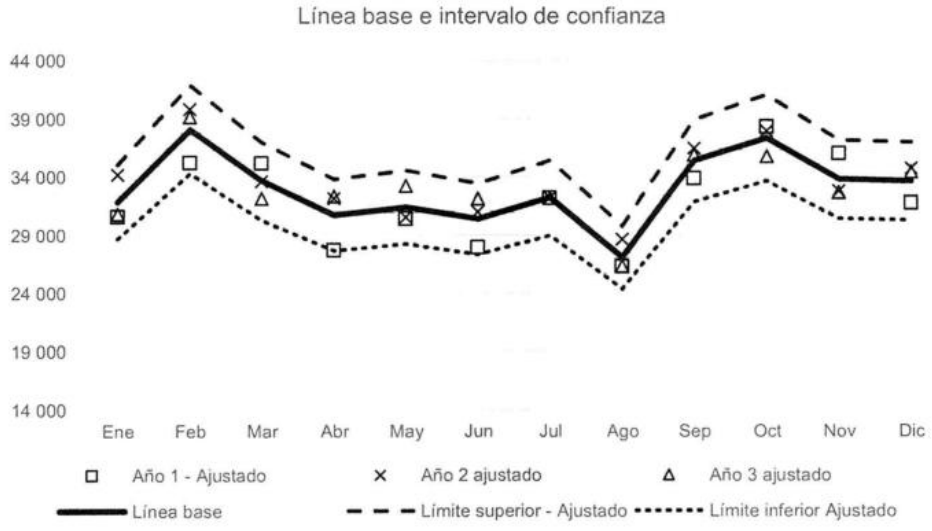


Tabla 59-Potencial de ahorro.

Mes	Año 1 [kWh]	Año 2 [kWh]	Año 3 [kWh]	Línea base	Límite superior	Límite inferior	Mínimo	Ahorro	
Enero	30 581	34 192	30 828	31 867	35 054	28 680	30 581	1 286	4%

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

Mes	Año 1 [kWh]	Año 2 [kWh]	Año 3 [kWh]	Línea base	Límite superior	Límite inferior	Mínimo	Ahorro	
Febrero	35 223	39 880	39 212	38 105	41 915	34 294	35 223	2 882	8%
Marzo	35 191	33 619	32 175	33 662	37 028	30 295	32 175	1 487	4%
Abril	27 720	32 175	32 340	30 745	33 819	27 670	27 720	3 025	10%
Mayo	30 445	30 555	33 213	31 405	34 545	28 264	30 445	959	3%
Junio	27 940	31 024	32 120	30 361	33 397	27 325	27 940	2 421	8%
Julio	32 175	32 212	32 175	32 187	35 406	28 968	32 175	13	0%
Agosto	26 279	28 627	26 326	27 077	29 785	24 370	26 279	798	3%
Septiembre	33 851	36 487	35 885	35 408	38 948	31 867	33 851	1 557	4%
Octubre	38 346	37 998	35 749	37 364	41 101	33 628	35 749	1 615	4%
Noviembre	36 038	32 780	32 646	33 821	37 203	30 439	32 646	1 175	3%
Diciembre	31 772	34 749	34 409	33 643	37 008	30 279	31 772	1 872	6%
Promedio	**32 130**	**33 692**	**33 090**	**32 970**	**36 267**	**29 673**	**31 380**	**1 591**	**5%**

La tabla y gráfica anterior presentan la línea base energética del edificio: 32.970 kWh/mes o el equivalente a 395.645 kWh/año o 153,3 kWh/m²/año.

Además, se puede concluir que en cada mes hay por lo menos un dato por debajo de la línea base o promedio, por lo que el edificio puede reducir su consumo al período donde operó con mayor eficiencia. El valor promedio de potencial de ahorro mensual ajustado es de 5%.

Según los registros de pagos de la entidad, el precio del kWh durante el último año fue de $ 851 COP/kWh, con un gasto total por consumo energético de $ 326,214,400 COP/año.

11.3.1 Período de referencia para el análisis

Para la calibración de los consumos con las facturas energéticas, se ha considerado un año de referencia completo. La auditoría energética se ha realizado utilizando facturas correspondientes al período de enero a diciembre de 2025, ya que constituye la representación más reciente y fiable de un año operativo típico para este sitio.

11.3.2 Usos de otros energéticos y fuentes de energía renovable

La situación de la compra de energía durante el periodo de referencia se resume en el siguiente cuadro:

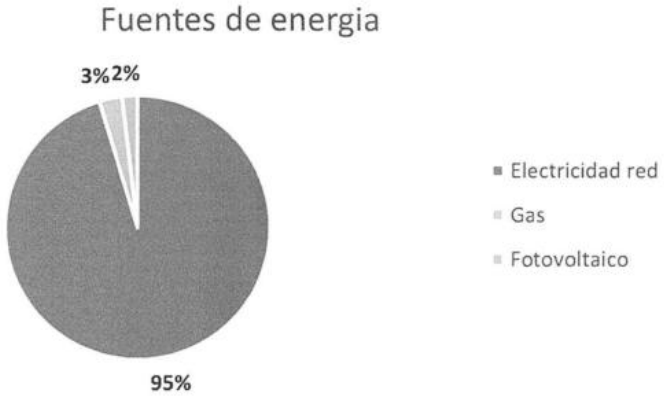
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Tabla 60-Uso de otro energéticos.

Energía	Consumo [MWh/año]	Facturas de energía [COP/ año]	Facturas de energía [USD/ año]	Costo [COP/MWh]	Costo [USD/MWh]
Electricidad	383	326,214,400	88,926	850,735	232
Natural Gas	11	1,169,369	319	103,283	28
Fotovoltaico	8	0	0	0	0

**Tasa de conversión: 1 COP = 0,054 USD*

Ilustración 59 – Fuentes de energía



11.3.3 Análisis de energía y emisiones de CO2 de las facturas de energía

La siguiente tabla resume el consumo anual de energía y las emisiones de CO2 asociadas en el año de referencia:

Tabla 61 -análisis CO2.

Energía	Consumo [MWh/ año]	Consumo [kWh/m²]	Impacto de carbono [kgCO2eq/kWh]	Impacto de carbono [TCO2eq/ año]
Electricidad	383	152	0.177	68
Natural Gas	11	4	0.198	2

El impacto de carbono de la electricidad de la red colombiano es un poco más alto que el del gas natural.

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

11.3.4 Análisis de las mediciones eléctricas

Además del informe eléctrico que describe el estado del sistema eléctrica, que evalúe la calidad de la energía etc. Las mediciones eléctricas que se realizaron permiten igualmente de entender mejor el comportamiento del edificio.

11.3.5 Análisis de carga de los circuitos

Se realiza el consolidado de los circuitos medidos en los dos tableros, el antiguo y el nuevo, con el propósito de caracterizar el consumo por circuito, el consumo aportado total por tablero y los circuitos que más influyen o aportan al desbalance de corriente total de la edificación. Esta información se describe en seguida.

Ilustración 60 – Consumo por circuito de los tableros de distribución principal (15 días de mediciones)

TABLERO	CIRCUITOS	Consumo semanal por Circuito
ANTIGUO	Hacienda	1165,751 kWh
	Secretaria Infraestructura	1140,846 kWh
	Oficinas Concejo	1012,706 kWh
	Planeación cuarto TIC Regulado	936,079 kWh
	TICS 2	761,313 kWh
	TICS	746,536 kWh
	Planeación	576,577 kWh
	Talento Humano	601,607 kWh
	Secretaria Infraestructura Regulado	414,239 kWh
	Hacienda Regulado	346,356 kWh
	Control interno	237,27 kWh
	Almacén	302,229 kWh
	Secetaría general	231,733 kWh
	Correspondencia	196,868 kWh
	Sótano	223,621 kWh
	Sistemas	197,214 kWh
	Sala de reuniones planeación	248,44 kWh
	TICS regulado	183,45 kWh
	Despacho	14,641 kWh
NUEVO	TAA-2P	1950,804 kWh
	TN1-3P TN2-P3 TN3-3P	1427,216 kWh
	TAA-1P	914,404 kWh
	TN-2P	654,286 kWh
	TR-1P1	199,498 kWh
	Sucursal Banco de Bogotá	104,5 kWh
	TN-1P	82,736 kWh
Total General		14870,920 kWh

TAA= Tablero de Aire Acondicionado

TN = Tablero de Tomas Normales

TR = Tablero de Tomas Reguladas

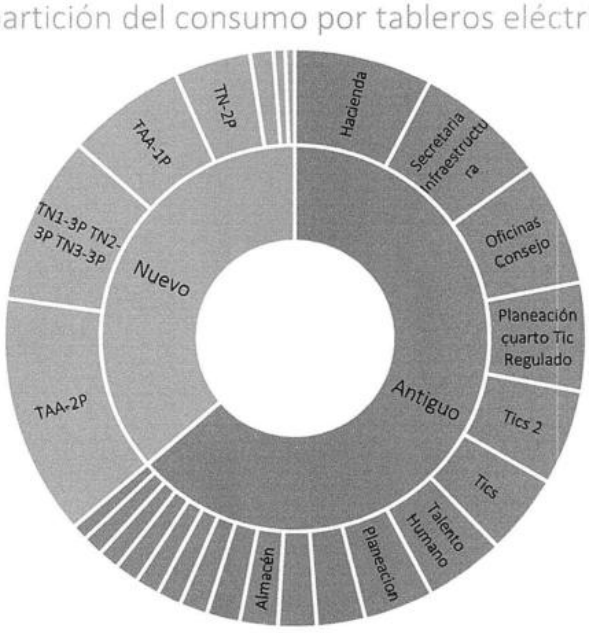
Esta tabla permite distinguir el consumo por circuito en los dos tableros, donde se puede observar que la mayoría de los circuitos están conectados del tablero antiguo representando la mayor parte

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

del consumo, pero también se aprecia que el circuito TAA-2P es el circuito de mayor consumo y hace parte de los circuitos conectados al tablero de distribución nuevo.

La siguiente imagen permite apreciar los circuitos de mayor demanda que hay en el tablero antiguo y nuevo.

Ilustración 61 – Repartición del consumo por tableros eléctricos



De una manera similar se presentan los datos de desbalance de corriente por circuito, con el fin de determinar los circuitos que más aportan al desbalance total de las cargas:

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

Ilustración 62 – Desbalance por circuito de los tableros de distribución principal (15 días de mediciones)

TABLERO	CIRCUITOS	Desbalance
ANTIGUO	Hacienda	20%
	Secretaria Infraestructura	13%
	Oficinas Consejo	44%
	Planeación cuarto Tic Regulado	86%
	Tics 2	33%
	Tics	78%
	Talento Humano	37%
	Planeacion	38%
	Secretaria Infraestructura Regulado	5%
	Hacienda Regulado	18%
	Almacén	42%
	Sala de Reuniones Planeacion	88%
	Secretaría General	54%
	Sótano	72%
	Control Interno	81%
	Sistemas	30%
	Tics Regulado	72%
	Correspondencia	66%
	Despacho	100%
NUEVO	TAA-2P	8%
	TN1-3P TN2-3P TN3-3P	75%
	TAA-1P	57%
	TN-2P	53%
	TR-1P1	47%
	Sucursal Banco de Bogotá	100%
	TN-1P	155%

TAA= Tablero de Aire Acondicionado

TN = Tablero de Tomas Normales

TR = Tablero de Tomas Reguladas

1P: primer piso

2P: segundo piso

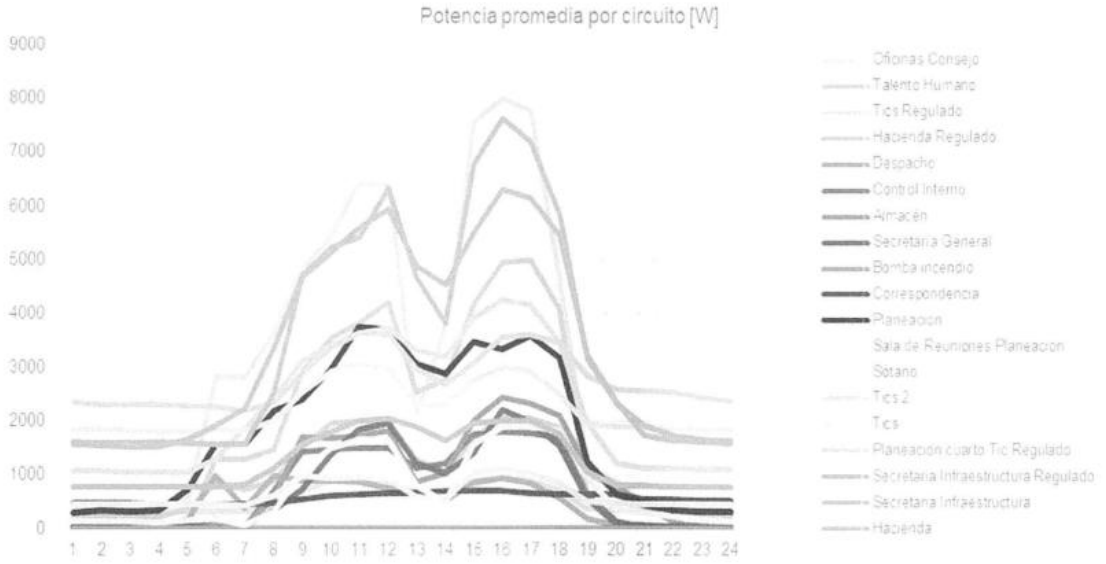
Aunque algunos circuitos como el TN-1P presentan un desbalance de corriente de más del 155%, hay que denotar que también es el circuito que menor consumo representa de la lista anterior, es decir, los circuitos que más consumo tienen y que presentan desbalance de corriente considerable son los que más aportan al desbalance total de corriente, los circuitos como el ya mencionado, tiene alto desbalance, pero su aporte al total es mínimo.

11.4 Edificio antiguo

El edificio antiguo tiene tableros secundarios que combinan iluminación y AA. Hay varios tableros secundarios con energía regulada que combinan iluminación y AA.

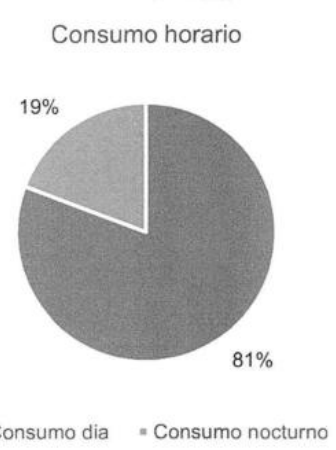
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Ilustración 63 – Análisis de carga por hora - edificio antiguo



El análisis de carga muestra un talón de consumo durante la noche.

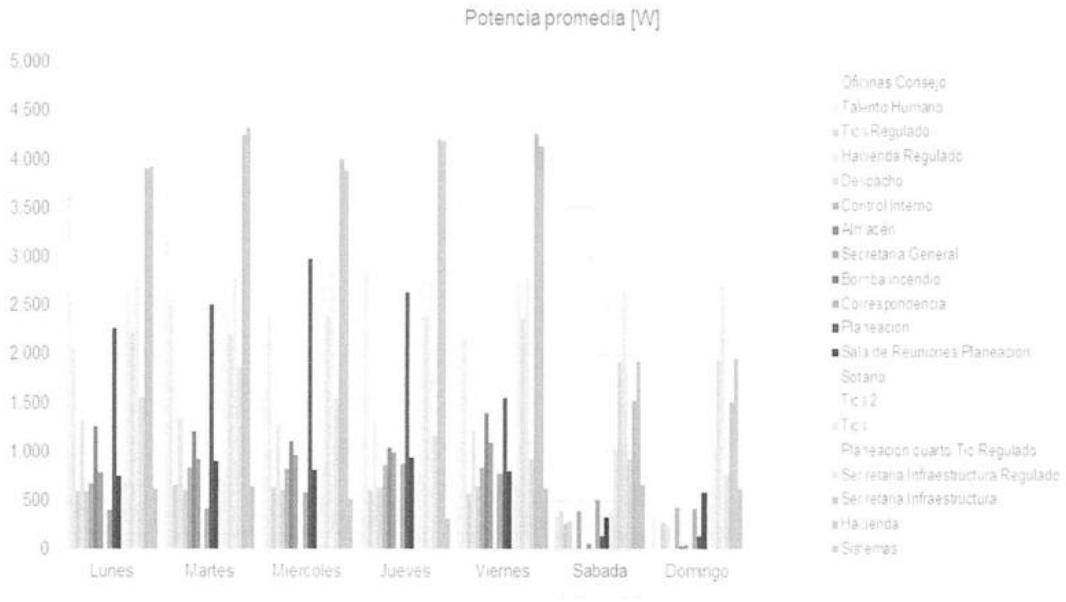
Ilustración 64 – Consumo diurno y nocturno del edificio nuevo



El consumo nocturno representa 19% del consumo total, la mayoría de este consumo se debe a la falta de apagado de los equipos al finalizar la jornada.

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

Ilustración 65 – Análisis de carga por día - edificio antiguo



El análisis de carga muestra un consumo durante el fin de semana.

Ilustración 66 – Consumo semanal del edificio nuevo



El consumo del fin de semana representa 14% del consumo total, la mayoría de este consumo se debe a la falta de apagado de los equipos al fin de semana.

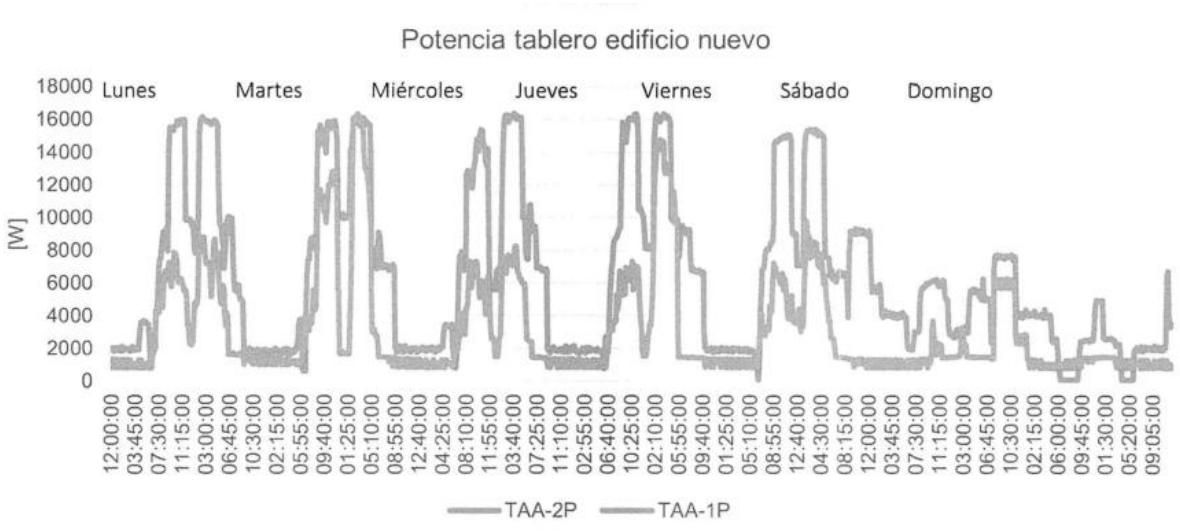
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

11.5 Edificio nuevo

Para el edificio nuevo, los circuitos son separados por:

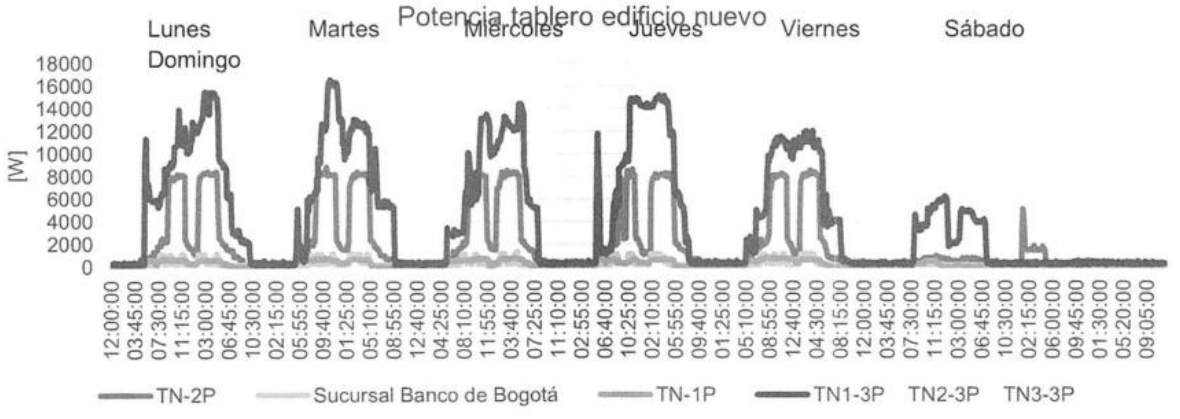
- Tableros de aire acondicionado
- Tableros regulados (iluminación)
- Tableros de tomas normales

Ilustración 67 – Potencia tablero edificio nuevo – Tableros aire acondicionados



El análisis de carga revela que el **10% de la potencia máxima** de los aires acondicionados sigue activo en periodos de desocupación. Este consumo se debe a la falta de apagado de los equipos al finalizar la jornada y durante los fines de semana.

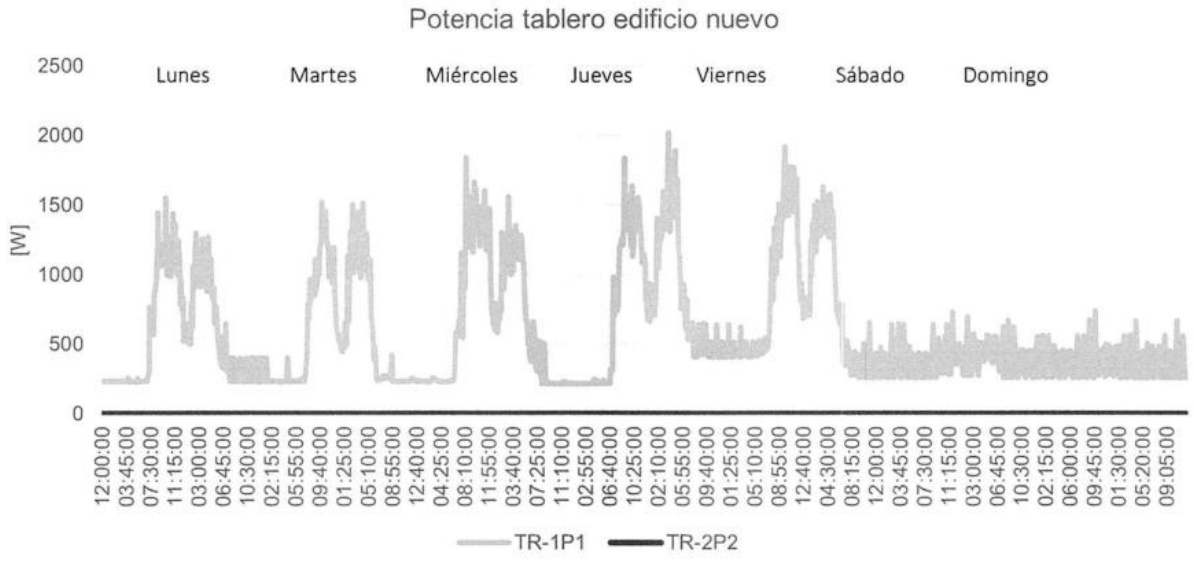
Ilustración 68 – Potencia tablero edificio nuevo – Tomas normales



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

Mientras que el comportamiento de las tomas normales es estable en la mayor parte del edificio, en el **piso 3** se observa un consumo elevado los fines de semana. Se ha identificado que esto se debe a que los equipos no son apagados correctamente al finalizar la semana.

Ilustración 69 – Potencia tablero edificio nuevo - Tomas reguladas



El análisis de carga revela que el **15% de la potencia máxima** de las tomas reguladas sigue activas en periodos de desocupación. Este consumo se debe a la falta de apagado de los equipos al finalizar la jornada y durante los fines de semana.

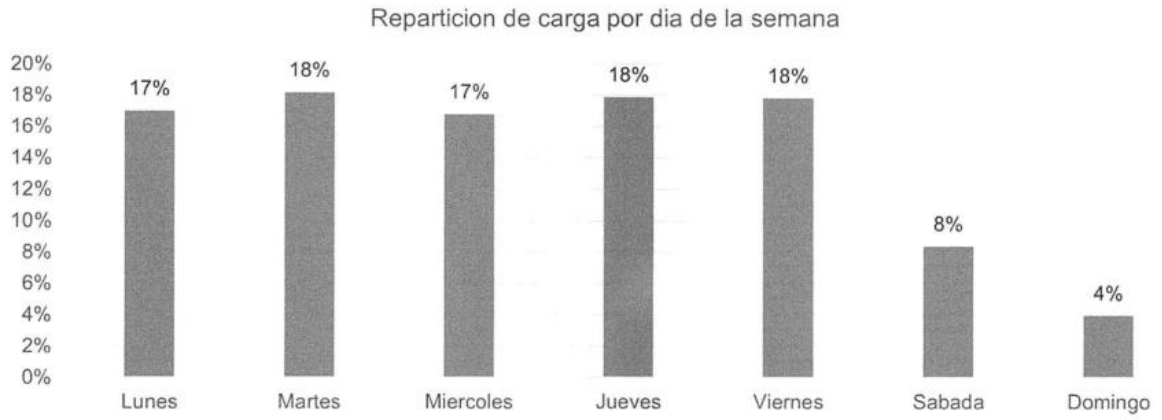
Ilustración 70 – Consumo diurno y nocturno del edificio nuevo



El consumo nocturno representa 16% del consumo total, la mayoría de este consumo se debe a la falta de apagado de los equipos al finalizar la jornada.

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

Ilustración 71 – Repartición de la carga semanal del edificio nuevo



El consumo del fin de semana representa 12% del consumo total, la mayoría de este consumo se debe a la falta de apagado de los equipos al fin de semana.

12. Análisis de los consumos

12.1 Metodología

Este permite definir la situación actual del activo, construir su balance energético para cuantificar el ahorro energético derivado de las vías de mejora identificadas. Primero, el consumo energético actual se desglosa por uso, asociado a diferentes servicios energéticos y equipos.

Esta descomposición por uso se establece a partir de un modelo energético construido por el CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025, mediante modelado simplificado. La metodología utilizada para este modelado comienza con el desarrollo de un cuaderno de hipótesis elaborado a partir de las distintas encuestas y mediciones durante la visita, los datos y documentos técnicos recogidos, y el feedback del CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025 sobre sitios con usos similares.

Para asegurar que el modelo sea representativo, se basa en el estado existente (facturas). El proceso de calibración del modelo se define como un enfoque para reducir la brecha entre la respuesta del modelo y el comportamiento real del edificio.

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

12.2 Desglose de energía

Tabla 62 - Desglose energético

Name	Use	Total [kWh]	kWh/m2	%
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%

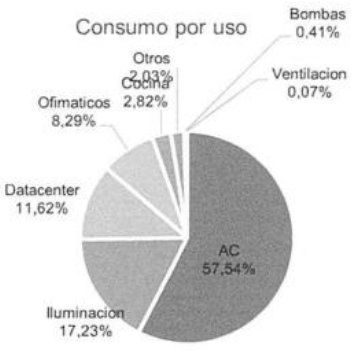


Ilustración 72 – Desglose energético

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

A tener en cuenta: Elementos clave

El gráfico muestra la distribución del consumo energético por uso, evidenciando una fuerte concentración en unos pocos sistemas clave. El sistema de aire acondicionado (AC) representa el mayor consumo con un 58% del total, lo que indica que la climatización es el principal driver energético del edificio. Este resultado es típico en climas cálidos o en edificios con alta carga interna, como hoteles o instalaciones con ocupación continua.

La iluminación ocupa el segundo lugar con un 17%, seguido por el datacenter (12%) y los equipos ofimáticos (8%). Estos usos reflejan una carga eléctrica constante, especialmente relevante en edificios con alta actividad digital o administrativa. Los consumos menores incluyen cocina (3%) y otros (2%), mientras que sistemas como bombas y ventilación aparecen como marginales.

Conclusiones clave

- Existe una alta dependencia del sistema de climatización, lo que sugiere un fuerte potencial de ahorro en este rubro (optimización de setpoints, control, eficiencia de equipos, etc.).
- La iluminación representa una oportunidad secundaria relevante (sensores, LED, control por ocupación).

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

13. Estrategias de mejora energética

13.1 Métodos

En general, las estrategias de rendimiento energético deben impulsarse en el siguiente orden:

- Reducir las necesidades energéticas
- Instalar equipos eficientes y adecuados
- Producción de energía local y renovable. Este eje debe tender hacia el uso de energía in situ para lograr cero emisiones netas de carbono.

El alcance de la acción de actuación es muy amplio. Abarca la envolvente del edificio, el equipamiento, pero también su regulación y el comportamiento de los ocupantes.

Las estrategias de rendimiento energético están diseñadas para cumplir con los requisitos y objetivos del cliente.

Los CAPEX que se dan en los siguientes apartados no tienen en cuenta el impacto financiero sobre los ocupantes del edificio (trabajo nocturno, cierre de algunas líneas de producción).

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

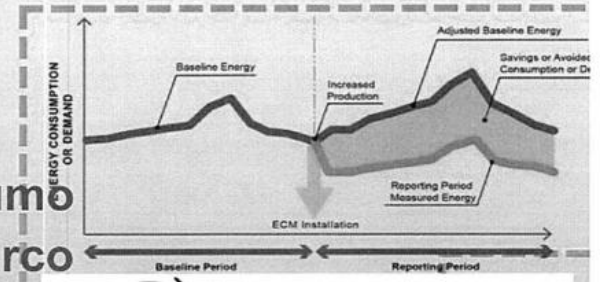
Tabla 63- Resumen técnico y económico de medidas de conservación de energía (ECM)

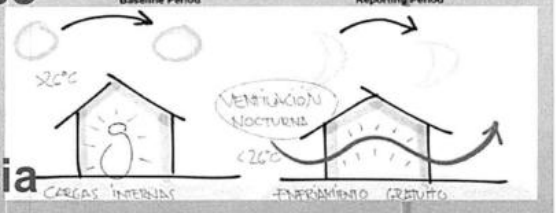
#	Energy Conservation Measure	CAPEX [COP]	OPEX [COP]	Ahorro de energía [MWh/year]	Ahorro de energía [%]	Ahorro de energía [COP/year]	Ahorro de costes [%]	Reducción de carbono [TeCO2/yr]	Ahorro de carbono [%]	Amortización simple [years]	Esperanza de vida	Impl. Escenario del año	Esc 1	Esc 2	Esc 3
1	Eliminación de protecciones solares en ventanas del edificio antiguo (court interior)	-	-	952,884	0.3%	0	0.3%	1	0.3%	-	30	1	x	x	x
2	Optimización de la densidad de iluminación en oficinas (futura renovación)	-	-	1,563,350	0.5%	0	0.5%	2	0.5%	-	30	1	x	x	x
3	Política de cierre de ventanas con AC en funcionamiento	-	-	3,937,320	1.2%	1	1.2%	5	1.2%	-	30	1	x	x	x
4	Ventilación natural nocturna	-	-	3,937,320	1.2%	1	1.2%	5	1.2%	-	30	1	x	x	x
5	Procedimiento de apagado del aire acondicionado	-	-	13,780,621	4.2%	3	4.1%	16	4.0%	-	30	1	x	x	
6	Sensores de presencia en locales técnicos	750,000	-	429,484	0.1%	0	0.1%	1	0.1%	1	10	2		x	x
7	Instalación de cortina de aire en acceso posterior	1,500,000	-	1,133,948	0.3%	0	0.3%	1	0.3%	1	15	2		x	x
8	Control horario para aire acondicionado (edificio nuevo)	1,800,000	-	7,157,745	2.2%	1	2.1%	8	2.1%	-	15	2		x	x
9	Sistema centralizado de control horario para tomas eléctricas (edificio nuevo)	1,974,900	-	2,537,062	0.8%	1	0.8%	3	0.7%	-	15	2		x	x
10	Sensores de presencia en pasillos exteriores	3,500,000	-	2,361,492	0.7%	0	0.7%	3	0.7%	1	10	3			x
11	Eliminación de films solares innecesarios	6,000,000	-	2,384,433	0.7%	0	0.7%	3	0.7%	2	30	3			x
12	Control horario centralizado para aire acondicionado (edificio antiguo)	7,200,000	-	12,528,856	3.8%	3	3.7%	15	3.7%	-	15	3			x
13	Instalación de ventiladores de techo	42,000,000	-	17,191,718	5.3%	4	5.1%	20	5.0%	2	25	3			x

CEY 2025
CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025

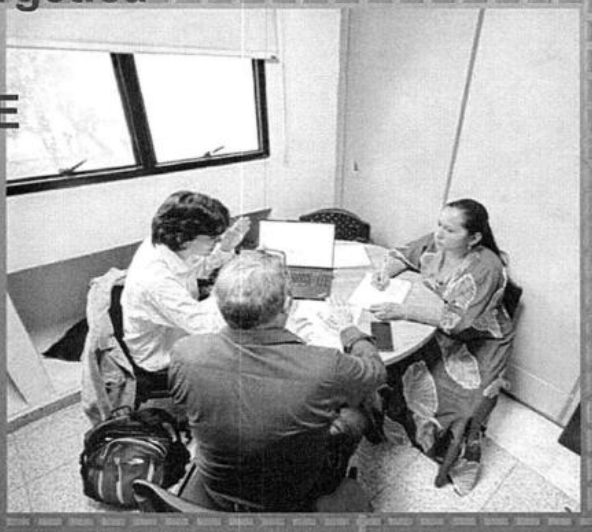
FASE 3



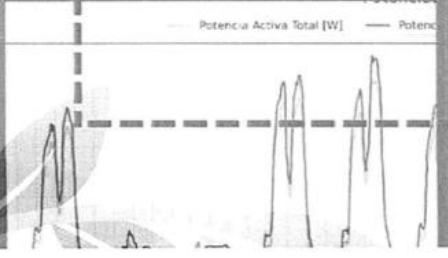




- **Auditoría y línea base del consumo energético. Evaluación en el marco del SGE**
- **Plan oportunidad de mejora eficiencia energética eficiencia energética**
- **Entregable Reporte UPME**







CEY 2025
CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025

13.2 Resumen de los diferentes escenarios

Para el plan de mejora, se establecieron 3 escenarios de inversión diferentes:

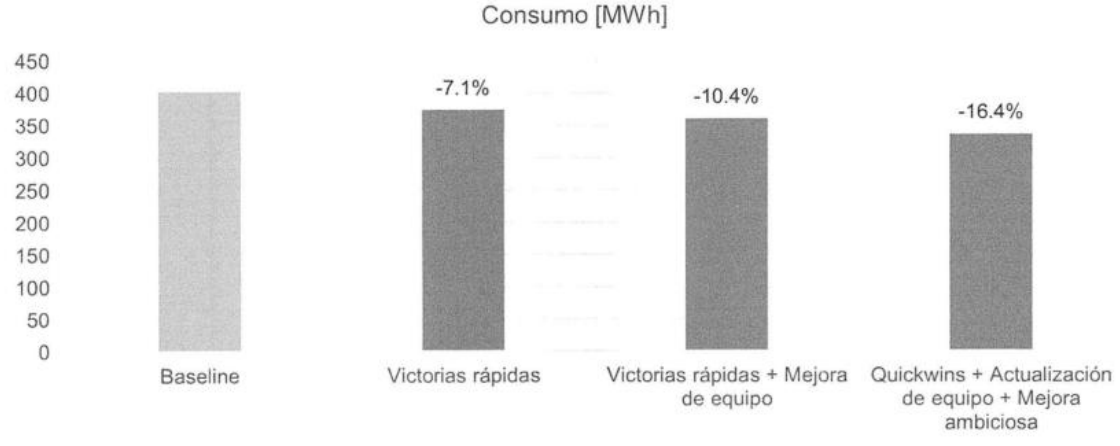
1. Victoria rápida
2. Ganancia rápida + actualización de equipo
3. Victoria rápida + actualización de equipo + mejoras ambiciosas

Los indicadores clave de los 3 escenarios diferentes se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 64 -Evaluación comparativa de escenarios de mejora energética

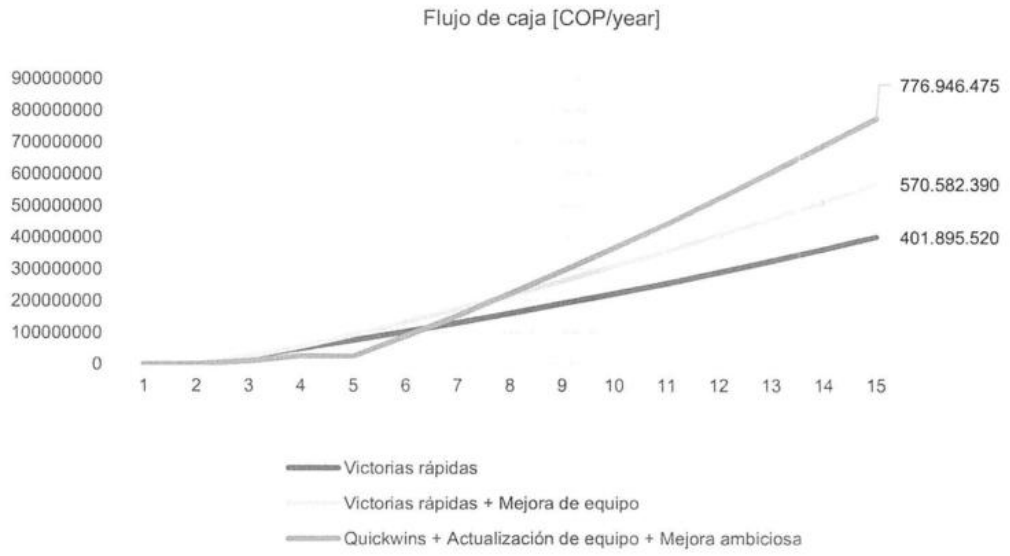
N	Escenarios	CAPEX [COP]	OPEX [COP]	Ahorro estimado [COP/año]	Ahorro estimado [TeqCO2/año]	Ahorro estimado [MWh/año]
1	Victorias rápidas	0	0	24171 495 (7%)	5 (7%)	28 (7%)
2	Victorias rápidas + Mejora de equipo	6,024,900	0	35429 735 (11%)	7 (11%)	42 (10%)
3	Quickwins + Actualización de equipo + Mejora ambiciosa	64,724,900	0	56115 613 (17%)	12 (17%)	66 (16%)

Ilustración 73 – Consumos



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

Ilustración 74 – Consumos



Conclusión

El análisis de los tres escenarios de inversión demuestra que existe un potencial significativo de reducción del consumo energético y de las emisiones, con niveles de inversión progresivos.

El escenario de victorias rápidas permite obtener ahorros inmediatos sin inversión, con una reducción del consumo de aproximadamente 7%, lo que lo convierte en una estrategia prioritaria a corto plazo.

El segundo escenario, que combina victorias rápidas con actualización de equipos, incrementa de manera relevante los ahorros energéticos (hasta 11%) manteniendo un nivel de inversión moderado, lo que ofrece un equilibrio interesante entre impacto y esfuerzo financiero.

Finalmente, el escenario más ambicioso, que integra todas las medidas incluyendo mejoras profundas, permite alcanzar reducciones de hasta 17% en consumo y emisiones. Aunque requiere una inversión significativa, presenta el mayor beneficio a largo plazo, tanto en términos económicos como ambientales. En conclusión, se recomienda adoptar un enfoque progresivo, iniciando con las medidas de bajo costo y rápida implementación, para posteriormente avanzar hacia escenarios más ambiciosos que maximicen los ahorros y mejoren de forma sostenible el desempeño energético del edificio.

14. Medida de conservación de energía

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

La medida propuesta corresponde a una estrategia de optimización del uso de la iluminación natural en el edificio antiguo, específicamente en las oficinas orientadas hacia el patio interior. En el análisis realizado durante la Fase 2 de la auditoría energética, en la cual se desarrolló el levantamiento técnico, la evaluación de los sistemas y la inspección en sitio, se identificó que estos espacios presentan condiciones favorables para el aprovechamiento de luz natural indirecta, proveniente de reflejos de fachadas y circulaciones internas.

No obstante, también se evidenció que la instalación de elementos como películas solares, cortinas tipo blackout y otras protecciones interiores está limitando de manera significativa el ingreso de luz natural. Esta situación genera una dependencia innecesaria de la iluminación artificial durante la jornada diurna, incrementando el consumo energético asociado a este sistema y reduciendo el potencial de eficiencia del edificio.

En este contexto, la medida plantea la eliminación de dichos elementos de protección solar en las ventanas ubicadas en zonas sin incidencia directa de radiación solar. Esta acción permitirá maximizar el aprovechamiento de la iluminación natural disponible sin generar sobrecalentamiento en los espacios, manteniendo condiciones adecuadas de confort térmico y visual.

Desde el punto de vista energético, se trata de una medida de rápida implementación y sin requerimientos de inversión (CAPEX), lo que la convierte en una acción altamente costo-efectiva. Su aplicación contribuye a la reducción del consumo de energía eléctrica en iluminación, así como al cumplimiento de los lineamientos establecidos en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), el cual promueve el uso eficiente de la iluminación y el aprovechamiento de fuentes naturales. Asimismo, se alinea con los principios de uso racional y eficiente de la energía definidos en la Ley 1715 de 2014 y la Ley 2099 de 2021.

Adicionalmente, esta medida tiene un impacto positivo en el confort visual de los usuarios, al mejorar los niveles de iluminación natural en los espacios de trabajo y reducir contrastes generados por iluminación artificial innecesaria. También contribuye a disminuir la carga operativa del sistema de iluminación, lo cual puede traducirse en una mayor vida útil de los equipos.

Finalmente, se considera una medida de tipo operativo y de gestión institucional, cuya sostenibilidad dependerá del acompañamiento mediante estrategias de sensibilización y lineamientos internos orientados al uso eficiente de la energía. En este sentido, su implementación se integra de manera directa con el Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), fortaleciendo las acciones de mejora continua en el desempeño energético del edificio.

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

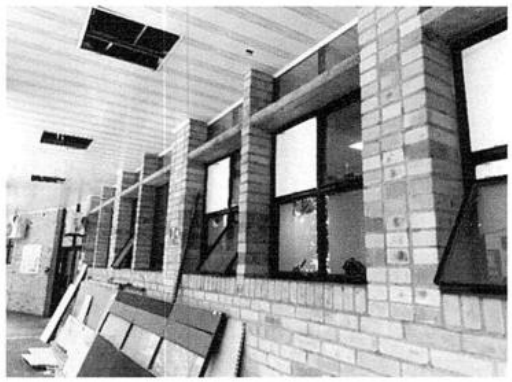
Ahorro de energía	**1 (0.28%)**	MWh/año
Reducción de CO2	**0 (0.28%)**	Teq CO2/año
Ahorro de costos	**952 884 (0.29%)**	COP/año
CAPEX	0	COP
OPEX	0	COP/año
Amortización simple	0	años
Esperanza de vida	30	años

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



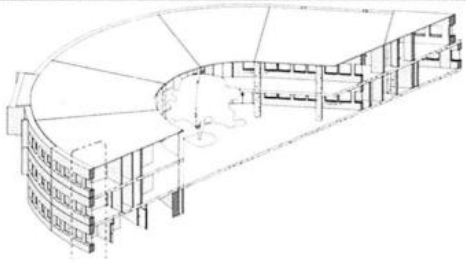
Situación actual

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.



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

En el diagnóstico energético realizado, se identificó que la densidad de potencia de iluminación instalada en las áreas de oficina alcanza un valor de 6,4 W/m², el cual se encuentra por encima de los niveles recomendados en estándares actuales de eficiencia energética, tales como la norma ASHRAE 90.1. Esta condición evidencia un potencial de mejora asociado tanto a la tecnología de iluminación como a la distribución y aprovechamiento de la luz natural.

La intervención propuesta se encuentra alineada con la futura renovación del techo en el piso 2, la cual implica el desmonte completo del sistema de iluminación existente. Este escenario representa una oportunidad técnica óptima para rediseñar integralmente el sistema de iluminación, evitando costos adicionales de desmontaje y facilitando la implementación de soluciones más eficientes.

Como medida de mejora, se plantea la reducción de la densidad de iluminación a un valor objetivo máximo de 5,5 W/m² mediante la instalación de luminarias LED de alta eficiencia, acompañadas de una redistribución adecuada de los puntos de luz para garantizar niveles de iluminancia acordes con las actividades desarrolladas en oficinas. Esta optimización no solo reduce el consumo energético, sino que también mejora la calidad de iluminación y el confort visual de los ocupantes.

Adicionalmente, se propone complementar esta estrategia con el aprovechamiento de la iluminación natural, mediante el retiro de películas o filtros solares en aquellas zonas donde no exista incidencia directa significativa de radiación solar. Esta acción permite incrementar el aporte de luz natural, reduciendo la dependencia de iluminación artificial durante el día.

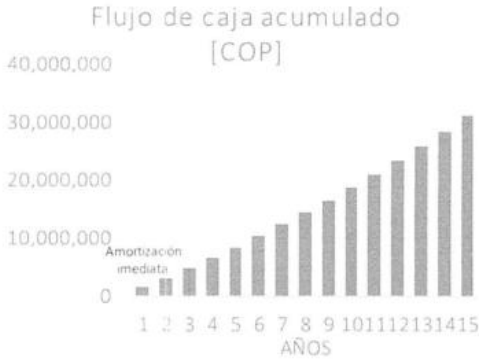
Desde el punto de vista energético, la implementación de esta medida generaría un ahorro estimado de aproximadamente 2 MWh/año, equivalente a una reducción cercana al 0,46% del consumo total de energía del edificio. En términos económicos, se proyecta un ahorro anual del orden de 1.563.350 COP. Dado que la intervención se integra a una renovación ya planificada, no se consideran costos adicionales de inversión (CAPEX), lo que se traduce en una amortización inmediata y una alta viabilidad financiera.

Finalmente, esta medida contribuye al cumplimiento de buenas prácticas en eficiencia energética y sostenibilidad, alineándose con los principios de optimización del consumo energético en edificaciones y reducción del impacto ambiental.

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.

14.3 ECM #3: Política de cierre de ventanas con aire acondicionado en funcionamiento

Durante la evaluación operativa del edificio de oficinas, se identificó una oportunidad de mejora asociada a prácticas inadecuadas en el uso simultáneo de ventilación natural y sistemas de aire acondicionado. Se observó la presencia de ventanas abiertas mientras los equipos de climatización se encontraban en funcionamiento, situación que genera pérdidas térmicas significativas y un incremento innecesario en el consumo energético del edificio.

Desde el punto de vista técnico, mantener ventanas abiertas durante la operación del aire acondicionado altera las condiciones de diseño térmico de los espacios interiores, permitiendo el ingreso constante de aire caliente y humedad desde el exterior. Esta condición incrementa la carga térmica que deben compensar los sistemas HVAC, obligando a los equipos a operar durante más tiempo y con mayor demanda energética para mantener las condiciones de confort establecidas. Como consecuencia, se reduce la eficiencia operativa de los sistemas de climatización y se acelera el desgaste de los equipos.

El análisis cuantitativo realizado indica que la implementación de una política de cierre de ventanas con el aire acondicionado en funcionamiento podría generar un ahorro energético estimado de 5 MWh/año (1,15%), una reducción aproximada de 1 tCO_2/año (1,17%) y un ahorro económico cercano a 3.937.320 COP/año (1,2%). Debido a que esta medida corresponde a una estrategia operativa y de sensibilización, no requiere inversión en CAPEX ni incrementos en OPEX, permitiendo una amortización inmediata y beneficios económicos sostenidos durante una vida útil estimada de 30 años.

El flujo de caja proyectado confirma la viabilidad financiera de la medida, evidenciando una acumulación progresiva de ahorros desde el primer año sin necesidad de inversión inicial. Esto convierte la estrategia en una acción de rápida implementación y alto impacto en la eficiencia energética del edificio.

Se recomienda implementar una política operativa clara que establezca el cierre obligatorio de ventanas cuando los sistemas de aire acondicionado se encuentren en funcionamiento, especialmente durante las horas de mayor temperatura exterior. Asimismo, se sugiere desarrollar campañas de sensibilización dirigidas a los usuarios y ocupantes del edificio, complementadas con señalización visible en áreas climatizadas y procedimientos de verificación periódica para asegurar el cumplimiento de la medida.

La política de cierre de ventanas con aire acondicionado en operación representa una medida de bajo costo, fácil implementación y beneficios energéticos inmediatos. Su adopción permitirá optimizar el desempeño de los sistemas de climatización, reducir pérdidas térmicas innecesarias

y disminuir tanto los costos operativos como las emisiones asociadas al consumo energético, fortaleciendo la sostenibilidad y eficiencia energética del edificio.

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.

14.4 ECM #4: Ventilación natural nocturna

Durante la evaluación operativa del edificio de oficinas, se identificó una oportunidad de mejora asociada al desaprovechamiento del enfriamiento pasivo nocturno. Se evidenció que, aunque las temperaturas exteriores descienden de manera significativa durante la noche, no se implementan estrategias para utilizar este potencial térmico en la reducción de la carga de climatización al inicio de la jornada.

Desde el punto de vista técnico, la falta de ventilación nocturna impide la disipación del calor acumulado en la envolvente térmica y en los espacios interiores, lo que genera una mayor demanda de enfriamiento mecánico durante las primeras horas del día. Esta situación incrementa el consumo energético de los sistemas de aire acondicionado y reduce la eficiencia global de operación del edificio.

El análisis cuantitativo indica que la implementación de una estrategia de ventilación natural nocturna podría generar un ahorro energético estimado de 5 MWh/año (1,15%), una reducción de emisiones de aproximadamente 1 tCO_2/año (1,17%) y un ahorro económico cercano a 3.937.320 COP/año (1,2%). Al tratarse de una medida operativa, no requiere inversión en CAPEX ni incrementos en OPEX, lo que se traduce en una amortización inmediata y beneficios económicos sostenidos a lo largo de una vida útil estimada de 30 años.

El flujo de caja proyectado confirma la rentabilidad de la medida, evidenciando acumulación progresiva de ahorros sin necesidad de inversión inicial, lo cual fortalece su viabilidad desde el punto de vista financiero.

Recomendación:
Se recomienda implementar un protocolo de ventilación natural nocturna mediante la apertura controlada de ventanas en zonas seguras del edificio (como patios interiores o niveles superiores), asegurando condiciones adecuadas de seguridad, control de acceso y protección frente a condiciones climáticas adversas. Asimismo, se sugiere complementar esta estrategia con procedimientos operativos claros y capacitación al personal encargado.

Conclusión:
La ventilación natural nocturna representa una medida de bajo costo, fácil implementación y alto impacto en la eficiencia energética. Su adopción permitirá reducir la carga térmica inicial, optimizar el uso de los sistemas de climatización y contribuir a la disminución de costos operativos y emisiones, alineándose con principios de sostenibilidad y gestión energética eficiente.

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.

14.5 ECM #5: Procedimiento de apagado del aire acondicionado

Durante la evaluación operativa del edificio de oficinas, se identificó una oportunidad de mejora relacionada con la operación manual de los sistemas de aire acondicionado. Se evidenció que, al finalizar la jornada laboral, varias unidades de climatización permanecen encendidas durante horas no operativas debido a la ausencia de procedimientos estandarizados, responsables definidos o mecanismos de verificación sistemática.

Desde el punto de vista técnico, esta condición genera consumos energéticos innecesarios durante periodos de baja o nula ocupación, incrementando la demanda eléctrica del edificio y reduciendo la eficiencia operativa de los sistemas HVAC. Además, la operación prolongada de los equipos fuera del horario requerido acelera el desgaste de componentes mecánicos y disminuye la vida útil efectiva de los sistemas de climatización.

El análisis cuantitativo realizado indica que la implementación de un procedimiento operativo de apagado del aire acondicionado podría generar un ahorro energético estimado de 16 MWh/año (4,03%), una reducción aproximada de 3 tCO_2/año (4,09%) y un ahorro económico cercano a 13.780.621 COP/año (4,21%). Debido a que se trata de una medida operacional basada en sensibilización y control interno, no requiere inversión en CAPEX ni incrementos en OPEX, lo que permite una amortización inmediata y beneficios económicos sostenidos durante una vida útil estimada de 30 años. El flujo de caja proyectado confirma la alta rentabilidad de la medida, evidenciando una acumulación progresiva de ahorros desde el primer año sin necesidad de inversión inicial. Esto convierte la estrategia en una acción de rápida implementación y alto impacto financiero y energético para el edificio.

Se recomienda implementar un procedimiento operativo formal para el apagado sistemático de los equipos de aire acondicionado al finalizar la jornada laboral. Este procedimiento debe incluir la asignación clara de responsabilidades al personal de seguridad o mantenimiento, listas de verificación operativa y rutinas de inspección diaria para asegurar que los sistemas queden completamente apagados en horarios no ocupados. Asimismo, se sugiere complementar la medida con campañas de sensibilización dirigidas a los usuarios del edificio para fortalecer la cultura de eficiencia energética.

La implementación de un procedimiento de apagado del aire acondicionado constituye una medida de bajo costo, rápida aplicación y alto potencial de ahorro energético. Su adopción permitirá reducir consumos innecesarios, optimizar la operación de los sistemas de climatización y disminuir costos operativos y emisiones de gases de efecto invernadero, fortaleciendo la gestión energética y la sostenibilidad del edificio.

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.

14.6 ECM #6: Sensores de presencia en locales técnicos

Durante la inspección de los locales técnicos del edificio, se identificó que la iluminación es operada de manera manual, lo que deriva en un uso ineficiente del sistema. Se evidenció que, en múltiples ocasiones, las luminarias permanecen encendidas aun cuando no hay ocupación en los espacios, generando consumos energéticos innecesarios.

Desde el punto de vista operativo, esta práctica refleja la ausencia de controles automatizados que ajusten el funcionamiento de la iluminación a la demanda real. Dado que los locales técnicos presentan ocupación intermitente y de corta duración, el potencial de optimización mediante sistemas de control es significativo. La permanencia de iluminación sin requerimiento no solo incrementa el consumo energético, sino que también reduce la vida útil de los equipos.

El análisis cuantitativo estima que la implementación de sensores de presencia permitiría un ahorro energético de aproximadamente 1 MWh/año (0,13%), con una reducción asociada de emisiones cercana a 0 tCO_2/año (0,13%) y un ahorro económico de 429.484 COP/año (0,13%). La inversión requerida (CAPEX) es de 750.000 COP, sin costos operativos adicionales, lo que resulta en un periodo de recuperación simple de 1 año y una vida útil estimada de 10 años.

El flujo de caja proyectado evidencia una recuperación rápida de la inversión y beneficios económicos acumulados positivos en el corto plazo, lo que respalda la viabilidad financiera de la medida.

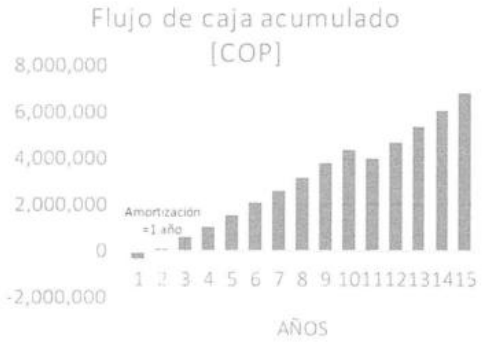
Se recomienda la instalación de sensores de presencia en los locales técnicos para automatizar el encendido y apagado de la iluminación en función de la ocupación real. La propuesta contempla la implementación de aproximadamente 9 sensores, distribuidos estratégicamente para cubrir las áreas identificadas. Se sugiere seleccionar dispositivos con temporización ajustable y sensibilidad adecuada al tipo de uso de cada espacio, así como asegurar una correcta instalación y calibración para evitar activaciones innecesarias.

La incorporación de sensores de presencia constituye una medida de eficiencia energética de baja inversión y rápida recuperación, especialmente adecuada para espacios de ocupación esporádica. Su implementación permitirá reducir consumos innecesarios, optimizar la operación del sistema de iluminación y mejorar el desempeño energético general del edificio.

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



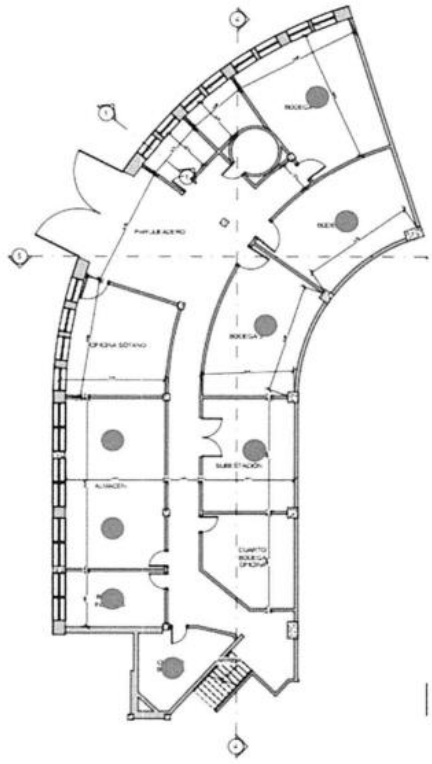
Situación actual



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

14.7 (ECM #7) Instalación de cortina de aire en acceso posterior

La medida evaluada consiste en la instalación de una cortina de aire en la puerta de acceso posterior del edificio, con el objetivo de reducir las pérdidas de aire acondicionado ocasionadas por aperturas frecuentes y prolongadas de dicha puerta durante la operación normal.

En la situación actual, se evidencia que el acceso posterior presenta un uso intensivo, lo cual genera infiltraciones significativas de aire caliente hacia el interior y pérdidas de aire frío hacia el exterior. Esta condición incrementa la carga térmica del sistema de climatización, afectando negativamente la eficiencia energética y aumentando el consumo eléctrico asociado al sistema de aire acondicionado.

Como solución, se propone la instalación de una cortina de aire con una potencia aproximada de 300 W, la cual actúa como una barrera térmica que limita el intercambio de aire entre el interior y el exterior, sin interferir con la funcionalidad del acceso. Esta tecnología permite reducir las infiltraciones de aire, contribuyendo a estabilizar las condiciones térmicas internas y a disminuir la demanda del sistema de climatización.

Desde el punto de vista energético, la medida presenta un ahorro estimado de 1 MWh/año, equivalente aproximadamente al 0,33% del consumo total. En términos ambientales, la reducción de emisiones de CO_2 es marginal, lo cual es consistente con la baja magnitud del ahorro energético. No obstante, el beneficio económico asociado es significativo, con un ahorro anual estimado de 1.143.078 COP.

El análisis financiero muestra que la inversión requerida es de 1.500.000 COP, con un periodo de recuperación simple de 1 año y una vida útil estimada de 15 años. Estos indicadores evidencian una alta viabilidad económica, con generación de beneficios netos sostenidos a lo largo del tiempo, tal como se refleja en el flujo de caja acumulado positivo desde el primer año de operación.

En términos técnicos, la implementación de esta medida es sencilla, de bajo riesgo y no requiere modificaciones estructurales significativas ni genera costos operativos adicionales. Sin embargo, su desempeño dependerá de factores como la correcta selección del equipo, su adecuada instalación y las condiciones reales de operación del acceso (frecuencia de apertura y diferencial de temperatura).

En conclusión, la instalación de una cortina de aire en el acceso posterior constituye una medida costo-efectiva, de rápida implementación y con un retorno de inversión favorable. Aunque su impacto energético global es limitado, se considera una acción recomendable dentro de una estrategia integral de eficiencia energética, especialmente como medida de mejora operativa de bajo costo y rápida recuperación.

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

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

La presente medida evalúa la implementación de un sistema de control horario centralizado para los equipos de aire acondicionado del edificio, con el propósito de optimizar su operación y eliminar consumos innecesarios fuera del horario laboral. En la situación actual, las mediciones eléctricas realizadas evidencian la existencia de una carga base cercana al 10% en los tableros asociados al sistema de aire acondicionado durante periodos no operativos. Este comportamiento indica un funcionamiento continuo o parcialmente activo de los equipos fuera de los horarios requeridos, lo cual refleja una deficiencia en los sistemas de control y una operación ineficiente desde el punto de vista energético.

Como medida de mejora, se propone la instalación de un sistema centralizado de control horario, mediante la incorporación de actuadores en los tableros eléctricos ya segregados, que permita la desconexión automática de los equipos de climatización fuera de los horarios definidos de operación. Esta solución busca garantizar que los equipos funcionen únicamente cuando exista demanda real, eliminando consumos residuales innecesarios.

Desde el punto de vista energético, la medida presenta un ahorro estimado de 8 MWh/año, equivalente aproximadamente al 2,09% del consumo total del edificio. Asimismo, se estima una reducción de emisiones de alrededor de 1 tonelada de CO_2 equivalente por año, lo cual representa un beneficio ambiental moderado pero relevante en el contexto de la eficiencia energética.En términos económicos, el ahorro anual proyectado asciende a 7.157.745 COP, frente a una inversión estimada de 1.800.000 COP. El análisis financiero evidencia un periodo de recuperación prácticamente inmediato (menor a un año), lo que posiciona esta medida como altamente rentable. El flujo de caja acumulado muestra beneficios sostenidos y crecientes a lo largo de la vida útil estimada de 15 años, alcanzando valores significativamente positivos.

Desde la perspectiva técnica, la implementación de esta medida es de complejidad baja a moderada, ya que se basa en infraestructura eléctrica existente y requiere principalmente la integración de dispositivos de control. Adicionalmente, no implica costos operativos relevantes y contribuye a mejorar la gestión energética del edificio mediante la automatización de la operación.No obstante, para asegurar la efectividad de la medida, es fundamental definir correctamente los horarios de operación, considerar posibles excepciones (como jornadas extendidas o usos especiales) y garantizar la adecuada configuración y mantenimiento del sistema de control.

En conclusión, la implementación de un sistema de control horario para el aire acondicionado constituye una medida altamente costo-efectiva, con un impacto energético superior al de otras acciones operativas y un retorno de inversión prácticamente inmediato. Se recomienda su ejecución como una acción prioritaria dentro de la estrategia de eficiencia energética del edificio.

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)

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

La medida evaluada consiste en la implementación de un sistema centralizado de control horario para las tomas eléctricas del edificio, con el objetivo de eliminar consumos innecesarios asociados a cargas en modo de espera y equipos que permanecen energizados fuera del horario laboral.

En la situación actual, las mediciones eléctricas evidencian la existencia de una carga base aproximada del 5% durante periodos no operativos, especialmente en horas nocturnas y fines de semana. Este comportamiento indica la presencia de consumos residuales derivados de equipos en standby, cargadores conectados y otros dispositivos de baja potencia que permanecen activos de forma continua. Esta condición representa una ineficiencia operativa y una oportunidad clara de mejora en la gestión energética del edificio.

Como medida correctiva, se propone la instalación de un sistema centralizado que permita la desconexión automática de las tomas eléctricas fuera del horario laboral, mediante actuadores instalados en los tableros eléctricos previamente segregados. Esta solución asegura que las cargas no esenciales sean desenergizadas en periodos de inactividad, manteniendo únicamente los circuitos críticos o de operación continua.

Desde el punto de vista energético, la medida presenta un ahorro estimado de 3 MWh/año, equivalente aproximadamente al 0,74% del consumo total del edificio. Asimismo, se proyecta una reducción de emisiones cercana a 1 tonelada de CO_2 equivalente por año. Aunque el impacto es moderado, resulta relevante considerando que se trata de una medida de control operativo sin afectación al confort o a la productividad.

En términos económicos, se estima un ahorro anual de 2.537.062 COP frente a una inversión de 1.974.900 COP, lo que se traduce en un periodo de recuperación inferior a un año. El flujo de caja acumulado evidencia beneficios sostenidos durante la vida útil estimada de 15 años, confirmando la viabilidad financiera de la medida.

La implementación de esta medida se encuentra alineada con diversas normativas y estándares tanto internacionales como nacionales en materia de eficiencia energética y gestión de la energía. En particular, contribuye al cumplimiento de los lineamientos establecidos en la ISO 50001 – Sistemas de Gestión de la Energía, al fortalecer el control operacional y promover la mejora continua del desempeño energético mediante la eliminación de consumos innecesarios y la optimización del uso de la energía en periodos no productivos.

De igual manera, la medida es consistente con lo establecido en ASHRAE 90.1 – Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, el cual promueve la incorporación de sistemas de control automático para la desconexión de cargas eléctricas en espacios no ocupados, incluyendo estrategias como el apagado programado y el control de receptáculos.

En el ámbito nacional, la implementación debe cumplir con el código eléctrico aplicable, como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) en el caso de Colombia, garantizando condiciones adecuadas de seguridad eléctrica, correcta protección de circuitos, capacidad de carga de los equipos instalados y una adecuada segregación entre circuitos críticos y no críticos.

Adicionalmente, esta medida aporta al cumplimiento de reglamentos y certificaciones de eficiencia energética en edificaciones, como los sistemas de certificación tipo LEED, al contribuir a la optimización del consumo energético, el control de sistemas y la reducción de cargas base, aspectos que son valorados dentro de este tipo de esquemas.

Desde la perspectiva de buenas prácticas en gestión energética, la eliminación de consumos en standby o "cargas fantasmas" es una estrategia ampliamente recomendada en auditorías energéticas, de acuerdo con lineamientos de organismos internacionales como la Agencia Internacional de Energía (IEA), debido a su bajo costo de implementación y su rápida recuperación de la inversión.

Para garantizar la efectividad de la medida y su adecuado cumplimiento normativo, es necesario considerar ciertos aspectos técnicos clave. Entre ellos se encuentra la correcta identificación y segregación de circuitos críticos que no deben ser interrumpidos, tales como servidores, sistemas de seguridad u otros equipos esenciales. Asimismo, es fundamental definir de manera precisa los horarios de operación y contemplar posibles excepciones según las necesidades del edificio.

Igualmente, se debe asegurar la adecuada selección de los actuadores, verificando que cuenten con la capacidad requerida (100 A según el diseño propuesto), así como el cumplimiento de criterios de seguridad eléctrica, protecciones y condiciones de maniobra segura. Finalmente, se recomienda evaluar la posibilidad de integrar este sistema con plataformas de automatización o gestión del edificio (BMS), en caso de que estas se encuentren disponibles, con el fin de maximizar el control y la eficiencia operativa.

La implementación de un sistema centralizado de control horario para tomas eléctricas constituye una medida efectiva para reducir consumos energéticos residuales en el edificio. Su bajo costo relativo, rápido periodo de recuperación y facilidad de implementación la convierten en una acción altamente recomendable.

Adicionalmente, esta medida fortalece el cumplimiento de normativas y estándares de eficiencia energética, contribuyendo a una gestión más eficiente, segura y sostenible de la energía. Se recomienda su implementación como parte de una estrategia integral de optimización operativa y cumplimiento regulatorio.

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

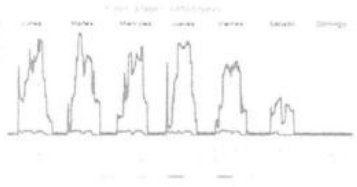
Ahorro de energía	**3 (0,74%)**	MWh/año
Reducción de CO2	**1 (0,75%)**	Teq CO2/año
Ahorro de costos	**2 537 062 (0,77%)**	COP/año
CAPEX	1,974,900	COP
OPEX	0	COP/año
Amortización simple	0	años
Esperanza de vida	15	años

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)

14.10 (ECM #10) Sensores de presencia en pasillos exteriores

Se evaluó la medida de eficiencia energética correspondiente a la instalación de sensores de presencia en los pasillos exteriores del edificio. Actualmente, la iluminación exterior opera bajo un horario fijo de 6:00 p.m. a 6:00 a.m., sin considerar los niveles reales de ocupación, los cuales son bajos durante gran parte de ese periodo. Esta condición contraviene buenas prácticas de gestión energética establecidas en la ISO 50001, donde se promueve el uso eficiente de la energía basado en la demanda real.

La propuesta consiste en la instalación de 16 sensores de presencia distribuidos en los pasillos exteriores (8 por piso), que permitan activar la iluminación únicamente cuando se detecte movimiento. Adicionalmente, se contempla la implementación de un nivel mínimo de iluminación mediante atenuación (dimming) para garantizar condiciones básicas de seguridad cuando no haya ocupación. Esta estrategia se alinea con recomendaciones de control de iluminación contenidas en la ASHRAE 90.1, la cual exige el uso de sistemas automáticos de control en áreas con ocupación intermitente, y con la IEC 60669-2-1 para el desempeño de dispositivos de control.

Desde el punto de vista normativo de iluminación, la solución debe garantizar niveles mínimos de iluminancia y uniformidad conforme a la ISO 8995-1 (equivalente a EN 12464-1), así como condiciones de seguridad en circulación exterior. En caso de aplicar en Colombia, también es pertinente el cumplimiento del RETILAP, que establece requisitos de eficiencia, calidad de luz y seguridad en sistemas de iluminación.

Desde el punto de vista técnico, la medida es viable y no implica afectaciones operativas significativas, siempre que la instalación cumpla con buenas prácticas eléctricas definidas en las normas. En términos económicos, la inversión estimada es de 3,500,000 COP, sin costos operativos adicionales relevantes. Se proyecta un ahorro anual de energía de aproximadamente 3 MWh (0,69%), asociado a la reducción de horas efectivas de operación del sistema de iluminación.

El ahorro económico anual estimado es de 2,361,492 COP, lo que permite alcanzar un periodo de recuperación simple de 1 año, considerado altamente favorable. La vida útil del sistema se estima en 10 años, lo que garantiza beneficios económicos sostenidos en el largo plazo. Aunque la reducción de emisiones de CO_2 es baja, la medida contribuye a los lineamientos de sostenibilidad y eficiencia energética promovidos por marcos internacionales como la International Energy Agency.

El análisis financiero muestra un flujo de caja acumulado positivo a partir del primer año de operación, confirmando la rentabilidad de la inversión. Como consideraciones técnicas, se recomienda asegurar la correcta selección del tipo de sensor (infrarrojo pasivo o microondas), su

adecuada ubicación, calibración de tiempos de retardo y niveles de sensibilidad, así como la integración con sistemas de control de iluminación para evitar activaciones innecesarias o zonas sin cobertura.

En conclusión, la implementación de sensores de presencia en los pasillos exteriores es una medida costo-efectiva, de rápida recuperación y alineada con normativa técnica internacional y local. Su adopción mejora la eficiencia energética, reduce costos operativos y asegura el cumplimiento de estándares de iluminación y seguridad. Se recomienda su implementación en el corto plazo, garantizando la verificación de cumplimiento normativo durante el diseño e instalación.

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



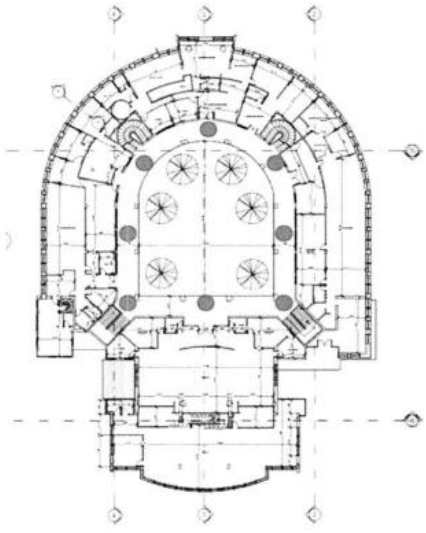
Situación actual

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)

14.11 (ECM #11) Eliminación de films solares innecesarios

Se evaluó la medida de eficiencia energética consistente en la eliminación de films solares innecesarios en áreas de oficinas. Actualmente, se identifican múltiples espacios sin exposición solar directa que cuentan con películas de control solar instaladas en sus ventanas, lo cual limita de forma innecesaria el aprovechamiento de la luz natural y aumenta la dependencia de iluminación artificial. Esta situación representa una desviación de buenas prácticas de eficiencia energética y aprovechamiento de recursos naturales, en línea con los principios establecidos en la ISO 50001.

La propuesta consiste en retirar los films solares en aquellas zonas donde no exista incidencia significativa de radiación solar directa, manteniéndolos únicamente en espacios donde sean requeridos para control térmico o reducción de deslumbramiento. Esta intervención busca optimizar el uso de iluminación natural, reduciendo el consumo energético asociado a iluminación artificial durante horas diurnas. La medida se alinea con estrategias de diseño y operación eficiente recomendadas por la ASHRAE 90.1, que promueve el uso de iluminación natural (daylighting) como mecanismo de ahorro energético.

Desde el punto de vista técnico, es fundamental verificar que la eliminación de los films no genere condiciones de deslumbramiento o incomodidad visual. Para ello, se deben considerar los criterios de calidad de iluminación establecidos en la ISO 8995-1, asegurando niveles adecuados de iluminancia, uniformidad y control del deslumbramiento (UGR). Asimismo, en contextos normativos la intervención debe cumplir con el RETILAP, particularmente en lo relacionado con confort visual y eficiencia energética en espacios interiores.

En términos económicos, la medida presenta una inversión estimada de 6,000,000 COP, sin costos operativos adicionales. Se proyecta un ahorro energético anual de aproximadamente 3 MWh (0,7%), derivado del menor uso de iluminación artificial. Esto se traduce en un ahorro económico anual de 2,384,433 COP, con un periodo de recuperación simple de 2 años. La vida útil de la intervención se estima en 30 años, dado que corresponde a una mejora pasiva sin requerimientos de mantenimiento significativo.

El análisis financiero evidencia un flujo de caja acumulado positivo a partir del segundo año, lo que confirma la viabilidad económica de la medida. No obstante, se recomienda realizar una evaluación previa por orientación, uso del espacio y condiciones reales de iluminación, con el fin de evitar efectos adversos como sobreiluminación o incremento de carga térmica en zonas específicas.

En conclusión, la eliminación de films solares innecesarios es una medida de bajo riesgo técnico, con beneficios sostenidos en el largo plazo, que mejora el aprovechamiento de la luz natural, reduce el consumo energético y se alinea con estándares internacionales de eficiencia y confort visual. Se recomienda su implementación condicionada a un análisis técnico detallado por zona, garantizando el cumplimiento normativo y el bienestar de los usuarios.

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.

14.12 (ECM #12) control horario centralizado para los equipos de aire acondicionado en el (edificio antiguo)

Se evaluó la medida de eficiencia energética consistente en la implementación de un sistema de control horario centralizado para los equipos de aire acondicionado en el edificio antiguo. Actualmente, estos equipos operan de forma manual, lo que genera que frecuentemente permanezcan encendidos fuera del horario laboral. Adicionalmente, se identificó que los tableros eléctricos no están segregados por uso, lo cual dificulta el control operativo y energético de los sistemas de climatización. Esta situación evidencia una gestión ineficiente del consumo energético, en contravía de los lineamientos establecidos en la ISO 50001, que promueve el control y monitoreo sistemático de los usos significativos de energía.

La medida propuesta contempla la reconfiguración de la instalación eléctrica para separar los circuitos asociados al aire acondicionado, seguida de la implementación de un sistema centralizado de control horario que permita el encendido y apagado automático de los equipos según la programación operativa del edificio. Esta solución se alinea con las mejores prácticas de automatización y control indicadas en la ASHRAE 90.1, la cual establece la obligatoriedad de sistemas de control automático para equipos HVAC, incluyendo programación horaria y apagado automático fuera de horarios de uso.

Desde el punto de vista técnico, la intervención debe garantizar condiciones seguras de operación tras la modificación de los tableros eléctricos, así como una adecuada segregación de circuitos y protecciones. En el contexto colombiano, se deberá asegurar el cumplimiento del RETIE. En cuanto al desempeño de los sistemas de climatización, es recomendable considerar lineamientos de eficiencia y confort definidos en la ASHRAE 55, asegurando que la programación no afecte negativamente las condiciones de bienestar de los ocupantes.

En términos energéticos, se estima un ahorro anual de 15 MWh (3,71%), con una reducción de emisiones de aproximadamente 3 toneladas equivalentes de CO_2. El ahorro económico anual proyectado es de 12,687,352 COP, lo que representa un impacto significativo frente a otras medidas evaluadas. La inversión requerida es de 7,200,000 COP, sin costos operativos adicionales, y con un periodo de recuperación prácticamente inmediato (menor a un año), lo que posiciona esta medida como altamente rentable.

El análisis financiero muestra un flujo de caja acumulado positivo desde el primer año de implementación, confirmando la solidez económica de la intervención. La vida útil estimada del sistema es de 15 años, lo que garantiza beneficios sostenidos en el tiempo. Como parte de los supuestos, se considera la adecuación de 8 tableros eléctricos tras la renovación de la infraestructura.

No obstante, se identifican consideraciones clave para su correcta implementación, tales como la necesidad de una adecuada programación de horarios según la ocupación real, la posibilidad de incorporar anulación manual controlada (override) en casos excepcionales, y la capacitación del personal operativo. También se recomienda evaluar la integración futura con sistemas de gestión de edificios (BMS) para optimizar aún más el control energético.

En conclusión, la implementación de un sistema centralizado de control horario para aire acondicionado es una medida de alto impacto energético y económico, con bajo nivel de complejidad técnica y rápida recuperación de la inversión. Su adopción permite mejorar significativamente la gestión energética del edificio, reducir consumos innecesarios y alinearse con estándares internacionales de eficiencia y control. Se recomienda su implementación prioritaria, asegurando el cumplimiento de la normativa técnica aplicable y una adecuada puesta en marcha del sistema.

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.

14.13 (ECM #13) Instalaciones de ventiladores de techo

En el marco de la auditoría energética realizada en las instalaciones de la alcaldía, se identificó una oportunidad de mejora asociada al sistema de climatización, específicamente en las condiciones de confort térmico de los espacios.

Durante la evaluación, se evidenció que el confort térmico depende exclusivamente del uso de aire acondicionado, operando con temperaturas de consigna bajas para compensar la limitada circulación de aire. Esta condición genera un uso ineficiente de la energía y un potencial de optimización.

Como medida de mejora, se propone la instalación de ventiladores de techo con el fin de incrementar la velocidad del aire percibida en los espacios ocupados. Esta intervención permitiría elevar la temperatura de consigna del sistema de aire acondicionado en un rango estimado de 2 a 3 °C, manteniendo condiciones adecuadas de confort térmico y reduciendo la demanda energética del sistema.

A partir del análisis técnico y económico, se estiman ahorros de energía del orden de 20 MWh/año (5,06 %) y una reducción de emisiones de aproximadamente 4 toneladas de CO_2 al año (5,14 %). En términos económicos, el ahorro proyectado asciende a 17.330.128 COP anuales. La inversión requerida es de 42.000.000 COP, sin incrementos en costos operativos, lo que resulta en un periodo de recuperación simple de 2 años y una vida útil estimada de 25 años.

El análisis financiero muestra un flujo de caja acumulado positivo a partir del segundo año, evidenciando la viabilidad de la medida y su impacto favorable a largo plazo.

La estimación considera la instalación de aproximadamente 70 ventiladores de techo en las áreas de oficinas, como alcance de la implementación propuesta.

En conclusión, la medida identificada representa una oportunidad costo-efectiva para mejorar la eficiencia energética del sistema de climatización, optimizar las condiciones de confort térmico y reducir el impacto ambiental de la operación.

ECM #13 **Instalación de ventiladores de techo**

Ahorro de energía	**20 (5,06%)**	MWh/año
Reducción de CO2	**4 (5,14%)**	Teq CO2/año
Ahorro de costos	**17 330 128 (5,29%)**	COP/año
CAPEX	42,000,000	COP
OPEX	0	COP/año
Amortización simple	2	años
Esperanza de vida	25	años

Edificio	Oficinas
Tipo de ECM	Nueva instalación
Uso de energía	AC
Interesado	Proveedor



Situación actual

El confort térmico depende exclusivamente del aire acondicionado, con temperaturas de consigna bajas para compensar la falta de movimiento de aire.



Mejora propuesta

Instalar ventiladores de techo en oficinas para incrementar la velocidad del aire percibida. Esto permite aumentar la temperatura de consigna del aire acondicionado en aproximadamente +2 a +3°C manteniendo el mismo nivel de confort térmico.



Resumen de supuestos

Estimacion de 70 ventiladores de techo en las oficinas.

15. PLAN DE GESTIÓN EFICIENTE DE ENERGÍA – PGEE

Como etapa final del proceso de auditoría energética desarrollado en el Palacio Municipal de Yopal, se elaboró el Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), construido a partir de la información recopilada y analizada durante las diferentes fases de evaluación: levantamiento de información, diagnóstico energético y formulación de medidas de mejora energética.

Este plan consolida de manera estructurada los principales resultados obtenidos durante la auditoría, incluyendo la caracterización del consumo energético del edificio, la identificación de los usos significativos de energía, el análisis del desempeño de los sistemas consumidores y la evaluación técnico-económica de las Medidas de Conservación de Energía (ECM) propuestas. Asimismo, el documento integra criterios técnicos, operativos, financieros y de sostenibilidad que permiten orientar la toma de decisiones para la implementación progresiva de acciones de eficiencia energética.

El PGEE establece una hoja de ruta para la optimización continua del desempeño energético del edificio, definiendo estrategias de intervención a corto, mediano y largo plazo. De igual manera, incorpora lineamientos para el seguimiento, control y mejora continua del consumo energético mediante la definición de indicadores de desempeño energético (EnPI), metas de reducción de consumo, responsables de ejecución, cronogramas de implementación y mecanismos de verificación de resultados.

Adicionalmente, el plan se encuentra alineado con los principios de gestión energética establecidos en la norma ISO 50001, promoviendo un enfoque sistemático basado en el ciclo de mejora continua PHVA (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar). Este enfoque permite fortalecer la sostenibilidad de las acciones implementadas y garantizar la permanencia de los beneficios energéticos y económicos en el tiempo.

En cumplimiento de lo establecido en el Artículo 32 de la Ley 1715 de 2014, mediante la cual se promueve la gestión eficiente de la energía y la incorporación de fuentes no convencionales de energía en entidades públicas y privadas, se formuló el correspondiente Plan de Gestión Eficiente de la Energía para el Palacio Municipal de Yopal.

El documento del PGEE se estructura en cuatro (4) fases fundamentales: diagnóstico energético, planificación, implementación y seguimiento y monitoreo, en concordancia con el ciclo de mejora continua PHVA. Esta estructura permite establecer una metodología organizada para garantizar el cumplimiento de las metas de eficiencia energética, el fortalecimiento de la cultura institucional de uso racional de la energía y la identificación de oportunidades futuras de optimización energética.

Finalmente, el PGEE se incorpora como parte integral del informe de auditoría energética, constituyéndose en una herramienta estratégica para la gestión institucional de la energía, la planificación de inversiones, la reducción de costos operativos y el cumplimiento de objetivos de sostenibilidad y eficiencia energética del edificio. Asimismo, el documento servirá como base técnica para la implementación de programas de mejora continua y para la toma de decisiones relacionadas con la modernización y optimización de la infraestructura energética del Palacio Municipal de Yopal.

(Ver Anexo 7 – Plan de Gestión Eficiente de la Energía – PGEE)

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES:

Conclusión

El análisis de ventilación del edificio evidencia que la ventilación natural existente no garantiza el cumplimiento de los caudales mínimos requeridos por la ASHRAE 62.1 en una proporción importante de los espacios, especialmente en áreas interiores, zonas de alta ocupación y sectores con limitaciones geométricas. En consecuencia, no es viable considerar la ventilación natural como estrategia principal de renovación de aire, lo que hace necesario un enfoque basado en sistemas mecánicos controlados.

Paralelamente, el diagnóstico del sistema de climatización muestra oportunidades claras de mejora en eficiencia energética y confort térmico, destacándose medidas como la implementación de ventiladores de techo y el control horario centralizado de los equipos de aire acondicionado. Estas acciones permiten reducir consumos innecesarios, optimizar la operación y mejorar las condiciones de confort, con ahorros energéticos y económicos significativos y periodos de recuperación favorables.

En conjunto, los resultados evidencian que el edificio presenta un alto potencial de mejora mediante la integración de estrategias de ventilación adecuada, control operativo y optimización del sistema HVAC, en línea con buenas prácticas internacionales de eficiencia energética.

Recomendación

Se recomienda adoptar un enfoque integral de gestión de ventilación y climatización, en el cual la ventilación mecánica controlada se establezca como estrategia principal para garantizar la calidad del aire interior, complementada con ventilación natural únicamente en espacios donde sea técnicamente viable.

De manera prioritaria, se sugiere implementar medidas de rápida recuperación como el control horario centralizado de los sistemas de aire acondicionado y la instalación de ventiladores de techo, dado su alto impacto en la reducción del consumo energético y su viabilidad económica. Estas acciones deben ir acompañadas de una adecuada segregación de circuitos eléctricos y cumplimiento normativo, conforme al RETIE.

Adicionalmente, se recomienda incorporar tecnologías de control y monitoreo, tales como sensores de calidad de aire (CO_2, humedad, partículas) y estrategias de ventilación por demanda, que permitan optimizar simultáneamente el confort y el consumo energético. Estas acciones deben integrarse dentro de un sistema de gestión de la energía alineado con la ISO 50001, asegurando el seguimiento continuo del desempeño energético y de la calidad del ambiente interior.

Finalmente, se sugiere complementar las medidas técnicas con programas operativos institucionales, incluyendo planes de mantenimiento HVAC, políticas de ventilación, control de contaminantes y estrategias de bienestar del ocupante, garantizando así una operación eficiente, saludable y sostenible del edificio en el largo plazo.

Conclusión

El análisis del desempeño energético del Palacio Municipal de Yopal evidencia que una parte importante del consumo no depende únicamente de la tecnología instalada, sino de los hábitos de uso y la cultura organizacional asociada al manejo de la energía. Se identifican prácticas operativas como el uso ineficiente de sistemas de climatización, iluminación innecesaria y ausencia de criterios unificados de operación, las cuales incrementan el consumo energético sin aportar valor al confort ni a la productividad.

En este contexto, la sensibilización de los usuarios se convierte en un eje estratégico fundamental para la gestión energética, dado que permite generar cambios de comportamiento sostenibles en el tiempo con inversiones mínimas. Este enfoque se alinea con los principios de mejora continúa establecidos en la ISO 50001, donde la participación activa de los usuarios es clave para optimizar el desempeño energético de las organizaciones.

Por lo tanto, se concluye que la implementación de estrategias de sensibilización y cultura energética representa una de las medidas más costo-efectivas para reducir el consumo energético del edificio, con impactos inmediatos y sostenibles, complementando las inversiones técnicas identificadas en la auditoría.

Recomendación

Se recomienda diseñar e implementar una política institucional de uso eficiente de la energía, integrada dentro de la política ambiental de la Alcaldía, que establezca lineamientos claros para

la operación de los sistemas energéticos del edificio y promueva una cultura organizacional orientada a la sostenibilidad.

Esta política debe materializarse a través de un programa de sensibilización de bajo costo, que incluya:

Campañas de concientización interna: Difusión de mensajes claros sobre el uso eficiente de aire acondicionado, iluminación y equipos eléctricos (apagado de equipos, uso adecuado de setpoints, aprovechamiento de luz natural).

Buenas prácticas operativas: Definición de lineamientos sencillos como mantener temperaturas de confort recomendadas, evitar el uso simultáneo de ventilación natural y aire acondicionado, y apagar equipos fuera de horarios laborales.

Señalización estratégica: Instalación de avisos en puntos clave (interruptores, equipos de climatización, áreas comunes) que refuercen hábitos eficientes.

Capacitación al personal: Jornadas periódicas de formación dirigidas a funcionarios y personal operativo sobre eficiencia energética y sostenibilidad.

Seguimiento y retroalimentación: Socialización de indicadores de consumo energético para generar conciencia sobre el impacto de las acciones individuales.

Adicionalmente, se recomienda articular estas acciones con los lineamientos de gestión energética establecidos en la ISO 50001 y con la normativa nacional en materia de uso racional de la energía, como la Ley 697 de 2001, fortaleciendo el compromiso institucional con la sostenibilidad.

En conclusión, la implementación de una estrategia de sensibilización y cultura energética permite obtener ahorros significativos con inversiones mínimas, mejorar la eficiencia operativa del edificio y consolidar una gestión energética sostenible en el tiempo, siendo una medida prioritaria y transversal dentro del plan de acción de la auditoría energética.

Conclusión

El análisis integral del sistema eléctrico del edificio y la evaluación de la medida de control horario centralizado para tomas eléctricas evidencian que, aunque la infraestructura actual se encuentra en condiciones operativas funcionales, existen oportunidades relevantes de mejora tanto en la gestión energética como en el cumplimiento normativo y la seguridad eléctrica.

En particular, la presencia de una carga base cercana al 5% durante periodos no operativos confirma la existencia de consumos residuales asociados a equipos en modo de espera ("cargas

fantasma"), lo cual representa una ineficiencia operativa claramente evitable. En este contexto, la implementación de un sistema centralizado de desconexión automática de tomas eléctricas se posiciona como una medida efectiva, de bajo costo y rápida recuperación, que permite reducir estos consumos sin afectar la operación del edificio.

Adicionalmente, los hallazgos técnicos identificados —relacionados con señalización, rotulación, calidad de energía, balance de cargas, capacidad del neutro y condiciones de infraestructura— evidencian la necesidad de fortalecer la gestión técnica del sistema eléctrico bajo un enfoque integral de cumplimiento normativo, en concordancia con el RETIE y la NTC 2050.

En conjunto, los resultados demuestran que la optimización del consumo energético no depende únicamente de grandes inversiones en tecnología, sino también de la implementación de estrategias de control operativo, mantenimiento adecuado y mejora continua, alineadas con estándares como la ISO 50001.

Recomendación

Se recomienda implementar de manera prioritaria el sistema centralizado de control horario para tomas eléctricas, asegurando la correcta segregación de circuitos críticos y no críticos, así como el cumplimiento de criterios de seguridad eléctrica establecidos en el RETIE. Esta medida debe considerarse como una acción de rápida ejecución y alto impacto en la reducción de consumos innecesarios.

De manera complementaria, se recomienda abordar los hallazgos técnicos identificados mediante un plan de intervención estructurado que incluya:

- Actualización de señalización, rotulación y documentación técnica del sistema eléctrico.
- Adecuación de tableros y condiciones de acceso conforme a normativa.
- Evaluación y mejora de la calidad de energía (armónicos y factor de potencia).
- Verificación de capacidad del neutro y balance de cargas.
- Fortalecimiento de sistemas de respaldo eléctrico para cargas críticas.

Estas acciones deben desarrollarse a través de estudios de ingeniería de detalle que garanticen soluciones técnicamente viables, seguras y sostenibles.

Adicionalmente, se recomienda integrar estas medidas dentro de una estrategia de gestión energética institucional, alineada con la ISO 50001, que permita establecer controles operacionales, monitoreo continuo y mejora progresiva del desempeño energético del edificio.

Finalmente, se sugiere evaluar la futura integración de estos sistemas con plataformas de automatización (BMS), lo que permitirá optimizar el control, mejorar la eficiencia operativa y

consolidar una gestión energética moderna, segura y alineada con las mejores prácticas internacionales.

Conclusión

El análisis del sistema de iluminación del edificio evidencia un alto potencial de mejora en términos de eficiencia energética, confort visual y cumplimiento normativo. Se identifican oportunidades relevantes asociadas al uso de tecnologías obsoletas, ausencia de sistemas de control automatizado, limitaciones en el aprovechamiento de la luz natural y prácticas operativas ineficientes.

Las medidas evaluadas —como la sustitución por tecnología LED, la implementación de sensores de presencia, el uso de controles automáticos y la eliminación de films solares innecesarios— demuestran ser técnica y económicamente viables, con periodos de recuperación cortos y beneficios sostenidos en el tiempo. Estas acciones permiten reducir el consumo energético, optimizar la operación del sistema y mejorar las condiciones de iluminación en los espacios.

Adicionalmente, el cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETILAP, junto con estándares internacionales como ASHRAE 90.1 e ISO 50002, refuerza la necesidad de adoptar un enfoque integral que combine eficiencia energética, calidad de iluminación y control operativo.

En conjunto, los resultados confirman que el sistema de iluminación es uno de los usos energéticos con mayor potencial de optimización dentro del edificio, especialmente mediante medidas de bajo costo y rápida implementación.

Recomendación

Se recomienda implementar un plan integral de modernización y gestión del sistema de iluminación, priorizando acciones de alto impacto y rápida recuperación. En primera instancia, se debe avanzar en la sustitución progresiva de tecnologías ineficientes por luminarias LED, asegurando niveles adecuados de iluminancia y confort visual conforme a normativa vigente.

De manera complementaria, se recomienda la instalación de sistemas de control automático, tales como sensores de presencia, sensores de movimiento y estrategias de atenuación (dimming), especialmente en áreas de ocupación intermitente como pasillos, zonas exteriores y locales técnicos. Estas medidas deben ir acompañadas de una adecuada sectorización de circuitos y accesibilidad a controles manuales.

Asimismo, se sugiere optimizar el aprovechamiento de la luz natural mediante la eliminación selectiva de films solares innecesarios, garantizando el control de deslumbramiento y condiciones adecuadas de confort visual. Esta estrategia debe evaluarse técnicamente por zonas, considerando orientación, uso del espacio y condiciones reales de iluminación.

Adicionalmente, se recomienda incorporar criterios de diseño sostenible en futuras intervenciones, incluyendo zonificación de espacios, integración de iluminación natural y uso de tecnologías eficientes, en cumplimiento del RETILAP. Igualmente, es fundamental implementar un programa de mantenimiento preventivo que asegure el desempeño óptimo del sistema a lo largo del tiempo.

Finalmente, se sugiere integrar estas acciones dentro de una estrategia de gestión energética alineada con la ISO 50001, que permita el seguimiento continuo del consumo, la optimización operativa y la mejora sostenida del desempeño energético del edificio.

Conclusión

El análisis energético del edificio evidencia una alta dependencia de la red eléctrica convencional, lo que representa una vulnerabilidad tanto económica como ambiental para la operación de la sede administrativa. Si bien se cuenta con un sistema fotovoltaico instalado, su alcance es limitado y no permite una reducción significativa del consumo global ni una mejora sustancial en la resiliencia energética del edificio.

Asimismo, se identifican oportunidades importantes relacionadas con la ampliación de generación distribuida y la incorporación de fuentes no convencionales de energía renovable. Sin embargo, estas medidas no fueron desarrolladas en la fase 3 de la auditoría, debido a que requieren estudios técnicos más especializados, análisis de prefactibilidad, ingeniería de detalle y evaluación económica más profunda para garantizar su viabilidad.

A pesar de ello, estas alternativas representan un alto potencial estratégico para mejorar el desempeño energético del edificio, reducir costos operativos a largo plazo y disminuir la huella de carbono institucional, en línea con marcos normativos como la ISO 50001 y políticas nacionales como la Ley 1715 de 2014.

Recomendación

Se recomienda considerar estas medidas como parte de una hoja de ruta energética a mediano y largo plazo, priorizando la realización de estudios técnicos detallados antes de su implementación. En particular, se sugiere:

Desarrollar estudios de prefactibilidad y factibilidad para la ampliación del sistema fotovoltaico existente, evaluando capacidad instalada, demanda cubierta, condiciones estructurales y retorno de inversión.

Analizar la viabilidad técnica y económica de incorporar sistemas de almacenamiento energético, que permitan mejorar la gestión de la energía y aumentar la resiliencia del edificio.

Evaluar de manera preliminar otras fuentes FNCER (eólica, biomasa, geotermia), considerando las condiciones específicas del sitio y su potencial de integración.

Garantizar que cualquier intervención cumpla con la normativa técnica vigente, especialmente el RETIE, y esté soportada en estudios de ingeniería de detalle.

Adicionalmente, se recomienda integrar estas iniciativas dentro de un plan institucional de gestión energética, que permita planificar inversiones de manera progresiva, optimizar el uso de recursos y avanzar hacia un modelo energético más sostenible.

En conclusión, aunque estas medidas no fueron objeto de desarrollo en la fase actual de la auditoría, su implementación futura —debidamente sustentada en estudios técnicos— representa una oportunidad clave para transformar el modelo energético del edificio, reducir su dependencia de la red convencional y alinearse con los objetivos de transición energética y sostenibilidad.

Conclusión

El levantamiento, verificación y actualización de la información técnica del edificio de la Alcaldía de Yopal permitió consolidar una base de datos confiable y actualizada sobre la infraestructura arquitectónica y eléctrica. La validación en campo de planos, cargas, sistemas de iluminación y configuración eléctrica evidenció la necesidad de ajustar la documentación existente para reflejar con precisión las condiciones reales de operación.

La elaboración de planos actualizados y diagramas unifilares constituye un insumo fundamental para el análisis energético, ya que permite comprender la distribución de cargas, identificar los principales puntos de consumo y evaluar de manera adecuada el desempeño del sistema eléctrico. Esta información garantiza mayor trazabilidad y confiabilidad en las etapas posteriores de la auditoría.

Recomendación

Se recomienda adoptar estos planos actualizados como base oficial para la gestión técnica y energética del edificio, asegurando su uso en futuras intervenciones, mantenimientos y proyectos de optimización. Asimismo, es importante establecer un procedimiento de actualización periódica de la información técnica ante cualquier modificación en la infraestructura eléctrica o arquitectónica.

Adicionalmente, se sugiere utilizar esta base documental para implementar estrategias de gestión de la energía alineadas con buenas prácticas como las establecidas en ISO 50001, facilitando el seguimiento del desempeño energético, la identificación de oportunidades de mejora y la toma de decisiones informadas orientadas a la eficiencia y sostenibilidad del edificio.

Se suscriben la presente consultoría 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