RAMÓN LEONARDO VELÁSQUEZ RINCÓN
MP No 76237-14393 VLL

ENERGIAS LIMPIAS (FOTOVOLTACAS Y EOLICAS)

Alcaldía de CÁQUEZA

REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA
MUNICIPIO DE CÁQUEZA



INFORME No 2. PRODUCTO No 2.

INFORME EVALUACION EFICIENCIA ENERGETICA

PROCESO DE MÍNIMA CUANTÍA NO CQ-MC-025-2024

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA INFRAESTRUCTURA PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE CÁQUEZA CUNDINAMARCA.

FEBRERO 16 DE 2025

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

INDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO 2
2. INTRODUCCIÓN OBJETIVOS Y METODOLOGIA 3
2.1. INTRODUCCIÓN 3
2.2. OBJETO DEL ESTUDIO 4
2.3. METODOLOGIA 4
3. SITACIÓN ACTUAL 4
3.1. DATOS GENERALES 4
4. ANÁLISIS DE CONSUMOS Y COSTOS ENERGÉTICOS 7
4.1. CONSUMO ENERGÉTICO EDIFICIO MUNICIPAL DE CÁQUEZA 7
4.2. BALANCE ENERGÉTICO 11
5. MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO 12
5.1. CONSIDERACIONES SOBRE EL ANÁLISIS ECONÓMICO 12
5.2. MEDIDAS DE ENERGÍA ALTERNATIVAS 12
5.2.1. CAPTACIÓN DE LUZ SOLAR 12
5.2.2. IMPLEMENTACION SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO – SSFV 13
5.3. PROGRAMA DE CONCIENTIZACIÓN 13
5.4. MEDIDAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA INDUSTRIAL 16
5.4.1. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE CONSUMOS 16
5.4.2. MEDIDA Y VERIFICACIÓN DE AHORROS 17
5.4.3. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA (ISO 50001) 23

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

1. RESUMEN EJECUTIVO

El **consumo energético** anual, obtenido a partir de los datos de facturación, es de **26,813 kWh/año**, lo que supone a la Alcaldía un costo anual de $2**3,334,898.**

De las medidas propuestas en el estudio se concluye que el potencial de ahorro energético en el edificio Municipal de la Alcaldía de Cáqueza. es próximo al **33.1%.**

El Edificio Municipal de la Alcaldía de Cáqueza está alimentado de un circuito de baja tensión (208/120V) del transformador No. E13475TR1 del operador de red Enel y la energía es comercializada por el mismo.

Cliente No. 5189801-0
Potencia contratada: 47.46 kW
Tipo de Servicio: Oficial

Tabla 1: Resumen de Ahorro energético

SITUACIÓN ACTUAL	PERIODO DE ANALISIS	**Agosto de 2024 a febrero 2025**
	CONSUMO ENERGÉTICO [kWh/año]	26,813
	COSTO ENERGÉTICO [$/año]	23,334,898
	COSTO PROMEDIO DEL kW [$/kW]	**855.53**
MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	AHORRO ENERGÉTICO [kWh/año]	**13,119**
	AHORRO ECONÓMICO [$/año]	**$ 11,407,627**
	EMISIONES CO_2 EVITADAS [T CO_2/año]	**2.16**
	AHORRO ENERGÉTICO TOTAL [%]	**33.1%**

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

2. INTRODUCCIÓN OBJETIVOS Y METODOLOGIA

2.1. INTRODUCCIÓN

La **energía** es un recurso ampliamente utilizado en la sociedad, en todas las formas de habitar los ciudadanos en el planeta, tanto en zonas urbanas como rurales. Dado que los recursos naturales son finitos, es preciso un uso racional de los mismos, teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad y de eficiencia energética, con el objetivo de reducir el consumo y gasto energético en cada edificio o habitación.

La **eficiencia energética** no implica reducir la calidad de la producción, sino usar y producir energía de forma mucho más eficiente, manteniendo o incluso aumentando el nivel de calidad. La eficiencia energética es una medida que contribuye a conservar los recursos de los que disponemos en el presente para que puedan ser utilizados por otras generaciones futuras, además de los beneficios socioeconómicos y ambientales que conlleva tener una independencia energética basada en la producción de energía con fuentes de origen renovable.

El **Plan Energético Nacional: Ideario energético 2050** elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, da prioridad a la utilización de energías limpias y a la eficiencia energética:



Ilustración 1. Objetivos PEN: Ideario Energético 2050

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

2.2. OBJETO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente documento es servir de herramienta de ayuda para reducir los consumos energéticos y económicos, a través de la implementación de medidas de eficiencia energética e incorporación de nuevas energías viables técnica y económicamente, fomentando así la reducción del impacto medioambiental de la actividad de El Edificio Municipal de la Alcaldía de Cáqueza

Dentro de los desafíos que supone la competitividad, la reducción de costes y cuidado del medio ambiente, cualquier acción energética que se realice deberá encaminarse a la optimización de los recursos energéticos, la implementación de energías renovables y respeto al entorno. Por ello, la aplicación de medidas de eficiencia energética conducirá a un ahorro energético que repercutirá en la reducción de la facturación energética, ayudando así a mejorar la competitividad de la industria a corto plazo, sin perjudicar la calidad de los servicios ofertados.

Los objetivos específicos que se desean alcanzar son:

- *Identificar oportunidades específicas para mejorar la eficiencia en el uso de la energía respecto de todos los componentes consumidores de energía.*
- *Contar con un listado de medidas de mejora energética, ordenadas y cuantificadas con base a los ahorros de energía que involucran y el análisis financiero de éstas.*

2.3. METODOLOGIA

El programa de trabajo que el equipo auditor ha llevado a cabo se ha estructurado en CUATRO FASES PRINCIPALES:

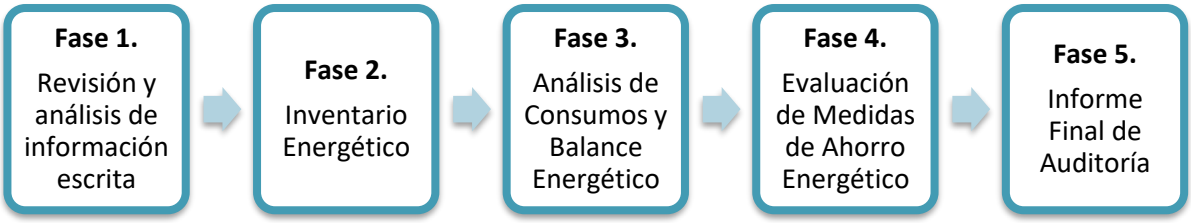


Ilustración 2. Metodología del plan de trabajo

3. SITACIÓN ACTUAL

3.1. DATOS GENERALES

Se indican a continuación los datos generales de la empresa.

Tabla 2. Información General El Edificio Municipal de la Alcaldía de Cáqueza

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

ESTABLECIMIENTO	Edificio Municipal Alcaldía de Cáqueza
DIRECCIÓN	Calle 2 # 4-30 – Parque Principal Cáqueza - Cundinamarca
ÁREA DE ANALISIS	Edificio Municipal Alcaldía de Cáqueza
ACTIVIDAD	Oficinas
UBICACIÓN	MUNICIPIO DE CÁQUEZA - CUNDINAMARCA

Para el desarrollo de la auditoría energética, se hizo un análisis previo de los sistemas eléctricos de ***consumo de energía más significativos***, resultando los siguientes sistemas:

Tabla 3. Sistemas de consumo significativo Edificio Municipal Alcaldía Cáqueza

CARGAS ELÉCTRICAS EDIFICIO MUNICIPAL DE CÁQUEZA (Sistemas de consumo significativo)			
Subestación	**Potencia**	**Incidencia individual**	**Incidencia acumulada**
Sistemas informáticos	**21.0 kW**	**48.83%**	48.8%
Iluminación	**7.8 kW**	**18.20%**	67.0%
Otros	**7.5 kW**	**17.42%**	84.4%
Ascensor	**5.5 kW**	**12.77%**	97.2%
Aires Acondicionados	**1.2 kW**	**2.79%**	100.0%
TOTAL	**43.07 kW**	**100.0%**	

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

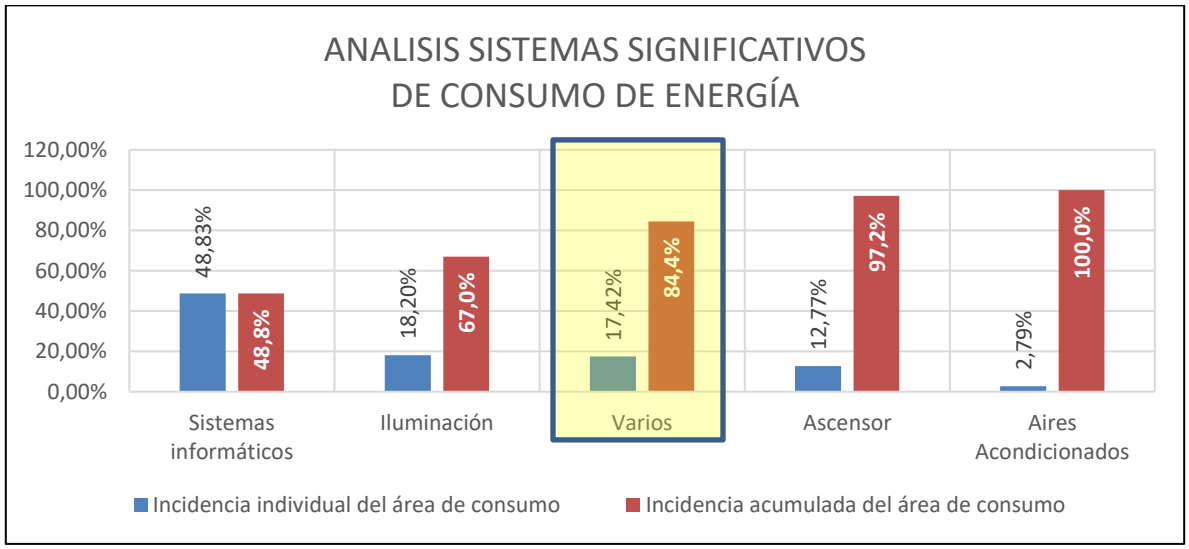


Gráfico 1. Sistemas de consumo significativo

De la información contenida en la tabla y gráfica anterior se aprecia que hay una carga instalada de 43.07kW, de los cuales el 84.4% de los sistemas de consumo significativo, se encuentra concentrado en las siguientes áreas:

- Sistemas Informáticos (52.54% de incidencia individual)
- Iluminación (19.48% de incidencia individual)
- Varios (17.42% de incidencia individual)

Sin embargo, considerando que el ascensor está fuera de operación, por lo cual se consideró excluirlo dentro del análisis, se obtiene de esta forma una carga instalada de 37.57kW, llegando de esta forma al 98.6% del análisis sobre los sistemas de consumo del Edificio, estando por encima del Pareto de los sistemas que se pretenden analizar.

A continuación, se muestra la tabla y gráfica de sistemas de consumo significativo ajustadas, considerando el retiro del ascensor del análisis.

Tabla 4. Sistemas de consumo significativo Edificio Municipal Alcaldía Cáqueza - Ajustado

CARGAS ELÉCTRICAS EDIFICIO MUNICIPAL DE CÁQUEZA (Sistemas de consumo significativo)			
Subestación	**Potencia**	**Incidencia individual**	**Incidencia acumulada**
Sistemas informáticos	**21.0 kW**	**55.98%**	56.0%
Iluminación	**7.8 kW**	**20.86%**	76.8%
Varios	**7.5 kW**	**19.97%**	96.8%

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

CARGAS ELÉCTRICAS EDIFICIO MUNICIPAL DE CÁQUEZA (Sistemas de consumo significativo)			
Ascensor	**0.0 kW**	**0.00%**	96.8%
Aires Acondicionados	**1.2 kW**	**3.19%**	100.0%
TOTAL	**37.57 kW**	**100.0%**	

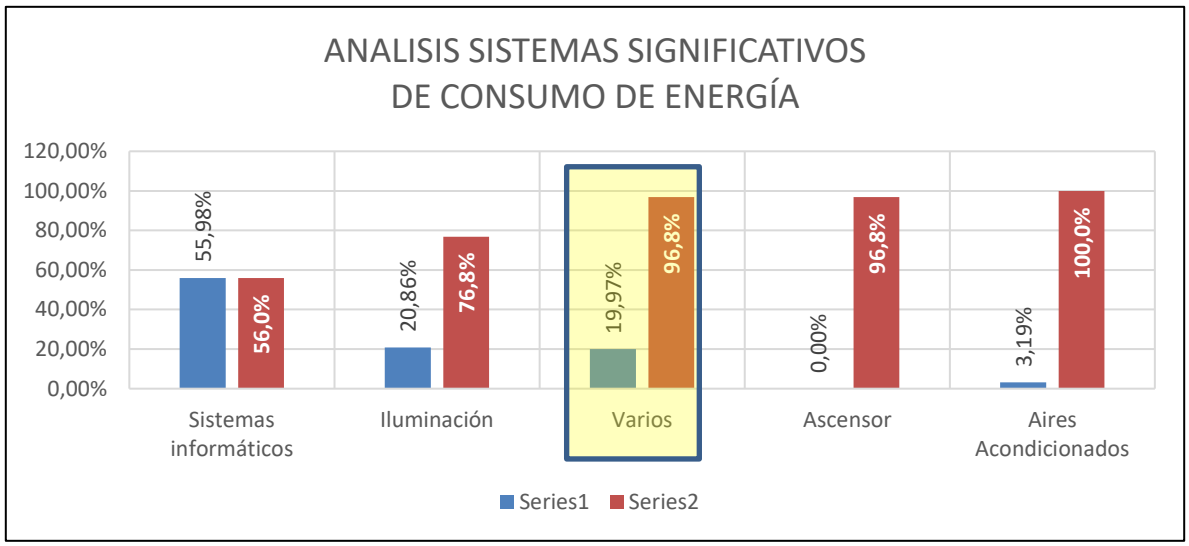


Gráfico 2. Sistemas de consumo significativo - Ajustado

4. ANÁLISIS DE CONSUMOS Y COSTOS ENERGÉTICOS

4.1. CONSUMO ENERGÉTICO EDIFICIO MUNICIPAL DE CÁQUEZA

La energía necesaria para el desarrollo de la actividad de la planta se aporta actualmente con Electricidad, no consumo de otros energéticos, tales como carbón, gas natural, ACPM, entre otros.

Tabla 5. Consumo de energía eléctrica año 2024 - El Edificio Municipal de la Alcaldía de Cáqueza

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AÑO 2024	
Energía Activa (kWh/Año)	26,813

A continuación, se detallan los consumos energéticos tenidos durante el periodos de facturación, desde agosto de 2024 hasta febrero de 2025.

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

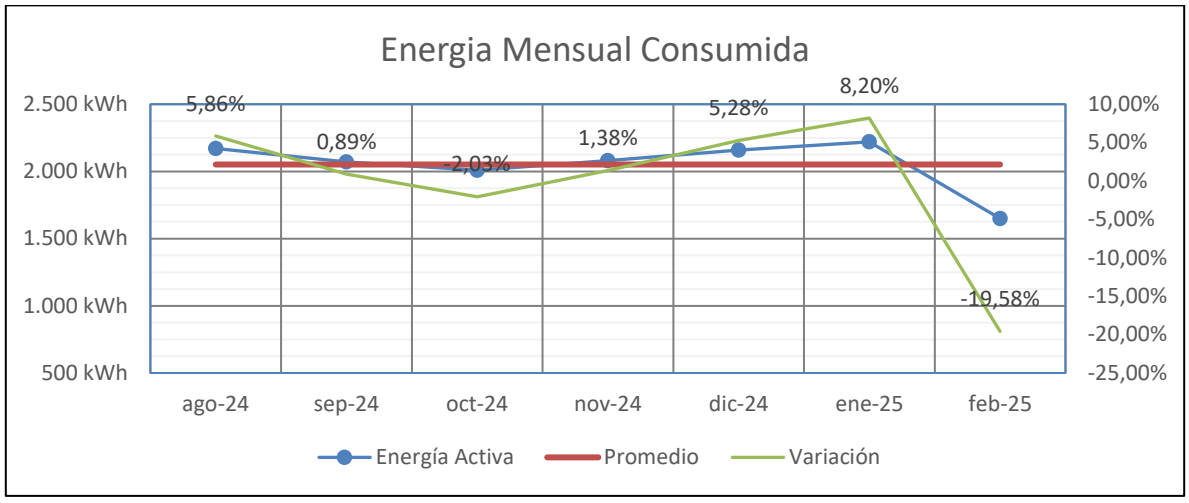


Gráfico 3. Consumo de energía eléctrica en el año 2024 - El Edificio Municipal de la Alcaldía de Cáqueza

Como se puede observar en la figura anterior, el consumo eléctrico en el Edificio Municipal oscila entre los 1,650 y los 2,220 kWh/Mes, mostrando como un consumo muy homogéneo entre los meses de agosto de 2024 a enero de 2025 y un decremento el 19.58% en el consumo facturado en el mes de febrero de 2025, lo cual coincide con la temporada de fin de año.

Tabla 6. Consumo de energía eléctrica mensual, año 2024 Edificio Municipal Alcaldía Cáqueza

CONSUMO DE ENERGÍA AÑO 2024		
MES	**Energía Activa (kWh/Mes)**	**Promedio Energía Activa (kWh/Mes)**
ago-24	2,172.00	2,051.71
sep-25	2,070.00	
oct-26	2,010.00	
nov-27	2,080.00	
dic-28	2,160.00	
ene-30	2,220.00	
feb-31	1,650.00	

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

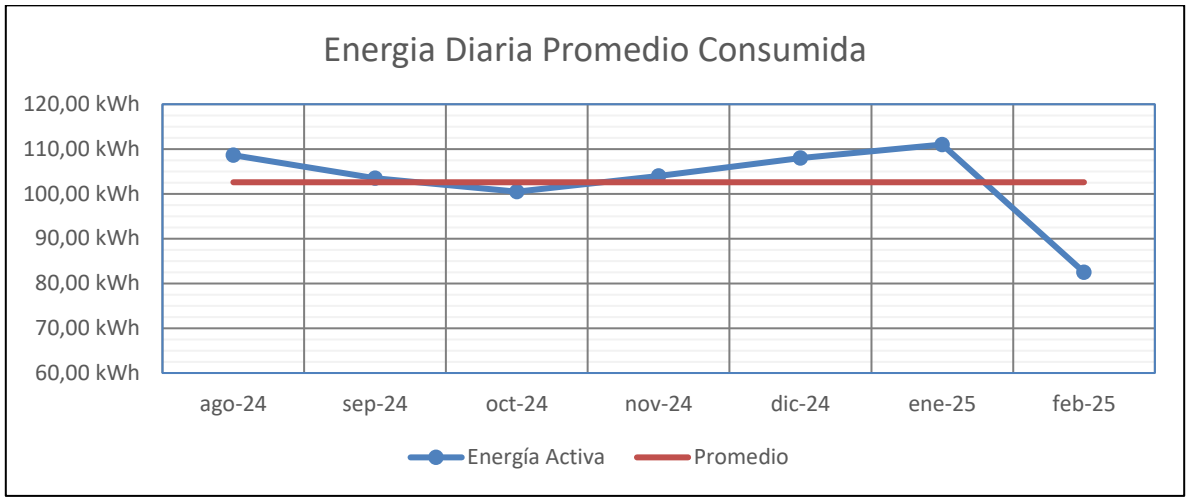


Gráfico 4. Consumo de energía eléctrica promedio día, en el año 2024 - El Edificio Municipal de la Alcaldía de Cáqueza

El consumo de energía diario promedio en El Edificio Municipal, entre los periodos de facturación de los meses de agosto de 2024 y febrero 2025 varía entre 103.5 y 108.6 kWh/Día.

Tabla 7. Consumo de energía eléctrica promedio día, año 2024 - Edificio Municipal Alcaldía Cáqueza

CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA DÍA AÑO 2024		
MES	**Energía Activa**	**Promedio Energía Activa**
	(kWh/Día)	**(kWh/Día)**
ago-24	108.60	102.59
sep-25	103.50	
oct-26	100.50	
nov-27	104.00	
dic-28	108.00	
ene-30	111.00	
feb-31	82.50	

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

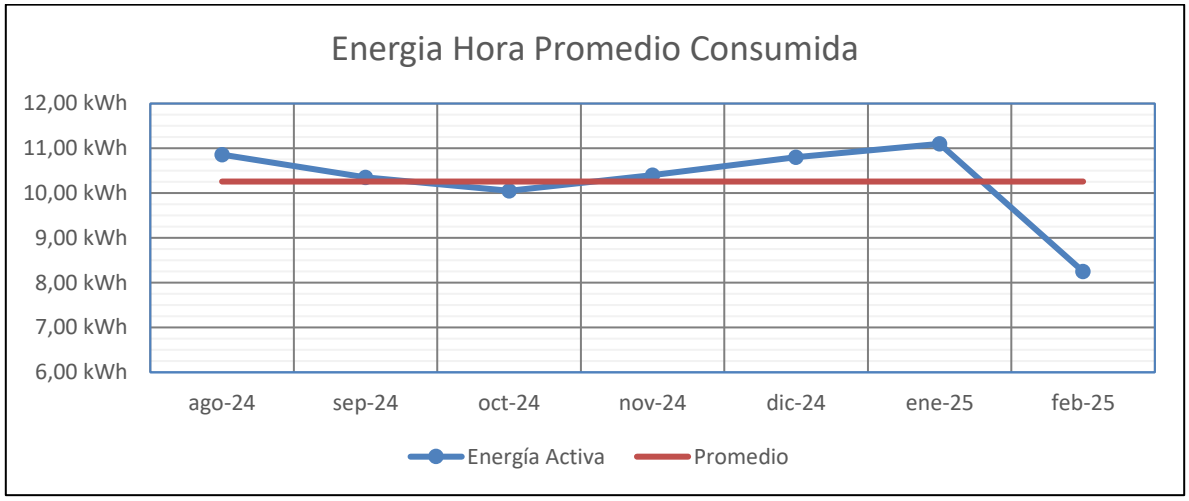


Gráfico 5. Consumo de energía eléctrica promedio hora, en el año 2024 - El Edificio Municipal de la Alcaldía de Cáqueza

Tabla 8. Consumo de energía eléctrica promedio hora, año 2024 - Edificio Municipal Alcaldía Cáqueza

CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA HORA AÑO 2024		
MES	**Energía Activa (kWh/Día)**	**Promedio Energía Activa (kWh/Día)**
ago-24	10.86	10.26
sep-25	10.35	
oct-26	10.05	
nov-27	10.40	
dic-28	10.80	
ene-30	11.10	
feb-31	8.25	

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

4.2. BALANCE ENERGÉTICO

De acuerdo a las mediciones de consumo energético realizado en las diferentes áreas de la PTAP, el balance energético está distribuido de la siguiente manera:

Tabla 9. Balance Energético día 2024 – Edificio Municipal Alcaldía Cáqueza

BALANCE ENERGÉTICO		
SISTEMA ELÉCTRICO	**CONSUMOS AÑO 2024 (kWh)**	**INCIDENCIA EN EL CONSUMO**
Sistemas informáticos	5,248.92	45.6%
Iluminación	4,388.16	38.1%
Varios	1,875.00	16.3%
Ascensor	0.00	0.0%
Aires Acondicionados	0.96	0.0%
TOTAL	**11,513.04**	**100.0%**

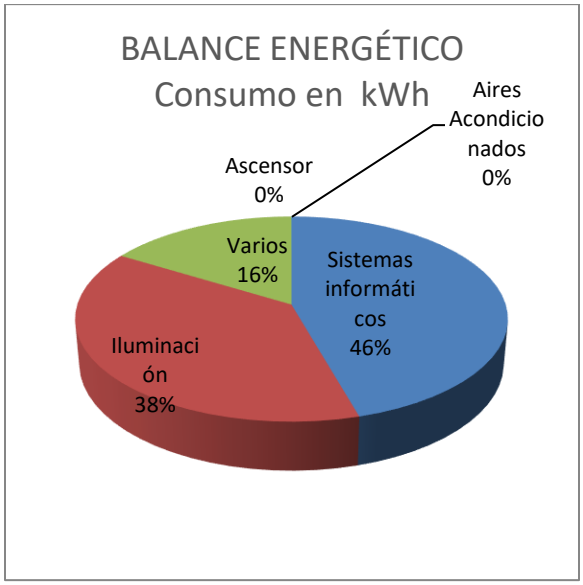


Gráfico 6. Balance Energético año 2022 – Edificio Municipal Alcaldía de Cáqueza

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

5. MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

5.1. CONSIDERACIONES SOBRE EL ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis de las medidas se han tenido en cuenta las siguientes ratios, obtenidos de la facturación disponible y datos de PNUMA (factor de emisión):

- **Ratio Electricidad:** **855.53 $/kWh**
- **Factor Emisión CO_2 electricidad:** **0,16438 kg CO2/kWh**

Las medidas de ahorro o eficiencia energética se consideran, o bien por la necesidad de un estudio exhaustivo y concreto, o bien por ser económicamente viables, no obstante, se describen para ponerlas a disposición de la propiedad de la instalación para que sea ella quien decida si su implantación aun siendo inviable, es interesante o no.

5.2. MEDIDAS DE ENERGÍA ALTERNATIVAS

5.2.1. CAPTACIÓN DE LUZ SOLAR

La luz natural puede sustituir a la luz artificial durante más del 70% de las horas del día. Esto implica enormes ahorros de energía en instalaciones de uso intensivo.

Los sistemas de captación de luz solar se basan en prismas que refractan la luz natural. Estos sistemas confieren numerosos beneficios:



Ilustración 3. Captador de luz solar

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

- *Elevado ahorro energético en iluminación y climatización.*
- *Prolongación de la vida útil de la instalación eléctrica.*
- *Mejora de las condiciones de trabajo, creándose un entorno lumínico más agradable.*
- *Beneficios medioambientales.*

El resultado con este sistema es una luz intensa, sin "puntos calientes" y uniforme, gracias al diseño prismático. Puede obtenerse un rango de iluminación de un 20% superior al de un sistema de iluminación natural convencional durante las primeras y últimas horas del día para ángulos menores de 17 grados.

5.2.2. IMPLEMENTACION SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO – SSFV

Se pretendería instalar un sistema solar fotovoltaico que genere entre el 30% y 33% del consumo de energía del Edificio Municipal, lo que implicaría tener un sistema aproximadamente de 27kWp.

PRONÓSTICO DE RENDIMIENTO		
Potencia instalada	27	kWp
Rendimiento anual esperado	1,470.38	kWh/kWp
Irradiación global sobre el módulo	1,659.33	kWh/m^2
Radiación Global en el módulo sin reflexión	1,669.85	kWh/m^2
Coeficiente de rendimiento de la instalación (PR)	88.06	%
Reducción de rendimiento por sombreado	0.62	%
Energía promedio consumida	39,725	kWh/Año
Consumo propio esperado	13,119	kWh/Año
Limitación en el punto de inyección	0	kWh/Año
Inyección en la red	26,606	kWh/Año
Proporción de consumo propio	33.0	%
Emisiones de CO2 evitadas	18,659	kg/Año
Grado de autarquía	41.8	%

Tabla 10. Potencia del Sistema Solar Proyectado

5.3. PROGRAMA DE CONCIENTIZACIÓN

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

Al momento de implementar un plan de medidas de eficiencia energética o ahorro de energía, es muy importante saber que el éxito de este no dependerá sólo del recambio tecnológico o sustitución de antiguos equipos poco eficientes por otros con tecnología de punta.

Producir ***cambios en los hábitos de los operarios*** será clave en la disminución del consumo de energía y para esto se proponen las siguientes actividades que permitirán concientizar al personal y hacerles partícipes activos de un exitoso programa de eficiencia energética:

- **Charlas de Capacitación**

Difícilmente un empleado seguirá las medidas de ahorro de energía si desconoce cuál es la verdadera implicación que esto puede traer tanto a la organización como al medio ambiente en el cual está inmerso. Así, deberá informársele de:

→ Beneficios ambientales derivados del ahorro energético.
→ Fundamentos del ahorro de energía: Es necesario instaurar el concepto "no hay mejor energía que la que no se utiliza". En este contexto, un ahorro de energía no sólo reduce los costes mensuales por este concepto, sino que permite una contribución real a la sostenibilidad ambiental.
→ Medidas de ahorro de energía: las medidas planteadas en este informe no servirán de nada si no son transmitidas al personal. Una completa inducción referente a lo que cada trabajador puede aportar en la disminución de energía es fundamental para el éxito de los resultados esperados en esta materia.

- **Campañas de promoción**

Debe tenerse presente que el ahorro de energía pasa muchas veces por cambios de hábitos en personas. Por esta razón, no debe descuidarse el reforzar constantemente el concepto de ahorro de energía que La Alcaldía pretende llevar a la práctica.

Para esto puede implementarse una campaña de difusión que recuerde constantemente la función de cada trabajador en el proceso de disminución del consumo energético. De esta forma se recomienda:

→ La creación de material infográfico (digital o físico), que sea publicado o repartido al personal usuario de las instalaciones para su información.
→ La creación de posters dispuestos en las zonas comunes, recordando en cada momento que uno de los objetivos estratégicos de esta organización es la disminución del consumo de energía.
→ La generación de material audiovisual que fomente de manera cercana y didáctica cada una de las medidas.

- **Transferencia de Información**

Es fundamental que los resultados que se observen luego de realizar mediciones sean compartidos con el personal operativo. Esta medida les incentivará para continuar aplicando las acciones que contribuyan al ahorro de energía, ya que de esta manera se sentirán parte de los éxitos obtenidos por la institución.

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

Para una correcta transmisión de información, se recomienda implementar un **boletín mensual** con una reseña de las acciones realizadas en pro de la eficiencia energética y un resumen de los indicadores energéticos adaptados.

- **Mejora Continua**

La dirección no debe conformarse solamente con la implementación de las medidas planteadas en este informe. Se recomienda evaluar de forma periódica los objetivos conseguidos, dando espacio para nuevas ideas, mejoras y la participación activa de los empleados.

Para esto se recomienda la creación de un **comité de eficiencia energética** conformado por representantes de la dirección, personal de mantenimiento y empleados de las instalaciones, que pueda reunirse de forma periódica para analizar la implementación de los planes de acción y los resultados del mismo. Además, es una buena iniciativa el generar espacios de partición masiva, en la cual todos los trabajadores puedan hacer sus aportes al programa de eficiencia energética, ya sea a través de un **buzón de sugerencia** o a la creación de una casilla de correo electrónico que canalice todos los comentarios y aportes provenientes del personal.

En resumen, las líneas de acción para una correcta implementación del programa de eficiencia energética se ilustran en el siguiente esquema:

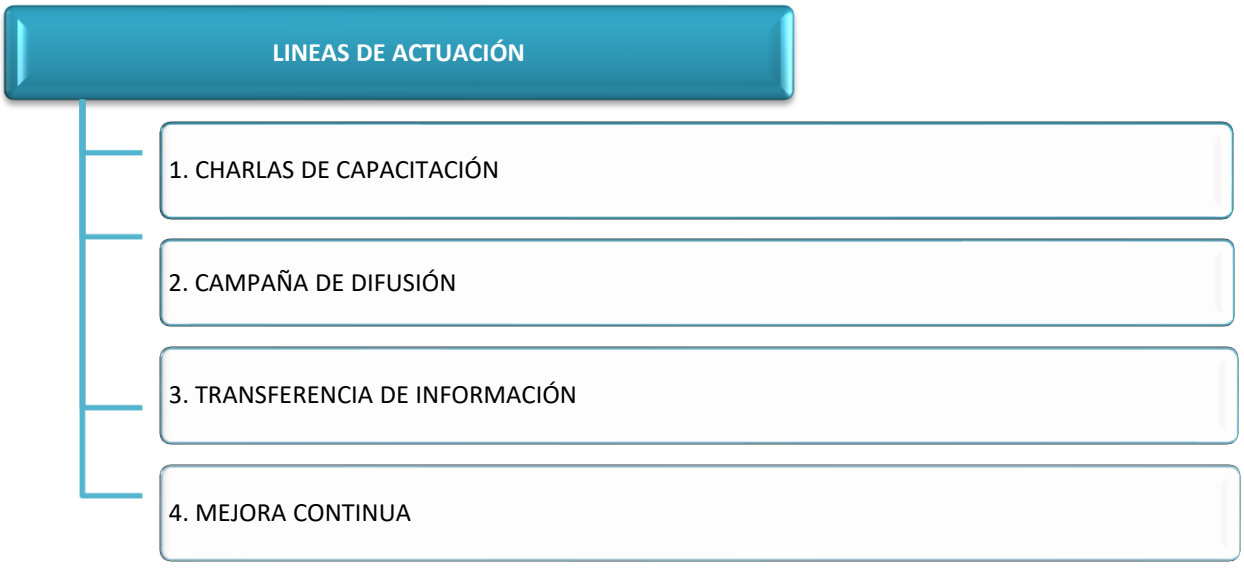


Figura 1. Líneas de actuación del programa de concientización.

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

5.4. MEDIDAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA INDUSTRIAL

5.4.1. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE CONSUMOS

Se propone la implantación de un sistema de monitorización de consumos energéticos para el análisis y gestión de consumos extraordinarios.

Se llevarán a cabo los siguientes pasos:

- Monitorización de todas las medidas eléctricas y consumos
- Análisis del comportamiento de los consumos
- Generación de modelos predictivos de consumo y alertas necesarias
- Detección, localización y cuantificación de consumos indeseados y derroches ocultos
- Toma de decisiones correctivas y seguimiento de mejoras

Mediante la monitorización se puede realizar un control de cada uno de los bloques de manera remota y en tiempo real. Para ello, en cada cuadro eléctrico se debe instalar un analizador de las redes eléctricas, tantos como número de sistemas se quieren gestionar (general, climatización, iluminación, etc.).

Cada uno de estos equipos a instalar incluirá un transmisor para transferir la información captada al ordenador central de gestión.

Con estos sistemas de monitorización pueden alcanzarse **ahorros energéticos entre un 5 y un 15%** aproximadamente, ya que permiten ventajas como:

1 Detección de **consumos pasivos** innecesarios en las instalaciones (iluminación, climatización, ventiladores, equipos informáticos, etc.).
2 Establecimiento de **perfiles de consumo** energético para comprobar si se está consumiendo más de lo previsto.
3 Gracias a los datos obtenidos puede plantearse la **reducción de la potencia eléctrica conectada**, reduciendo los importes de la factura eléctrica.
4 Ajustar el consumo a los **períodos del día** en que las tarifas son más económicas (horas fuera de punta).
5 **Descubrir rendimientos** por debajo de lo previsto en equipos consumidores (climatización, ventilación, compresores...), debido a su envejecimiento o por un mal mantenimiento.
6 Se convierte en una herramienta para efectuar **mantenimiento preventivo,** al detectar posibles problemas en equipos consumidores, antes de una avería.
7 Informa de los consumos de **energía reactiva**, pudiendo actuar en la reducción del factor de.
8 Ofrece la **Medición y Verificación** necesaria para la contratación de empresas de Servicios Energéticos.
9 Aumenta la **concienciación** de los trabajadores de la empresa para el ahorro energético

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

5.4.2. MEDIDA Y VERIFICACIÓN DE AHORROS

Un punto importante en la gestión energética de una instalación es comprobar que las medidas implementadas están consiguiendo su propósito de ahorro energético y poder cuantificarlo para verificar si ahorran lo proyectado, tanto en términos puramente energéticos como económicos. Para ello se puede recurrir a los **Protocolos de Medida y Verificación**, que permiten:

- Maximizar los ahorros energéticos, al poder cuantificar con precisión el ahorro de las medidas energéticas implementadas y así poder ajustar dichas medidas para aumentar el ahorro.
- Establecer una referencia que pruebe de forma fiable y objetiva la eficacia de la gestión energética que se está realizando (esto permite tener una base documentada con la que justificar el pago del cliente a una empresa de servicios energéticos (ESE)).
- Incrementar la credibilidad ante los potenciales inversores en proyectos de eficiencia energética y, por tanto, mejorar sus posibilidades de financiación, además de dotar a un responsable de M&V de conocimientos útiles para afrontar proyectos similares en el futuro.
- Servir de herramienta en presupuestos que incluyan un concepto de gasto energético, puesto que permite evaluar y ajustar las condiciones de la instalación.
- Acreditar la contabilidad de reducción de emisiones en aquellos informes en los que se siga este procedimiento.

Los **Protocolos de Medida y Verificación** están dirigidos principalmente a:

- Empresas de Servicios Energéticos
- Empresas Comercializadoras y Distribuidoras
- Industria
- Administración Pública
- Entidades Financieras

Es importante que la medida y verificación de ahorros sea realizada por una entidad o persona independiente a quien acomete la inversión, con el fin de garantizar la objetividad de los informes.

Para acometer un proceso de M&V fiable, preciso y riguroso es conveniente hacer uso de un Protocolo de Medida y Verificación internacional.

Se mencionan a continuación los Protocolos de M&V de mayor relevancia a nivel internacional:

Tabla 11. Protocolos internacionales de Medida y Verificación

Protocolo	*Organización*	*Descripción*

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

IPMVP – International Performance Measurement and Verification Protocol	**EVO** (Efficiency Valuation Organization)	Presenta una guía con las mejores prácticas disponibles para la M&V de ahorros en proyectos de eficiencia energética, energías renovables y agua. Volúmenes posteriores tratan sobre edificios de nueva construcción y calidad del ambiente interior.
GUÍA FEMP - Measurement and Verification for Federal Energy Project	**US DOE FEMP** (Department of Energy's Federal Energy Management Program)	Proporciona métodos y guías para la M&V en contratos federales de EE.UU. de ahorro de energía (contratos ESPC). Da ejemplos de aplicaciones de M&V en motores, iluminación, EE.RR, etc.
ASHRAE GUIDELINE 14 – 2002	**ASHRAE** (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers)	Al igual que el IPMVP proporciona una guía para cuantificar ahorros en procesos de M&V, profundizando en aspectos más técnicos.

En este documento se ha desarrollado con mayor profundidad el Protocolo **IPVMP** (*International Perfomance Measurement and Verification Protocol*) como ejemplo de metodología para el diseño de un Plan de Medida y Verificación.

Proceso de Medida y Verificación

"La Medida y Verificación (M&V) es un proceso que consiste en ***utilizar la medida para el establecimiento de forma fiable del ahorro real generado en una instalación dentro de un programa de gestión de la energía"***[1].

[1] *Protocolo Internacional de Medida y Verificación, volumen 1 – EVO 10000 1:2010 (Es)*

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

En este proceso se determina el ahorro comparando el consumo de energía antes y después de adoptar las medidas de ahorro proyectadas, ya que el ahorro en sí no se puede medir, puesto que es la ausencia de energía consumida.

Un proceso de Medida y Verificación consta de las siguientes actuaciones:

a. Instalación, calibración y mantenimiento de los equipos de medida.
b. Recopilación y análisis de datos.
c. Desarrollo de un método de cálculo del ahorro y de las estimaciones.
d. Realización de los cálculos a partir de las lecturas.
e. Elaboración de informes.
f. Verificación de los informes por terceras partes.

Periodo de Referencia y Demostrativo de Ahorro

Como se ha comentado, el ahorro como tal no puede medirse de forma directa, por lo que se emplea un método basado en comparar el consumo de energía en un ***periodo de referencia,*** previo a la instalación de las *Mejoras de Eficiencia Energética* (MEEs), con el ***periodo demostrativo***, posterior a la implementación de dichas mejoras.

El periodo de referencia debe considerar un ***ciclo operativo completo***, abarcando desde el consumo máximo hasta el mínimo.

El periodo demostrativo puede ser definido por el usuario del informe, y deberá abarcar un ciclo operativo normal de la instalación o equipos, para obtener una representación del ahorro producido en condiciones normales de funcionamiento.

Es necesario además **ajustar** el consumo del periodo demostrativo a los posibles cambios respecto a las condiciones iniciales del periodo de referencia.

En el caso del Protocolo IPMVP, la ecuación principal para la obtención de los ahorros es la siguiente:

Ahorro de energía = Energía Periodo de Referencia - Energía Periodo Demostrativo de Ahorro ± ***Ajustes***

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

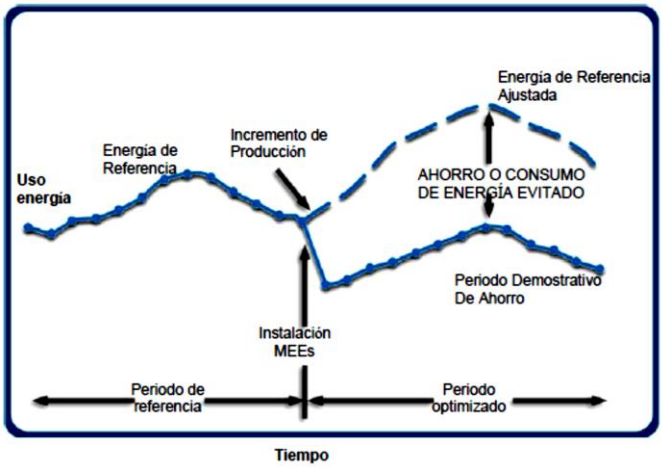


Ilustración 4. Ejemplo de consumo de energía antes y después de las MEEs

En la figura, siguiendo la gráfica de la línea continua, se puede diferenciar el histórico de consumos en dos períodos equivalentes, el primero anterior a la implementación de las medidas de ahorro y el segundo posterior a dichas medidas. El ahorro se ha calculado teniendo en cuenta un hipotético incremento en la producción a partir de la instalación de las MEEs, representado por la línea discontinua, por lo que éste es mayor que si se hubieran comparado ambos periodos sin ajustar el periodo previo al supuesto incremento.

Un ejemplo simple pero eficaz es suponer que se tienen instalados 1,000 W en lámparas incandescentes y que funcionan 1,000 horas al mes, lo que consumiría 1,000 kWh en dicho periodo. En el siguiente mes reemplazamos esas lámparas incandescentes por 200 W en lámparas de bajo consumo, que proporcionan el mismo flujo luminoso y, por circunstancias climatológicas (menos horas de luz solar y mal tiempo), esa nueva lámpara funciona en ese mes 2,000 horas (1,000 horas más que en el periodo anterior), con lo que habrán consumido 400 kWh. A priori, para calcular el ahorro se restarían ambos consumos sin tener nada más en cuenta, con lo que se estaría hablando de un ahorro de 600 kWh, pero realmente lo que habría que tener en cuenta es cuánto se ha ahorrado considerando cuánto se habría consumido de más en este último periodo si se hubiera seguido con las lámparas incandescentes, lo que supondría realmente un ahorro de hasta 1,600 kWh.

Tabla 12: Cálculo de ahorro energético sin y con M&V

Cálculo de Ahorro sin M&V			
Tecnología empleada	**Potencia instalada**	**Horas de uso en período**	**Energía consumida en período**
Lámparas incandescentes	1,000 W	1,000 h	1,000 kWh

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

Lámparas de bajo consumo	200 W	2,000 h	400 kWh
		AHORRO	**600 kWh**

Cálculo de Ahorro normalizado con M&V			
Tecnología empleada	**Potencia instalada**	**Horas de uso en período**	**Energía consumida en período**
Lámparas incandescentes	1,000 W	2,000 h	2,000 kWh
Lámparas de bajo consumo	200 W	2,000 h	400 kWh
		AHORRO	**1,600 kWh**

Ajustes Rutinarios y No Rutinarios

En el Periodo Demostrativo de Ahorro deben de tenerse en cuenta los ajustes rutinarios y no rutinarios, definidos como:

- **Ajustes rutinarios:** son los debidos a parámetros que influyen en la energía y que pueden variar durante el periodo demostrativo de ahorro (condiciones climatológicas, nivel de producción, etc.). Este tipo de ajuste puede realizarse añadiendo algún valor constante o añadiendo incluso un sistema de ecuaciones no lineales de múltiples variables, en las que cada una relacione el consumo de energía con alguna de estas *variables independientes*, que es como se denomina este tipo de parámetros variables en el tiempo.
- **Ajustes no rutinarios:** son debidos a parámetros que influyen en la energía y cuya variación en el tiempo no está prevista (tamaño de la instalación, turnos de trabajo, etc.). Los cambios de estas *variables estáticas* deben monitorizarse durante todo el periodo demostrativo de ahorro.

La complejidad de los ajustes depende de factores como: la necesidad de precisión, el límite de medida (número de equipos involucrados), presupuesto, etc.

Deben tenerse en cuenta además las posibles variaciones de consumo provocadas indirectamente por las medidas de ahorro, lo que se conoce como ***efecto cruzado*.**

Por tanto, la ecuación fundamental del Protocolo, teniendo en cuenta los ajustes, puede expresarse como:

Ahorro energía = (E. Periodo Referencia – E. Periodo Demostrativo Ahorro) ±

Aj. rutinarios ± Aj. No Rutinarios

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

Límite de Medida

El protocolo IPMVP establece dos límites de medida:

⇒ Verificación aislada de la medida (Opciones A y B del Protocolo): únicamente se mide el efecto de la mejora. Las opciones A y B se basan en este tipo de verificación, caracterizada además por:
- Los ahorros no se ven afectados por los cambios más allá del límite de medida.
- Normalmente es necesaria la instalación de un nuevo equipo de medida.
- Los ajustes pueden ser simples.
- Bajo coste.

⇒ Verificación de toda la instalación (Opciones C y D): se mide toda la instalación. Es una opción que se caracteriza por:
- Medida de los efectos de la medida y de otros efectos cruzados (intencionados o no).
- Los ajustes pueden ser complejos.
- Mayor coste de medida.
- Pueden emplearse los contadores de la compañía eléctrica para la medición de los consumos.

Plan de Medida y Verificación

El Protocolo establece una metodología para la elaboración y diseño de los Planes de M&V basada en los siguientes pasos:

1) Concretar método necesario de Medida y Verificación para determinar si debe ser de toda la instalación o, por el contrario, hay que centrarse en una medida de ahorro concreta y hacer una verificación aislada (límite de medida).

2) Seleccionar la opción del IPMVP más adecuada en función de las necesidades del cliente y decidir las condiciones que se tendrán en cuenta para los ajustes del consumo en el periodo demostrativo de ahorro, además de tener en cuenta su duración. Para ello es conveniente llevar a cabo una auditoría energética que precise todos los datos del periodo de referencia, como la energía consumida, las variables independientes o las variables estáticas.

3) Registrar los consumos y operaciones del periodo de referencia y preparar un Plan de Medida y Verificación que contenga los datos de los pasos anteriores para definir los pasos siguientes.

4) Diseñar y calibrar y efectuar la puesta en servicio de cualquier equipo de medida que sea necesario y, una vez instalados, comprobar que se adaptan al propósito de las MEEs diseñadas.

5) Recopilar los consumos y operaciones definidas anteriormente del periodo demostrativo de ahorro y calcular el ahorro en términos de energía y monetarios para elaborar el informe demostrativo de ahorro.

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

Así, el contenido de un Plan de Medida y Verificación es:

- Objetivo de la MEE: descripción de la medida, su objetivo, el procedimiento de puesta en marcha, etc.
- Opción del Protocolo seleccionada y límite de medida.
- Periodo de referencia: documentar las condiciones del periodo de referencia y los datos energéticos del límite de medida.
- Periodo demostrativo de ahorro.
- Base para el ajuste: condiciones de ajuste consideradas.
- Procedimiento de análisis: justificación de cálculos, algoritmos empleados y suposiciones de cada informe de ahorro.
- Precios de la energía: indicación de los precios de la energía que se utilizarán para evaluar el ahorro y la forma de ajuste ante variaciones futuras de los precios.
- Especificaciones de la medida: puntos de medida y periodos de toma de lecturas si la medición no es continua.
- Responsabilidades de monitorización: asignar las responsabilidades de elaboración de los informes y registros de consumos, las variables independientes y estáticas, dentro del límite de medida durante el periodo demostrativo de ahorro.
- Precisión esperada: evaluar la precisión esperada de la medida, toma de datos, muestreo y análisis de los datos.
- Presupuesto: definir el presupuesto y los recursos necesarios para determinar el ahorro.
- Formato del informe: definir el formato y contenido de los informes demostrativos de ahorros.
- Calidad: especificar los procedimientos para garantizar la calidad.

5.4.3. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA (ISO 50001)

Una **norma de gestión energética** es una herramienta que permite fomentar la eficiencia energética, ideada para conducir al ahorro energético y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero de una organización. La norma que regula la implementación de un Sistema de Gestión Energética en la actualidad es la norma internacional **ISO 50001,** que establece los **requisitos mínimos** para implantar un **Sistema de Gestión Energética** (en adelante SGE) en cualquier organización.

Un SGE permite dotar a una organización de un conjunto de prácticas que persiguen el consumo mínimo de energía, lo que ofrece las siguientes ventajas:

- *Fomenta el ahorro de energía y mejora la eficiencia energética de los procesos.*
- *Reduce los costos y, por tanto, mejora la competitividad.*
- *Reduce la emisión de gases causantes del efecto invernadero.*
- *Fomenta la innovación tecnológica.*

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

- *Propicia el aprovechamiento de las energías renovables o energías excedentes propias o de terceros.*
- *Dota de una mejora continua gracias a la integración con otros sistemas de gestión de calidad y ambientales.*
- *Mejora la imagen y permite diferenciarse en el sector.*

Se indican a continuación las fases en las que se desarrollaría la implementación de un SGE:

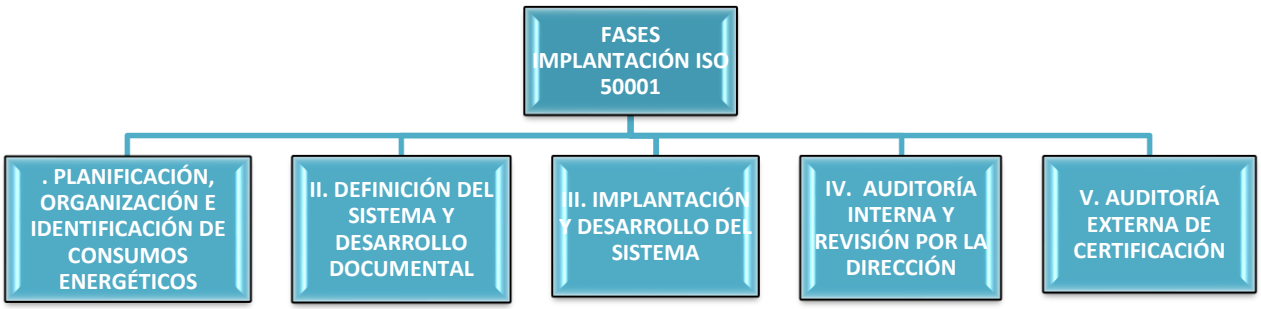


Figura 2. Fases de implementación de un SGE.

FASE I. *PLANIFICACIÓN, ORGANIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS*

El paso inicial para implantar un Sistema de Gestión consiste en revisar los Sistemas de Gestión ya implantados, para su adaptación e integración conforme a los requisitos de la norma ISO 50001.

Para ello se establece un **cuadro de referencia** en el que se muestra la documentación perteneciente a cada sistema, su correspondencia con la norma ISO 50001 y las adaptaciones necesarias para dar cumplimiento a la norma.

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

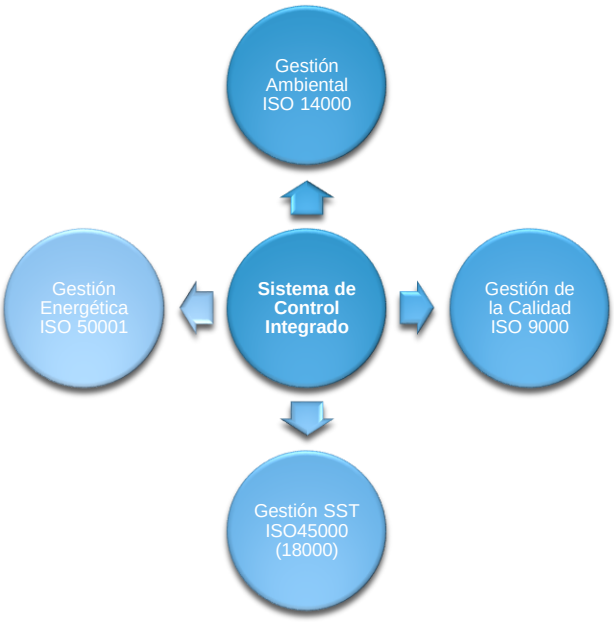
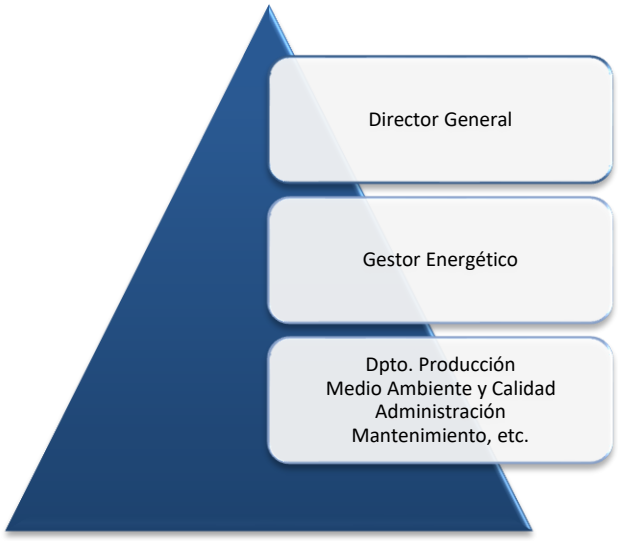


Figura 3. Integración de la Norma ISO 50001 con las ISO 14000 y 9000.

- **Recursos, Funciones, Responsabilidad y Autoridad**

Se establece la estructura de responsabilidades y funciones relacionadas con el SGE, identificando los miembros y departamentos encargados de establecer, implementar, mantener y mejorar el Sistema.



- **Evaluación de los Aspectos Energéticos**

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

Los **aspectos energéticos** son aquellos elementos o áreas de consumo energético significativo que presentan un mayor potencial de ahorro energético, y cuya valoración es necesaria para determinar posibles puntos de mejora de eficiencia y de optimización energética de la industria.

Se indica, en relación a los aspectos energéticos significativos, las personas involucradas, las oportunidades de mejora detectadas y las fuentes de energía utilizadas.

- **Nivel de significancia**

Con el Nivel de Significancia se pretende representar en una escala medible cada uno de los aspectos detectados en la fase anterior. De este modo se podrá establecer una comparativa para determinar su importancia y sobre cuál de ellos es más urgente actuar. En esta escala también se representan los niveles normales o esperados de cada uno de los aspectos, además de los máximos indicados por la normativa vigente.

Así, en la evaluación de cada aspecto energético se incluye:

- *El consumo energético pasado y presente, así como los factores energéticos basados en la medición y otros datos.*
- *Identificación de áreas de consumo energético significativo, en particular, de cambios significativos en el uso de la energía en el último periodo.*
- *Una estimación del consumo energético esperado durante el siguiente periodo.*
- *La identificación de los miembros de la organización involucrados, cuyas acciones puedan conducir a cambios significativos en el consumo energético.*
- *La identificación y el establecimiento de prioridades de las oportunidades de mejora de la eficiencia energética.*

- **Requisitos legales y otros requisitos**

Se identifican los requisitos legales aplicables a cada aspecto energético a controlar, tales como:

- Requisitos del comercio de emisiones.
- Acuerdos con clientes.
- Directrices no reglamentarias.
- Acuerdos energéticos voluntarios.
- Requisitos de asociaciones comerciales.
- Requisitos corporativos.

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

FASE II. *DEFINICIÓN DEL SISTEMA Y DESARROLLO DOCUMENTAL*

Durante la implementación del SGE es necesario documentar toda la información asociada. Dentro de esta información también debe incluirse el alcance del Sistema de Gestión Energética y la descripción de sus elementos principales, así como su interacción entre sí.

Una estructura aproximada de la documentación sería:

1. Definir el objeto, alcance y las referencias del Sistema de Gestión Energética y su política.
2. Definir las responsabilidades que conlleva la implementación de este sistema y la metodología de trabajo que se implantará.
3. Añadir en los anexos los registros nombrados anteriormente.

Ejemplos de documentación:

- Declaraciones de la política energética, objetivos y metas.
- Información sobre aspectos energéticos significativos.
- Instrucciones de trabajo.
- Información del proceso.

FASE III*. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DEL SISTEMA*

- **Competencia, Formación y Toma de Conciencia**

La Dirección deberá identificar qué **formación** orientada al personal es la más adecuada en función de sus aspectos energéticos y su Sistema de Gestión Energética.

Será necesaria la implementación de una serie de **procedimientos de información y concienciación** a todos los trabajadores de la organización.

- **Comunicación**

En esta fase se definirá el tipo de comunicación (nivel interno y/o externo) y se diseñará el "Plan de Comunicación".

El plan de comunicación **interna** incluirá:

- Quién tiene la responsabilidad para la comunicación interna con respecto al sistema de gestión energética.
- Información pertinente sobre el establecimiento, la implementación y la operación del SGE.
- Los medios de comunicar la información (reuniones internas, seminarios, revistas, medios de difusión electrónicos…).

El plan de comunicación **externa** indicará:

- Quién tiene la responsabilidad para la comunicación externa con respecto al SGE.

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

- Los medios de comunicación de información.

➢ **Control de documentación**

La entidad debe asegurarse de que antes de emitir cualquiera de los documentos, estos hayan sido **aprobados, revisados y actualizados** (en su caso). Estos deberán estar disponibles en los puntos de uso y ser fácilmente **legibles e identificables**.

➢ **Control operacional**

En esta etapa se identificarán y planificarán todas aquellas operaciones que estén relacionadas de algún modo con los aspectos energéticos definidos. Para ello se **documentarán procedimientos** que controlen que en todo momento se está siguiendo la política, y que se está trabajando para conseguir alcanzar los objetivos y metas energéticas.

Cuando se decida adquirir equipos, materiales y servicios que puedan generar algún impacto en el uso de la energía, se deberá seguir unos **criterios de selección** que serán diseñados en base a la política energética establecida.

➢ **Evaluación del cumplimiento legal**

Deberá evaluarse de manera periódica el cumplimiento de los requisitos legales impuestos en la Norma, por lo que se definirá la metodología para su seguimiento.

➢ **Objetivos**

Se plantearán los **objetivos de ahorro energético sobre los aspectos energéticos significativos**, lo que permitirá aprovechar los recursos de manera racionalizada, orientándose a la obtención de mejores resultados de eficiencia energética con los recursos disponibles.

Estos objetivos y metas definidos deberán ser **medibles**, con el objetivo de poder verificar las mejoras alcanzadas en años posteriores, y además deberán tener en cuenta la política energética establecida por la Organización.

En esta fase se determinarán **indicadores de desempeño energético** para facilitar el seguimiento de objetivos.

➢ **Seguimiento y medición**

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

El seguimiento y la medición suponen la **comparación del consumo energético real y el esperado.** Para ello se tendrán en cuenta los indicadores energéticos propuestos (EPI, Energy Performance Indicators), como kWh/ud producción, kWh/m^2, etc.

Se implantará un **Plan de Medición** que incluya:

- *Cómo se mide y registra el consumo energético y los aspectos energéticos.*
- *El alcance del seguimiento, incluyendo la frecuencia de las mediciones, el calibrado y el mantenimiento del equipo de medida.*
- *Funciones y responsabilidades del personal pertinente.*
- *Metodología de estimación del consumo energético esperado en relación con los factores energéticos.*

➢ **No conformidades, acción correctiva y acción preventiva**

Se establecerán procedimientos para tratar las **no conformidades**, tanto reales como potenciales, y para tomar acciones correctivas y preventivas.

➢ **Control de los registros**

Habrá de establecerse un sistema de control de la documentación, asegurándose de contar con todos los registros necesarios para poder demostrar en un momento dado que se cumplen los requisitos de su Sistema de Gestión Energética y de la Norma, y que se está velando por alcanzar los objetivos y metas fijados.

Algunos de estos registros pueden ser:

- *Registros de las auditorías energéticas y sus correspondientes revisiones.*
- *Registros de no conformidades y acciones correctivas y preventivas.*
- *Registros de legislación.*
- *Registros de formación impartida a los trabajadores.*

***FASE IV**. AUDITORÍA INTERNA Y REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN*

➢ **Auditoría interna del SGE**

Previamente a la certificación ha de realizarse una **auditoría interna del de Gestión Energética,** para lo que puede contarse con una asesoría externa. En esta auditoría se evalúa el cumplimiento de los requisitos en vistas a obtener la certificación externa.

➢ **Revisión por la dirección**

La norma establece la necesidad de que la Dirección organice periódicamente una revisión del SGE.

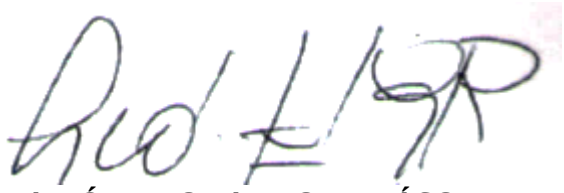
BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com

FASE V. *AUDITORÍA EXTERNA DE CERTIFICACIÓN*

La Organización realiza una auditoría externa por una entidad certificadora acreditada, lo que permitirá obtener el certificado ISO 50001:2011 del Sistema de Gestión Energética implementado.



MAURICIO TRUJILLO VELASQUEZ
INGENIERO ELECTRICISTA
MP CN205-40118



RAMÓN LEONARDO VELÁSQUEZ RINCÓN
Consultor,
CC 14.444.251 de Cali

BOGOTÁ D.C. Calle 156 No 92-71 Torre 1 Oficina 403 Celular 320-3459263
E-mail leonardovelasquez16.lv@gmail.com