



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA UN CENTRO DE  
DATOS Y MEDIDAS DE MEJORA PARA OPTIMIZAR EL INDICADOR DE CONSUMO  
ENERGÉTICO OPERATIVO EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**

**Grégory Miguel Concuan Motta**

Asesorado por el Ing. José Samuel Monterroso

Guatemala, septiembre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA UN CENTRO DE DATOS Y MEDIDAS DE MEJORA PARA OPTIMIZAR EL INDICADOR DE CONSUMO ENERGÉTICO OPERATIVO EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**GRÉGORIO MIGUEL CONCUAN MOTTA**  
ASESORADO POR EL ING. JOSÉ SAMUEL MONTERROSO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Rocio Carolina Medina Galindo
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Jerez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA UN CENTRO DE DATOS Y MEDIDAS DE MEJORA PARA OPTIMIZAR EL INDICADOR DE CONSUMO ENERGÉTICO OPERATIVO EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 16 de agosto de 2018.

**Grégory Miguel Concuan Motta**

Guatemala, mayo del 2019

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Urquizú:

Respetuosamente, le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado: **GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA UN CENTRO DE DATOS Y MEDIDAS DE MEJORA PARA OPTIMIZAR EL INDICADOR DE CONSUMO ENERGÉTICO OPERATIVO EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES** presentado por el estudiante **Grégory Miguel Concuan Motta** y después de haber realizado las correcciones pertinentes, considero que cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que, en mi opinión, dicho trabajo llena los requisitos necesarios para ser sometido a discusión en su Examen General Público y recomiendo su aprobación para el efecto.

Atentamente,

*José Samuel Monterroso Moscoso*  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO 10,167



Ing. José Samuel Monterroso

Ingeniero Industrial

Colegiado No. 10 167



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.084.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA UN CENTRO DE DATOS Y MEDIDAS DE MEJORA PARA OPTIMIZAR EL INDICADOR DE CONSUMO ENERGÉTICO OPERATIVO EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por el estudiante universitario **Grégory Miguel Concuán Motta**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2019.

/mgp



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.063.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA UN CENTRO DE DATOS Y MEDIDAS DE MEJORA PARA OPTIMIZAR EL INDICADOR DE CONSUMO ENERGÉTICO OPERATIVO EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por el estudiante universitario **Grégory Miguel Concuan Motta**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**



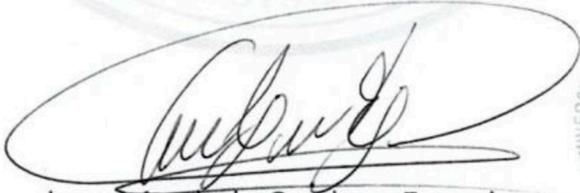
Guatemala, agosto de 2020.

/mgp

DTG. 221.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN PARA UN CENTRO DE DATOS Y MEDIDAS DE MEJORA PARA OPTIMIZAR EL INDICADOR DE CONSUMO ENERGÉTICO OPERATIVO EN UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES**, presentado por el estudiante universitario: **Grégory Miguel Concuan Motta**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, septiembre de 2020

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la inteligencia y los medios para culminar mi carrera.
- Mis padres** Aury Motta y Fredy Concuan, por darme las bases morales y materiales con las que pude desarrollar mis estudios.
- Mis hermanas** Jonathan y Susan Concuan Motta, por compartir los buenos y malos momentos de mi carrera.
- Mis mentores** Carlos Mazariegos y Darwin Coronado, por ser personas que estuvieron pendientes de mi persona.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Centro Universitario Ciudad vieja</b>	Por abrir sus puertas y resguardarme durante mi formación profesional e integral de mi vida.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mí casa de estudios y procurar otorgarme la mejor educación en mi rama.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme la mejor educación profesional y para la vida.
<b>Amigos de la facultad</b>	Compañeros de la Escuela de ingeniería Industrial y Mecánica, por todos los momentos compartidos y por su apoyo.
<b>Mi asesor</b>	Ing. José Samuel Monterroso, por su tiempo y sus consejos en el proceso de revisión, parte fundamental de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN .....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. La empresa.....	1
1.1.1. Ubicación .....	1
1.1.2. Misión .....	1
1.1.3. Visión.....	2
1.2. Historia de la empresa.....	2
1.2.1. Fundación.....	2
1.2.2. Situación actual .....	2
1.2.3. Organigrama empresarial .....	3
1.2.4. Descripción de áreas .....	4
1.3. Empresas de telecomunicaciones en Guatemala.....	4
1.4. Función de los centros de datos .....	4
1.5. Planeamiento en materia de energía.....	5
1.5.1. Energías utilizadas .....	5
1.5.2. Indicadores de consumos .....	5
1.6. Gestión energética.....	5
1.6.1. Eficiencia energética.....	6
1.6.2. Triángulo de la energía.....	7

1.6.3.	Sistemas de gestión energética .....	9
1.7.	Norma ISO 50 001.....	10
1.7.1.	Herramienta de gestión energética .....	10
1.7.2.	Diferencias entre la norma ISO 50 001 y las demás ISO .....	11
1.7.3.	Sistema de gestión energética propuesto por ISO 50 001 .....	11
1.7.4.	Requerimientos estructurales.....	11
1.7.5.	Requerimientos medulares.....	12
2.	SITUACIÓN ACTUAL .....	13
2.1.	Departamento de centro de datos .....	13
2.1.1.	Área administrativa.....	13
2.1.2.	Área productiva .....	13
2.2.	Equipos del área productiva del departamento centro de datos .....	14
2.2.1.	Equipos con consumo significativo.....	14
2.2.2.	Equipos complementarios al área .....	14
2.3.	Consumos energéticos.....	15
2.3.1.	Distribución de cargas energéticas .....	15
2.4.	Indicadores técnicos.....	23
2.4.1.	Indicadores energéticos .....	24
2.5.	Objetivos y metas.....	24
2.5.1.	Área productiva .....	24
2.5.2.	Área administrativa.....	24
3.	PROPUESTA PARA REALIZAR UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.....	27
3.1.	Requerimientos legales de la planificación energética .....	27

3.1.1.	Requerimientos legales .....	28
3.2.	Análisis de consumos energéticos.....	28
3.2.1.	Uso presente y pasado de energía.....	29
3.2.2.	Desempeño y variables .....	33
3.3.	Identificación de usos significativos de energía .....	47
3.3.1.	Herramientas de análisis .....	47
3.3.2.	Nuevos diagramas.....	48
3.4.	Apilamiento de consumos energéticos .....	52
3.4.1.	Históricos de consumos pasados .....	53
3.5.	Control de desempeño energético.....	54
3.5.1.	Indicadores energéticos.....	54
3.6.	Revisión de criterios actuales de adquisición de servicios, equipos y energía .....	55
3.6.1.	Productos.....	55
3.6.2.	Energía .....	56
3.6.3.	Equipos.....	58
3.7.	Bases para el seguimiento y medición.....	62
3.7.1.	Herramientas de seguimiento y la medición .....	62
3.7.2.	Variables relacionadas a los usos significativos energéticos .....	64
3.8.	Costos propuestos de energía.....	64
3.8.1.	Costos energéticos fijos.....	65
3.8.2.	Costos energéticos variables.....	67
3.8.3.	Oportunidades de mejora en costos .....	69
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	71
4.1.	Planificación energética .....	71
4.1.1.	Matriz de requerimientos legales .....	71
4.2.	Revisión energética .....	72

4.2.1.	Uso presente y futuro de la energía .....	73
4.2.2.	Desempeño energético .....	76
4.3.	Usos significativos de energía.....	78
4.3.1.	Apilamiento y significancia de los consumos.....	78
4.4.	Línea base energética .....	80
4.4.1.	Consumo actual .....	81
4.4.2.	Consumo futuro.....	83
4.5.	Indicadores de desempeño energético.....	85
4.5.1.	Propuesta de objetivos, metas y planes de acción .....	88
4.6.	Adquisición de servicios, equipos y energía.....	89
4.6.1.	Criterios de desempeño energético para productos.....	90
4.6.2.	Criterios de desempeño energético para energía ...	90
4.6.3.	Criterios de desempeño energético para equipos ...	91
4.7.	Propuesta de seguimiento y medición.....	92
4.7.1.	Herramientas y variables.....	92
4.8.	Proyecciones de reducción de costos operativos.....	96
5.	MEJORA CONTINUA .....	99
5.1.	Monitoreo .....	99
5.1.1.	Reuniones de evaluación .....	100
5.1.2.	Mesas redondas de equipos de trabajo .....	102
5.1.3.	Buzón de sugerencias.....	103
5.2.	Auditoría interna del sistema de gestión energética .....	104
5.2.1.	Capacitación del personal en auditorías internas de la ISO 50 001 .....	104
5.2.2.	Periodicidad de auditorías .....	105

CONCLUSIONES .....	107
RECOMENDACIONES.....	109
BIBLIOGRAFÍA.....	111
ANEXO .....	115



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama de la institución.....	3
2.	Pirámide energética .....	8
3.	Gráfica de la muestra del consumo semanal de la empresa.....	21
4.	Muestra del consumo energético de un día hábil .....	23
5.	Gráfica de consumo de energía del año 2017 .....	31
6.	Gráfica de consumo de energía del año 2018 .....	32
7.	Pantalla de información de suministro de aire acondicionado.....	34
8.	Forma de inducción de suministro de aire acondicionado.....	37
9.	Circulación de suministro de aire acondicionado .....	38
10.	Distribución de equipos de suministro de 15 toneladas #1 .....	39
11.	Distribución de equipos de suministro de 15 toneladas #2 .....	39
12.	Distribución de equipos de suministro de 6 toneladas .....	40
13.	Circulación de suministro en equipos de 6 toneladas, 1 .....	41
14.	Circulación de suministro en equipos de 6 toneladas, 2 .....	42
15.	Distribución de equipos en área transmisión.....	44
16.	Ineficiencias identificadas en área transmisión .....	45
17.	Inyección de suministro de aire acondicionado en área transmisión ...	46
18.	Diagrama de pai – distribución de cargas .....	49
19.	Consumo utilizado como referencia del año 2017 .....	51
20.	Consumo utilizado como referencia del año 2018 .....	51
21.	Apilamiento de consumos energéticos en un día ordinario .....	52
22.	Representación de los consumos energéticos en día ordinario .....	53
23.	Tabla de eficiencia en equipos de aire acondicionado EER y COP .....	60

24.	Tabla de eficiencia en equipos de aire acondicionado SEER y SCOP.....	61
25.	Regresión lineal para indicador energético de La Empresa.....	63
26.	Esquema para revisión energética.....	72
27.	Identificación de consumo significativo .....	74
28.	Diagrama de Pareto para consumos energéticos .....	79
29.	Apilamiento de consumos energéticos .....	80
30.	Línea base proyectada .....	81
31.	Consumo de un día típico .....	82
32.	Consumo mensual actual .....	83
33.	Consumo futuro de un día típico .....	84
34.	Consumo mensual futuro.....	84
35.	Criterio de adquisición de equipos para consumo significativo .....	92
36.	Equipo de medición local propuesto .....	94
37.	Comparativo de consumos reales y proyectados .....	96
38.	Bases de la gestión energética propuestas por ISO .....	99

## TABLAS

I.	Características técnicas de las luminarias instaladas.....	17
II.	Características técnicas de los suministros de aire acondicionado ...	19
III.	Listado de equipos de climatización .....	20
IV.	Días que corresponden a la muestra del consumo semanal .....	22
V.	Consumos de energía eléctrica durante los meses del año 2017 .....	30
VI.	Consumos de energía eléctrica durante los meses del año 2018 .....	31
VII.	Factor de utilización de suministros de aire acondicionado observados en pantalla.....	35
VIII.	Potencia total instalada de luminarias.....	36
IX.	Monitoreo de factor de utilización en área IP .....	43

X.	Porcentaje que representan las cargas del total de consumo energético.....	49
XI.	Áreas de la empresa seleccionadas como referencia para la regresión lineal.....	63
XII.	Demanda firme de la empresa .....	67
XIII.	Potencia contratada.....	67
XIV.	Costo energético mensual – año 2017.....	68
XV.	Costo energético mensual – año 2018.....	69
XVI.	Matriz de requerimientos legales .....	72
XVII.	Potencias actuales de los aires acondicionados según las áreas.....	74
XVIII.	Potencias proyectadas para los aires acondicionados.....	76
XIX.	Desempeño energético proyectado .....	77
XX.	Distribución de potencias en un día típico.....	78
XXI.	Análisis de diagrama de Pareto .....	79
XXII.	Análisis de consumo en área IP.....	86
XXIII.	Consumo futuro para área IP .....	87
XXIV.	Objetivos, metas y planes de acción para área IP .....	88
XXV.	Descripción de equipo de medición local propuesto .....	94
XXVI.	Comparativo de costos energéticos reales y estimados de energía eléctrica.....	97
XXVII.	Requerimientos medulares de la norma ISO 50 001 .....	100
XXVIII.	Agenda propuesta para reuniones de los requerimientos medulares para norma ISO 50 001 .....	101



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A/A</b>	Aire acondicionado
<b>AMM</b>	Administrador del Mercado Mayorista
<b>COP</b>	<i>Coefficient of performance</i>
<b>\$</b>	Dólares
<b>+/-</b>	Error
<b>EER</b>	<i>Energy efficiency ratio</i>
<b>IDEn o IDEns</b>	Indicador de desempeño energético
<b>kW</b>	Kilowatts
<b>kWh</b>	Kilowatts hora
<b>MM</b>	Mercado mayorista
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>%</b>	Porcentaje
<b>R<sup>2</sup></b>	R al cuadrado
<b>SCOP</b>	<i>Seasonal coefficient of performance</i>
<b>SEER</b>	<i>Seasonal energy efficiency ratio</i>
<b>SGEn o IGENs</b>	Sistema de gestión energética
<b>BTU</b>	Unidad de medida del calor, por sus siglas en inglés, ( <i>british thermal unit</i> )



## GLOSARIO

<b>Mejora continua</b>	Proceso recurrente resultando una mejora en el desempeño energético.
<b>Potencia</b>	Cantidad de energía eléctrica absorbida en un determinado instante de tiempo.
<b>Energía</b>	Electricidad, combustibles, calor, entre otros. o la potencia multiplicada por el tiempo.
<b>Línea base energética</b>	Referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético.
<b>Consumo de energía</b>	Cantidad de energía utilizada.
<b>Eficiencia energética</b>	Relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de viene o de energía y la entrada de energía.
<b>Sistema de gestión energética</b>	Conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

<b>Desempeño energético</b>	Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.
<b>Indicadores de desempeño</b>	Valor cuantitativo del desempeño energético definidos por la organización.
<b>Revisión energética</b>	Determinación del desempeño energético de la organización basada en datos y otro tipo de información.
<b>Servicios energéticos</b>	Actividades y sus resultados relacionados con el suministro y uso de la energía.
<b>Uso de la energía</b>	Forma o tipo de aplicación de la energía.
<b>Auditoría interna</b>	Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia y evaluarla de manera objetiva con el fin de determinar el grado en que se cumplen los requisitos.
<b>No conformidad</b>	Incumplimiento en un requisito de alguna normativa o de un objetivo en materia energética.
<b>Usos significativos</b>	Uso de la energía que representa un consumo sustancial y ofrece una potencia considerable para la mejora en el desempeño energético.

**R al cuadrado**

Representa la proporción de la varianza para una variable dependiente que se explica por una variable independiente o variables en un modelo de regresión.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objeto la descripción y el análisis del desempeño energético en la climatización de un centro de datos. El sistema lógico de análisis utilizado fue el de la norma ISO 50 001 y sus requerimientos medulares. Esto dentro de una empresa que se dedica al servicio de la telecomunicación.

Utilizando la metodología de las normas ISO, se proponen unos pasos ordenados para desarrollar una planificación en materia energética; se hace un diseño y se proponen criterios de adquisición de servicios, verificar los avances presentes y futuros en la eficiencia de los consumos, plantear una mejora continua que se acomode a los requisitos medulares de la norma. Todos estos procedimientos representan la base donde se fundamenta un sistema de gestión energética el cual busca aunar y sistematizar esfuerzos de la empresa.

En la planificación se investigan todos los requisitos legales que pueden afectar a la empresa. Se concreta una revisión energética para comprender el uso y consumo de energía; se define una línea base que sirva de referencia para el análisis presente y futuro del consumo energético.

Establecer indicadores con los que se puedan definir objetivos, metas y un plan de acción que ayude a ser más eficientes, son parte de los pasos a seguir para buscar un desempeño energético positivo.

La norma ISO 50 001 es toda la estructura de gestión que envuelve a la eficiencia energética. Esta promueve internamente en la organización, las

competencias, la formación y la toma de conciencia de los usos energéticos. Documentar, comunicar, realizar auditorías, identificar no conformidades; tomar acciones preventivas y correctivas son el resultado de este proceso de mejora.

# OBJETIVOS

## General

Proponer una gestión energética en el sistema de climatización de un centro de datos y medidas de mejora para optimizar el indicador de consumo energético operativo en una empresa de telecomunicaciones.

## Específicos

1. Identificar y evaluar el cumplimiento de requisitos legales en una matriz que indague en las políticas de la empresa e instituciones gubernamentales.
2. Realizar un levantamiento de equipos para el análisis de uso y consumo de energía, que tome en cuenta los equipos con una potencia mayor a 2 kW.
3. Identificar los consumos energéticos significativos que representen más del 25 % de total de la energía utilizada.
4. Establecer el comportamiento energético graficando el consumo base y las potencias máximas y mínimas registradas en kW, acompañadas de la hora cuando se registraron los consumos para su análisis.

5. Determinar indicadores de consumos energéticos que ayuden al monitoreo y la medición del desempeño energético utilizando la regresión lineal como herramienta de verificación.
6. Determinar costos en dólares y ahorros energéticos en kWh que justifiquen el sistema de gestión energética.
7. Definir criterios para el mejoramiento continuo del desempeño energético en huso utilizando la metodología propuesta por la norma ISO 50001 como sistema referente.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se refiere a la propuesta de un sistema de gestión energética en un centro de datos de una empresa de telecomunicaciones. El consumo energético es uno de los costos más altos de la organización. Actualmente, no se cuenta con un control adecuado del consumo energético y de los equipos que se tienen funcionando constantemente en el área productiva. Un sistema de gestión energética logra un análisis integral de la situación actual de la empresa en los consumos energéticos. El estudio se realizará en el área de centro de datos, lugar donde se procesa la información de los servicios que ofrece la empresa de telecomunicaciones. La empresa de telecomunicaciones se dedica a la venta de servicios telefónicos móviles y residenciales.

Para el desarrollo del sistema de gestión energética se utilizarán los requerimientos medulares de la ISO 50 001. Las normas ISO son herramientas de estandarización que se pueden implementar en todo tipo de organización que esté orientada a la producción de bienes o servicios. La ISO 50 001 busca un enfoque sistemático en la mejora continua en la eficiencia, la seguridad, la utilización y el consumo energético de la organización. La norma ofrece los requerimientos estructurales y requerimientos medulares. Los requerimientos estructurales son todas las conformidades que necesita la organización para la acreditación de la norma ISO 50 001 y representan el apoyo de los requerimientos medulares. Los requerimientos medulares son la esencia de un sistema de gestión, estos permiten un análisis en el uso y consumo de energía y desempeño energético.

Las actividades de estudio se basarán en la metodología PDCA son *Plan-Do-Check-Act* o círculo de Deming; sus hitos principales planificar, hacer, verificar y actuar. En los requerimientos medulares se utilizan los hitos de planificar, hacer y verificar. La planificación se centrará en entender el comportamiento energético de la organización, se establecerán controles y objetivos enfocados a la eficiencia energética. El hito hacer buscará propuestas de procedimientos y procesos con el fin de controlar y mejorar continuamente.

En verificar se plantearán monitoreos y medición de los procesos, utilizando los controles y objetivos de la planificación. Recordar los requerimientos medulares en reuniones de evaluación y una buena comunicación interna de la empresa son indispensables para que el sistema de gestión se mantenga en el tiempo.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. La empresa**

Es una institución dedicada a los servicios de telecomunicaciones e internet.

### **1.1.1. Ubicación**

Geográficamente la empresa de telecomunicaciones está ubicado al norte de la capital; colinda con zona 6 y 17.

### **1.1.2. Misión**

La misión en una empresa es el por qué se desea realizar una actividad en concreto. Las características de la misión pueden ser: en qué momento se va a realizar el trabajo, por ejemplo, establecer un periodo de tiempo en años; describir la actividad económica a la que se dedica la empresa; indicar con quienes se comprometerán, los beneficiados de los productos o servicios; generar un punto de referencia que sirva como medida del éxito de la empresa. Estos aspectos darán un enfoque de que hace y que no hace la organización.

Por políticas de la empresa, no se puede utilizar su misión para el presente trabajo. Según la descripción de un colaborador, la misión de la empresa es brindar soluciones en telecomunicaciones con altos estándares de calidad, logrando el liderazgo en el mercado, altos estándares de responsabilidad en la gestión ambiental y social; comprometiendo sus esfuerzos con los clientes, los empleados, los accionistas, los proveedores y los aliados estratégicos.

### **1.1.3. Visión**

La visión describe como se proyecta la empresa a futuro. En esta se describen los planes, el mercado y la aceptación de la empresa. Puede incluirse cómo sus productos pueden cambiar al consumidor de forma positiva.

Por políticas de la empresa, no se puede utilizar la visión para el presente trabajo. Según la descripción de un colaborador, la visión de la empresa es ser líder en telecomunicaciones con preferida en el mercado y un modelo en el sector empresarial.

## **1.2. Historia de la empresa**

Conocer la historia de la empresa, ayuda a entender como el desarrollo que ha sufrido en el tiempo y su importancia en el comercio de servicios de telecomunicación.

### **1.2.1. Fundación**

La empresa surge como iniciativa de emprendimiento entre inversionistas extranjeros y guatemaltecos. Lo que se deseaba en sus inicios era proveer de interconectividad a la población guatemalteca, acompañando a otras empresas en una sana competencia de servicios de telecomunicaciones.

### **1.2.2. Situación actual**

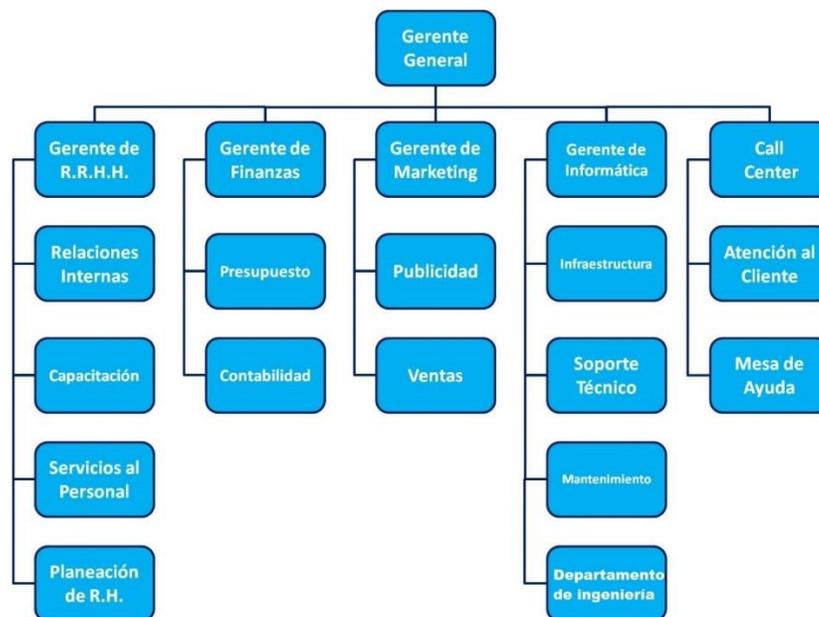
Actualmente la empresa es parte de una corporación multinacional. La estrategia de unificarse con una cadena de empresas dedicadas a los mismos servicios ha logrado un desarrollo sustancial en el crecimiento de la empresa en

Guatemala. Sus oportunidades de servicios y valor agregado los mantienen funcionando y creciendo hasta la fecha.

### 1.2.3. Organigrama empresarial

El organigrama de la empresa muestra la estructura organizacional con la que trabaja la empresa.

Figura 1. Organigrama de la institución



Fuente: elaboración propia.

Dentro de la institución existe una estructura organizacional basada en área. Estas áreas son dirigidas y controladas por un gerente quien está unificando esfuerzos con el resto de las áreas para orquestar correctamente la empresa.

#### **1.2.4. Descripción de áreas**

Dentro de la empresa existen áreas destinadas al funcionamiento de la organización. Cada área está dirigida por un gerente; las sub áreas que cubren todas las necesidades para el desarrollo óptimo de las actividades de la empresa.

A grandes rasgos, las gerencias se dedican a una función en concreto: la gerencia de R.R.H.H. vela por el talento y personal necesario dentro de la empresa; la gerencia de finanzas controla todo lo relacionado a lo monetario; la gerencia de *marketing*, destinada a la promoción de los servicios que prestan; la gerencia de informática, el funcionamiento de todos los servicios de telecomunicaciones; y *call center*, proporciona soporte a los usuarios.

#### **1.3. Empresas de telecomunicaciones en Guatemala**

En Guatemala funcionan muchas empresas de servicios de telecomunicación. Actualmente son tres las empresas que cubren la demanda de los servicios: Tigo, Claro y Movistar.

#### **1.4. Función de los centros de datos**

Los centros de datos son los espacios donde se concentra la infraestructura, la tecnología y las condiciones necesarias para el procesamiento y almacenamiento de toda la información que se genera en los servicios de telecomunicaciones.

## **1.5. Planeamiento en materia de energía**

La identificación de las energías utilizadas en la empresa y los indicadores que generan para su control, son cruciales para el análisis del consumo energético. Sin estos referentes no podemos cimentar las bases donde hará referencia la propuesta de gestión energética.

### **1.5.1. Energías utilizadas**

La energía utilizada en la empresa de telecomunicaciones se limita exclusivamente a energía eléctrica.

### **1.5.2. Indicadores de consumos**

Actualmente, la empresa no cuenta con indicadores energéticos que les permita visualizar el comportamiento y consumo de energía. La ausencia de indicadores muestra un panorama de poca importancia en la investigación de sus operaciones. Cuando no se tienen datos cuantificados y bien orientados, se crea un espacio de incertidumbre y errores en los procedimientos a seguir de la empresa, tanto en la adquisición de equipos y en la toma de decisiones. Para lograr ser más eficientes en sus procesos, es necesario contar con un indicador que muestre la relación entre flujo de datos y consumo de energía.

## **1.6. Gestión energética**

La gestión energética abarca todo un proceso sistematizado de actividades, que ayudan en la búsqueda de optimizar los consumos energéticos. En la norma ISO 50 001, indica que los sistemas de gestión permiten controlar distintas facetas de una empresa, como la calidad, los servicios, los impactos ambientales,

la responsabilidad social o la innovación. Se enfocará en los consumos energéticos, orientando la gestión en la optimización en el uso de la energía buscando un uso racional y eficiente sin disminuir la productividad.

### **1.6.1. Eficiencia energética**

Actualmente, cuando se habla de eficiencia energética se piensa en el cambio de equipos, siendo esta idea un poco errónea y la actividad menos importante en el proceso de mejora. Para una mejor concepción de este tema, se definirá y desarrollará su concepto.

- **Definición**

Según la norma ISO 50,001, de la cual se hablará más adelante, la definición de eficiencia energética es: “proporción u otra relación cuantitativa entre un desempeño, los resultados de servicios, las salidas de bienes o energía y las entradas de energía.”<sup>1</sup>

- **Importancia en los procesos productivos**

En la industria, la eficiencia es una opción y no una realidad, por lo que sus procesos productivos no cuentan con un análisis adecuado en relación con la energía consumida y el producto final. Seguir paso a paso los consumos energéticos en las diferentes fases de la cadena productiva ayudará a ver las fugas de consumo. Al controlar las fugas y cuantificar sus pérdidas, es necesario

---

<sup>1</sup> DE LAIRE PEIRANO, Michel. *Gestión de la energía e ISO 50001*. [http://www.duoc.cl/sustentable/pdf/AChEE\\_MichelDeLaire.pdf](http://www.duoc.cl/sustentable/pdf/AChEE_MichelDeLaire.pdf).

realizar medidas de mejora en estas áreas, esto da como resultado ahorros energéticos y económicos para la empresa.

Una definición que explica la eficiencia en los procesos productivos y abarca resultados y recursos puede ser: la eficiencia en el ámbito de la energía se refiere a la relación entre los resultados obtenidos y los recursos, en este caso energéticos, utilizados para su consecución.<sup>2</sup> Esta definición es parte de la ISO 50 001.

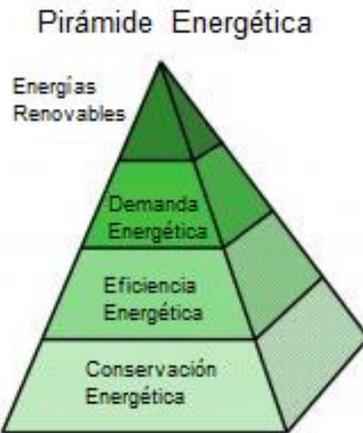
### **1.6.2. Triángulo de la energía**

Cuando se desea implementar proyectos de energía y se busca ser más eficientes, se debe tener muy en cuenta que el principio de mejora o la primera propuesta, no es el cambio de equipos, sino, ser conservadores de la energía. En la siguiente imagen se ejemplifica cuál es el primer paso a seguir según la pirámide de la energía.

---

<sup>2</sup> Energía y sociedad. *¿Qué es la eficiencia energética?*  
[http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-1-que-es-la-eficiencia-energetica/#\\_ftn1](http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-1-que-es-la-eficiencia-energetica/#_ftn1).

Figura 2. **Pirámide energética**



Fuente: Penn State. *Thinking of a green energy project? Expert urges conservation first.*  
<https://news.psu.edu/story/169254/2010/03/31/thinking-green-energy-project-expert-urges-conservation-first>. Consulta: 15 de mayo de 2018.

Se refiere a conservación de la energía cuando se evita consumos improductivos de equipos o maquinarias. Por ejemplo: apagar las luces de los lugares donde no se necesite iluminar o no dejar las computadoras encendidas cuando los colaboradores se ausentan de sus labores.

Cuando se logran evitar los desperdicios de consumos, se puede pasar a ser más eficientes, sustituyendo equipos que ya son obsoletos o de baja eficiencia. En este paso se deben priorizar los equipos que representan consumos significativos. Por ejemplo: una empresa donde los consumos energéticos significativos son el uso de motores, la oportunidad se encuentra en cambiar los motores menos eficientes.

La gestión de la demanda energética hace referencias a como se obtiene el suministro eléctrico y como se aprovechan las tarifas a nuestra conveniencia. Se pueden negociar las tarifas energéticas con nuestro comercializador de energía, para buscar tarifas bajas acompañadas de una planificación de consumo y producción en horas fuera de punta.

Por último, cuando se logra un buen uso de la energía, ser más eficientes en equipos y buenas tarifas de suministro eléctrico, se puede pasar a la compra de energías renovables. Por ejemplo, paneles solares.<sup>3</sup>

### **1.6.3. Sistemas de gestión energética**

En la actualidad, las herramientas reconocidas como sistema de gestión energética son: ISO 50 001, LEED, EDGE.

La ISO 50001 es una norma internacional voluntaria desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) para proporcionar a las organizaciones un marco internacionalmente reconocido para gestionar y mejorar su desempeño energético.<sup>4</sup>

LEED (liderazgo en diseño energético y ambiental) es el sistema de calificación para edificios verdes creado por el USGBC (Consejo de Edificios Verdes de Estados Unidos).<sup>5</sup> Este sistema de gestión se concentra solamente en edificios y no industrias.

---

<sup>3</sup> Penn State. *Thinking of a green energy project? Expert urges conservation first.* <https://news.psu.edu/story/169254/2010/03/31/thinking-green-energy-project-expert-urges-conservation-first>.

<sup>4</sup> Iniciativa Energía. *Norma ISO 50 001.* <http://www.iniciativaenergia.mx/eficiencia-energetica/norma-iso-50001>.

<sup>5</sup> Civita. *Edificios verdes.* <http://civita.com.mx/beneficios-requisitos-certificacion-leed/>.

EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*) es una certificación que se otorga a nuevas construcciones. Para optar a la certificación de esta norma, es necesario cumplir con: “un ahorro de mínimo de 20 % en energía, 20 % en agua y 20 % en energía incorporada en los materiales en el edificio. Esta evaluación sólo es aplicable para las construcciones nuevas de 5 tipologías: residencias, hospitales, hoteles, oficinas y comercios (*retail*).”<sup>6</sup>

- Nueva herramienta de gestión

La norma ISO 50 001 es la nueva herramienta de gestión energética para la industria. A diferencia de las demás normas de gestión energética, es la única que se puede adaptar a cualquier sistema donde se desee un control y mejora en el consumo de energía eléctrica y de combustibles.

## **1.7. Norma ISO 50 001**

La norma ISO 50 001 forma parte de la familia de las normas ISO. Estos son sistemas de gestión que ordenan distintos ámbitos de la empresa. “Se componen de estándares y guías relacionados con sistemas y herramientas específicas de gestión aplicables en cualquier tipo de organización.”<sup>7</sup>

### **1.7.1. Herramienta de gestión energética**

Desde el punto de vista de herramienta, la ISO 50 001 desempeña la función de control de la energía y su buen uso.

---

<sup>6</sup>Bioconstrucción y Energía Alternativa. *Certificación EDGE*.  
<https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>.

<sup>7</sup> ISOTools. *¿Qué son las normas ISO y cuáles son su finalidad?*  
<https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/>.

### **1.7.2. Diferencias entre la norma ISO 50 001 y las demás ISO**

La base de toda norma ISO es un sistema de gestión que permita a la empresa o institución controlar diferentes aspectos, que relacionen estándares internacionales y de mejora en sus actividades productivas. En la norma ISO 50 001 se utiliza el modelo PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar) que orientan los esfuerzos de la institución a la mejora continua. A diferencia de las demás normas ISO, la 50 001 contiene hitos donde se concentra toda la estructura del sistema de gestión energética y el resto son conformidades que se necesitan para la acreditación de la norma.

### **1.7.3. Sistema de gestión energética propuesto por ISO 50 001**

“La propuesta de ISO busca proveer una estructura de sistemas y procesos necesarios para la mejora del desempeño energético, incluyendo la eficiencia, uso y consumo de la energía. Al igual que otros estándares ISO, la norma de sistema de gestión de la energía se enmarca en el ciclo de mejoramiento continuo.”<sup>8</sup>

### **1.7.4. Requerimientos estructurales**

Los requerimientos estructurales son todos los hitos de la norma, que deben implementarse para cumplir con todas las conformidades y lograr la acreditación. Son muy importantes ya que con ellos se logra observar el desempeño energético, mas no son indispensables para la implementación de la gestión energética.

---

<sup>8</sup> DE LAIRE PEIRANO, Michel. *Gestión de la energía e ISO 50001*. [http://www.duoc.cl/sustentable/pdf/AChEE\\_MichelDeLaire.pdf](http://www.duoc.cl/sustentable/pdf/AChEE_MichelDeLaire.pdf).

### **1.7.5. Requerimientos medulares**

Según la agencia chilena de eficiencia energética en su documento de gestión de la energía ISO 50 001 los requerimientos medulares son los que convierten la gestión energética en un proceso sistemático y controlado. Sin estos requerimientos no se puede tener una gestión como tal ya que son la esencia del sistema.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Departamento de centro de datos**

El departamento de centro de datos es el lugar más importante de la empresa; aquí es donde se procesa toda la información que se genera en los servicios que presta la empresa de telecomunicaciones. Es tan importante que no se escatiman gastos para su funcionamiento; esto ha creado internamente un derroche de inversión y distribución de equipos con los que funciona muy bien, pero no eficientemente.

#### **2.1.1. Área administrativa**

El área administrativa se encarga del funcionamiento productivo y administrativo del departamento de centro de datos. El área administrativa funciona en un rango de horario de 7:00 a.m. a 6:00 p.m. de lunes a viernes, los días sábado de 7:00 a.m. hasta el mediodía. Aunque parezca insignificante saber el horario laboral del área administrativa, es muy importante saber sus periodos de funcionamiento y así identificar cuál es el consumo energético que representa para la empresa.

#### **2.1.2. Área productiva**

El área productiva se divide en dos ramas: los racks, que son los equipos de procesamiento de datos; y climatización, que comprende todos los equipos de aire acondicionado que permiten que los racks se encuentran a una temperatura de funcionamiento requerida por el fabricante.

En las áreas de producción el aire acondicionado es una prioridad y lo que nunca puede faltar. La climatización del área es crítica, ya que los equipos de datos pueden llegar a fallar si no se encuentran acondicionados a la temperatura de funcionamiento a la que fueron diseñados. Los equipos de datos generan una sensación térmica de calor; esto se debe gracias a los componentes electrónicos que procesan la información; esto hace necesario un suministro de aire climatizado de forma continua. La temperatura ambiente es insuficiente para ventilar todos los equipos que se encuentran en el centro de datos y evitar alguna falla, por lo que el suministro está por debajo de los 22 grados centígrados.

## **2.2. Equipos del área productiva del departamento centro de datos**

El departamento de centro de datos está conformado en su mayor parte por los equipos del área productiva que se resumen en racks y climatización.

### **2.2.1. Equipos con consumo significativo**

Los equipos que representan un consumo significativo son los que funcionan las 24 horas y 365 días del año; siendo estos son del área productiva.

### **2.2.2. Equipos complementarios al área**

Los equipos complementarios se pueden encontrar en el área administrativa. Los equipos que comprenden esta área son: iluminación, tomacorrientes con poca carga eléctrica, ventiladores, entre otros.

### **2.3. Consumos energéticos**

Para entender el consumo energético del centro de datos se realizó un recorrido identificando los equipos que representan consumos significativos. En este recorrido se identificó el uso, el consumo y la eficiencia en materia energética dentro del centro de datos. Esta fase forma parte de los requerimientos medulares de la ISO 50 001.

Se entiende como uso a todas las formas de energía que utilizan para su actividad productiva, en este caso solamente energía eléctrica. Según la Agencia Chilena de Energía Eléctrica en su guía de implementación de sistema de gestión de la energía basado en la ISO 50 001, el consumo representa a la cantidad de esa energía utilizada; la eficiencia es el desempeño de los equipos productivos, para esto se busca una relación entre el consumo y la capacidad instalada.

Se priorizó encontrar los consumos significativos y con oportunidades de mejora; el resto se obtendrá haciendo relaciones de cálculos entre los históricos de consumo proporcionados por la comercializadora de energía.

#### **2.3.1. Distribución de cargas energéticas**

En la revisión energética se realizó un levantamiento de equipos que ayudo a alimentar la distribución de cargas de la empresa. En el proceso de un seguimiento energético específico de las cargas, hay que dividir los consumos según algún criterio que tengan en común; esto ayuda a potenciar la oportunidad de mejora debido a que al optimizar un proceso pueda replicarse en los demás. Por ejemplo: si se comprueba una medida de mejora que es cambiar todas las luminarias de la institución, y estas se tienen condensadas en un grupo que su total represente un consumo considerable de energía; al implementar la

propuesta de mejora en todas las luminarias se tendrán ahorros que sustenten el cambio.

Para lograr agrupar los consumos se decidió dividirlo según su fin; por ejemplo: iluminación, climatización, equipo de tecnología de la información y área administrativa.

Al tener los grupos energéticos ya establecidos, se necesita llenarlo de información en términos energéticos, que nos proporcione una perspectiva de su consumo en términos de horarios y periodos de tiempo, cuantos kilowatts represente de la factura mensual, estimar potencia instalada y potencia utilizada, datos técnicos de placa de los equipos, entre otros, todo lo referente a su funcionamiento.

Si se diera el caso de que los equipos identificados son muy variados, o representan un consumo alto para la empresa, o por conveniencia para el estudio; los grupos pueden dividirse en subgrupos que ayuden al análisis y seguimiento del consumo energético.

- Iluminación

En iluminación se agruparon todas las luminarias de la empresa. Son 30 unidades de 4X32 fluorescentes y están instaladas en área administrativa, capacitación y áreas productivas. Al considerar su consumo total obtenemos una potencia instalada de 3,8 kW, siendo su consumo un tanto considerable para futuras medidas de mejora, por lámparas led, por ejemplo. El uso de las lámparas se da entre las 6:00 a.m. y 7:00 p.m.

Las características de las lámparas fueron las siguientes:

Tabla I. **Características técnicas de las luminarias instaladas**

Cantidad	Tipo de lámparas	Potencia individual (watts)	Potencia total (watts)
30	Fluorescentes 4x32 	128	3 840

Fuente: elaboración propia.

- Equipo de tecnología de información

En los equipos de tecnología de información, no se cuenta con un inventario detallado del consumo de cada uno de los equipos, esto dificulta el seguimiento de los consumos ya que son cientos de equipos instalados. Para la revisión energética, se tomó el criterio de que son demasiados equipos y muy variados en sus especificaciones técnicas; por lo que no se podía generalizar el consumo con solo tomar una muestra. El periodo de consumo energético de estos equipos es de 24 horas, los 365 días de año.

Los equipos de tecnología de información cada vez son más eficientes y actualmente la empresa está dedicando mucha inversión en reemplazar sus equipos viejos. Cuando se habla de la eficiencia de estos equipos se refiere a que el espacio que ocupan es hasta la décima parte de los equipos anteriores;

esto ha permitido soportar la creciente demanda de servicios y hacerlo en el mismo espacio utilizado con los equipos antiguos.

Para realizar el estimado del consumo energético de este grupo de cargas, se tomará como referencia el consumo energético nocturno, durante este periodo de tiempo solo están funcionando los equipos de climatización y los de tecnología de información. Al restar el consumo de climatización al total de energía utilizada en este periodo, se obtiene un dato referente al consumo del área de tecnología de la información.

- Climatización

Los equipos agrupados en climatización, en cantidad pueden ser pocos con respecto a otras áreas, pero su consumo representa la mayor carga energética de la empresa. Estos equipos están destinados a trabajar 24 horas los 365 días del año. Se hizo un monitoreo de los equipos de cómo es su funcionamiento y así estimar el consumo energético que representan.

La mayoría de los equipos están sobre dimensionados, esto se debe a futuras demandas de servicio y crecimiento de en el flujo de datos proyectadas por la empresa. Hay mucha redundancia de equipos, con el objetivo de cubrir cualquier emergencia en el sistema de climatización.

Los equipos de climatización se clasificaron según los BTU que proporcionan. “Un BTU mide la cantidad de calor que una unidad de aire acondicionado puede extraer de una habitación. A medida que la clasificación de BTU aumenta, también lo hacen el tamaño, el peso y el costo del aire

acondicionado.”<sup>9</sup> Para identificar los equipos, se les dio el nombre de las diferentes áreas donde se encuentran dentro del centro de datos. Con la ayuda de las placas de información de los equipos se estimó el consumo en kilowatts de consumo.

Tabla II. **Características técnicas de los suministros de aire acondicionado**

<b>Área</b>	<b>Equipos</b>	<b>Potencia total instalada (kW)</b>
Rectificadores	1 aire acondicionado de precisión de 15 toneladas	36,7922
Capacitación	2 aires acondicionados de 24 000 BTU	8,90
Corporativo	1 aire de 24 000 BTU	4,45
Nodo	2 aires de precisión de 6 toneladas	38,60
Laboratorio	2 aires acondicionados de 5 toneladas y 1 de 24 000 BTU	17,45
IP	2 aires acondicionados de 15 toneladas	73,58
MH	1 aire acondicionado de 15 toneladas	36,79
Conmutación	2 aires acondicionados de 10 toneladas	30,67
Transmisión	1 aire acondicionado de 15 toneladas	36,79

Fuente: elaboración propia.

---

<sup>9</sup> Samsung. *Aire acondicionado. ¿Qué es un BTU en un aire acondicionado y calcular el tamaño correcto?* <https://www.samsung.com/co/support/home-appliances/air-conditioning-what-is-btu-in-an-air-conditioning-and-how-to-calculate-the-correct-size/>.

Tabla III. Listado de equipos de climatización

Descripción de equipo	Imagen
Aires acondicionados de precisión de 10 y 15 toneladas, marca LIEBERT	
Aires acondicionados de 6 toneladas. Equipo de la línea LEONARDO de UNIFLAIR	
Los aires acondicionados de 24 000 BTU o 2 toneladas son para techo.	

Fuente: elaboración propia.

- Área administrativa

El área administrativa agrupa consumos pequeños como computadoras, cafeteras, cargadores, fotocopiadoras, impresoras, entre otros. En esta área se



Tabla IV. **Días que corresponden a la muestra del consumo semanal**

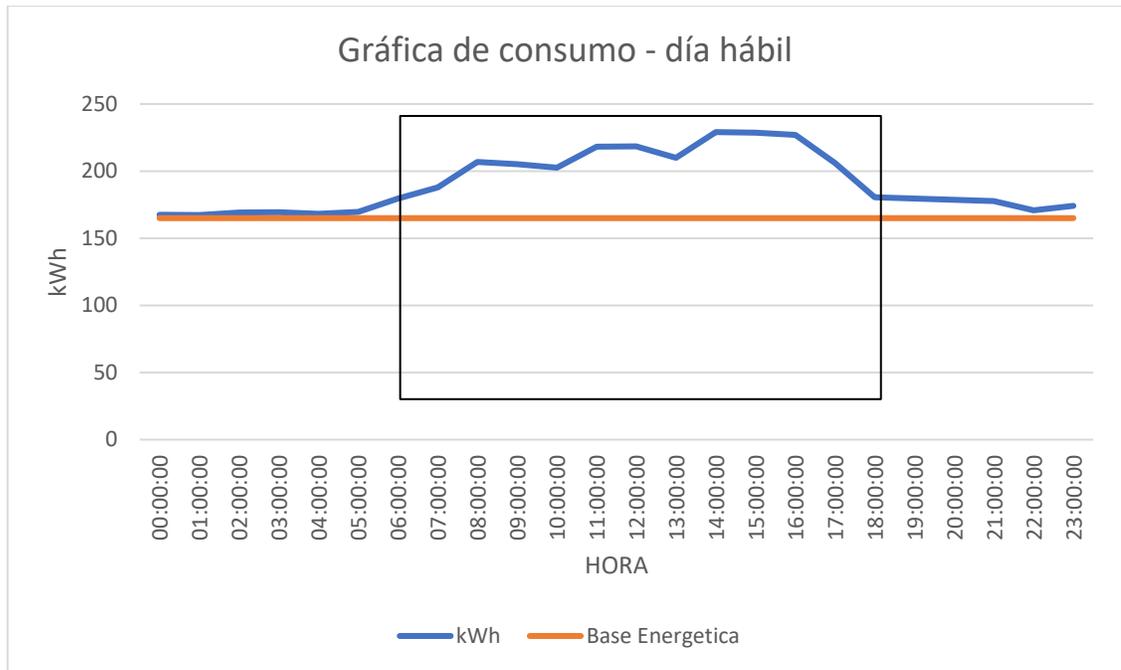
<b>Los días que corresponden a las fechas descritas en la gráfica de Consumo Semanal son los siguientes</b>	
<b>FECHA</b>	<b>DÍA</b>
09/01/2018	Sábado
09/02/2018	Domingo
09/03/2018	Lunes
09/04/2018	Martes
09/05/2018	Miércoles
09/06/2018	Jueves
09/07/2018	Viernes
09/08/2018	Sábado
09/09/2018	Domingo

Fuente: elaboración propia.

En la anterior gráfica se encuentra el consumo energético de los primeros 9 días de septiembre del 2018. Se observa el comportamiento del consumo energético diario del centro de datos, concretamente en los días hábiles de la semana que son de lunes a viernes, teniendo crestas que ascienden hasta los 238 kWh de energía.

Durante los días que no opera el área administrativa se tiene un consumo constante de 165 kW, reflejado en la línea roja, esta representa el área de producción. Este consumo se mantiene los días sábado y domingo. Se concluye que la energía del área administrativa se calcula restando los picos de potencia al consumo constante de 165 kW.

Figura 4. **Muestra del consumo energético de un día hábil**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica de consumo en día hábil, se observa que en el periodo de tiempo entre las 6:00 Y 18:00 horas, existe un aumento en el consumo. Esto se produce por el área administrativa y todo lo que conlleva su funcionamiento.

#### 2.4. Indicadores técnicos

Los indicadores técnicos de la empresa los maneja el departamento de ingeniería.

### **2.4.1. Indicadores energéticos**

Actualmente, el único indicador energético que operan es del consumo total de energía eléctrica mensual. El departamento de ingeniería que es el encargado de velar por la eficiencia de los equipos y sus características técnicas, no cuentan con indicadores donde relacionen alguna variable con el consumo energético. Esto provoca una total desinformación de lo productiva que es la empresa.

## **2.5. Objetivos y metas**

Los objetivos y metas en materia energética del departamento de ingeniería se centran en funcionar sin fallos durante todo el año.

### **2.5.1. Área productiva**

Los objetivos en materia energética en el área productiva se orientan a evitar cualquier interrupción eléctrica o falla interna de cualquier equipo. Metas en materia energética no las tienen definidas con claridad, solamente consumir menos energía. Esta separación entre los objetivos y las metas ha creado internamente gastos innecesarios debido a que no cuentan con un estudio energético que justifique y respalde la adquisición de equipos.

### **2.5.2. Área administrativa**

Los objetivos y metas del área administrativa en materia energética se orientan a las indicaciones de la alta gerencia, solicitando que sean más eficientes y que consuman menos energía para reducir el costo energético. Lastimosamente la inexperiencia y falta de capacitación en toda la cadena de la

adquisición, ha creado la fantasía que con nuevos equipos se tendrán menores consumos, llenando los espacios del centro de datos con equipos de sobra.



### **3. PROPUESTA PARA REALIZAR UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN**

#### **3.1. Requerimientos legales de la planificación energética**

Según la norma ISO 50 001 publicada por la oficina central de ISO la organización debe identificar, implementar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con su uso y consumo de la energía, y su eficiencia energética.

La identificación de requerimientos es necesaria para tener un panorama legal y normativo de políticas nacionales o internas. Las políticas nacionales son normativas que de no cumplirse u obviarse en el sistema de gestión, podrían tener sanciones negativas para la empresa, ya sean sanciones económicas o suspensión de actividades productivas.

Las políticas internas de la empresa podrían ser medidas de gestión implementadas anteriormente en relación al consumo energético, estas podrían ser adaptadas al sistema de gestión de la ISO 50 001 o eliminarlas para no interferir en actividades propuestas por la ISO.

Esta actividad es de suma importancia para no ir contra corriente durante la implementación de los requerimientos medulares de la norma ISO y que la empresa cumpla con los estándares exigidos por la ley.

### **3.1.1. Requerimientos legales**

Actualmente, Guatemala no cuenta con normativas que regulen la eficiencia energética. En 2009 la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, CNEE, y el Banco Interamericano de desarrollo, BID, crean un convenio para contratar un estudio sobre programas de eficiencia energética, formas de financiamiento y los órganos necesarios para realizar una política energética a nivel nacional.<sup>10</sup> El resultado de este trabajo fue un proyecto de ley presentado en 2012 al Congreso de la República, el cual no tuvo seguimiento para su aprobación.

La Empresa de Telecomunicaciones no cuenta con una política interna o normas relacionadas con la eficiencia energética.

Al no tener ningún tipo de requerimientos legales internos y externos que se deban cumplir, se hará referencia exclusivamente a la norma ISO 50 001 como fuente de consulta.

### **3.2. Análisis de consumos energéticos**

La organización debe desarrollar, registrar y mantener una revisión energética. La metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética deben estar documentados. Para desarrollar la revisión energética, la organización debe:

a) analizar el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos, es decir:

- identificar las fuentes de energía actuales;
- evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Cnee. *Proyecto de ley de eficiencia energética. Ante – Proyecto de ley.* <http://www.cnee.gob.gt/eficienciaenergetica/Docs/Ante%20Proyecto%20Ley%20Eficiencia%20Energetica.pdf>.

<sup>11</sup> Secretaría Central de ISO. *Norma internacional ISO 50 001.* p. 7.

### **3.2.1. Uso presente y pasado de energía**

En la revisión energética se procede a identificar cuáles son las fuentes energéticas; estas podrían ser: fuentes de energía eléctrica, planta eléctrica o suministro de la red eléctrica nacional; fuentes de energía térmica, podrían ser renovables como la solar y geotérmica o combustibles fósiles.

En el caso del centro de datos el suministro eléctrico es la red eléctrica nacional y paralelo a la red se tiene un sistema de plantas eléctricas con redundancia. Las plantas eléctricas están exclusivamente para emergencias, por si se diera el caso que la red eléctrica nacional fallara; por esta razón, su consumo se descarta del análisis. Durante el estudio se debe realizar un análisis de consumos que representen importancia y evitar profundizar en actividades que no son eventuales o no representen un costo significativo para la empresa.

En la revisión energética se evalúan los consumos energéticos pasados y presentes. La importancia de saber y entender cómo es el consumo de la empresa, es observar variables que afectan el consumo energético; es normal que una empresa tenga consumos distintos cada mes, aunque tenga la misma actividad productiva durante todo el año.

Las variables que afectan el comportamiento de los consumos pueden ser externos e internos. Los externos representan todo lo que pasa fuera de la empresa y repercuten en los consumos energéticos, por ejemplo: si la actividad productiva está relacionada directamente al consumo de los clientes; una baja o aumento en el consumo energético en algún mes puede llegar a ser tendencia en el comportamiento del mercado. Las internas son todas las actividades que se realizan dentro de la institución que pueden ser relacionadas a la actividad productiva y administrativa que afectan al consumo energético. Por ejemplo,

cuando se tiene una mejora en la eficiencia del consumo, cambio de equipos o reducción del consumo energético.

Todo lo antes mencionado llevará a un análisis integral y objetivo de como se ha consumido y como se puede llegar a consumir; logra cuantificar adecuadamente las mejoras.

Para el análisis se tienen los históricos de consumo energético de la red eléctrica nacional, presentados en las gráficas siguientes. En las gráficas se tienen los consumos eléctricos en kilowatt hora (kWh) vs meses del año 2017 y parte del 18.

Tabla V. **Consumos de energía eléctrica durante los meses del año 2017**

<b>Consumo total de energía por mes 2017</b>	
<b>Mes</b>	<b>Consumo histórico de energía eléctrica (kWh)</b>
Enero	123 254
Febrero	116 374
Marzo	129 056
Abril	129 208
Mayo	138 047
Junio	130 285
Julio	133 379
Agosto	134 473
Septiembre	129 395
Octubre	133 139
Noviembre	124 947
Diciembre	128 678

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Gráfica de consumo de energía del año 2017**



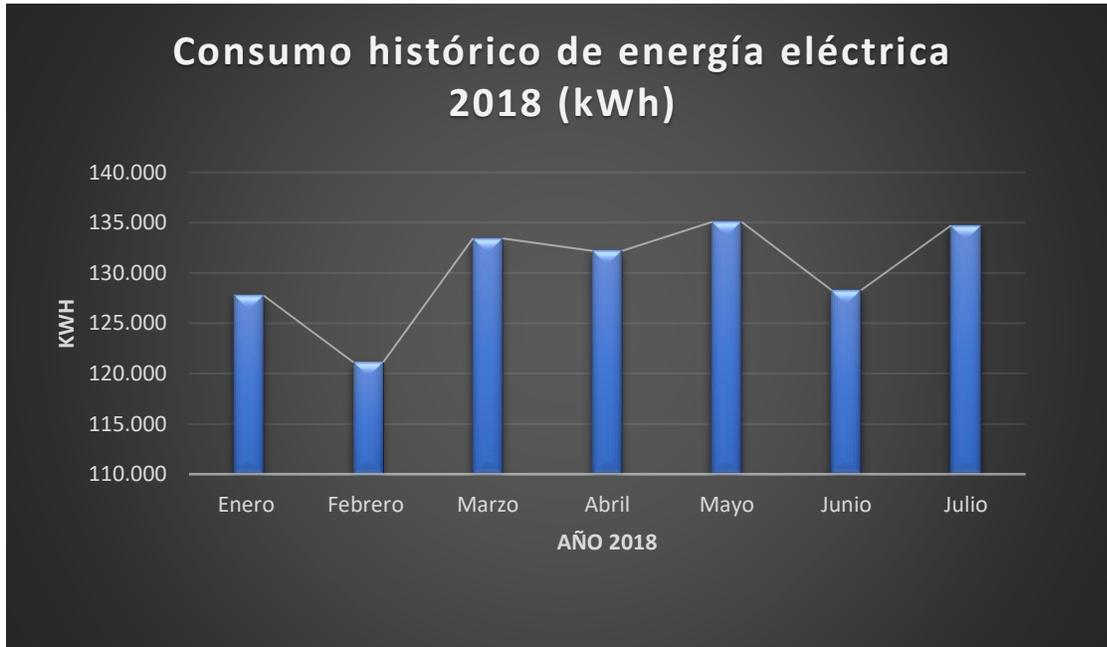
Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Consumos de energía eléctrica durante los meses del año 2018**

<b>Consumo total de energía por mes 2018</b>	
<b>Mes</b>	<b>Consumo histórico de energía eléctrica (kWh)</b>
Enero	127 753
Febrero	121 129
Marzo	133 435
Abril	132 205
Mayo	135 067
Junio	128 304
Julio	134 713

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Gráfica de consumo de energía del año 2018**



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en las gráficas, el consumo de la empresa es bastante constante. Durante el año tiene una tendencia lineal, con un promedio de 129 kWh con variantes cada mes de no más y no menos 15 kWh aproximadamente. Como se observa entre los meses de enero a julio, el comportamiento es idéntico en los años 2017 y 2018. Estos efectos son producidos por la planificación y gestión interna de la empresa, ya que sus actividades durante el año no cambian con respecto a los otros años; en la sección 3,4, apilamiento de consumos energéticos, se ampliará la explicación de cada consumo.

### 3.2.2. Desempeño y variables

b) basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, identificar las áreas de uso significativo de la energía, es decir:

— identificar otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía;

— determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía;<sup>12</sup>

La observación del desempeño se realizó durante el recorrido en las instalaciones de la empresa. Se hizo un levantamiento de equipos de los cuales se monitorearon su factor de utilización en las diferentes áreas donde se encontraban. Los equipos observados son los de climatización, con una amplia gama de marcas y capacidad para climatizar.

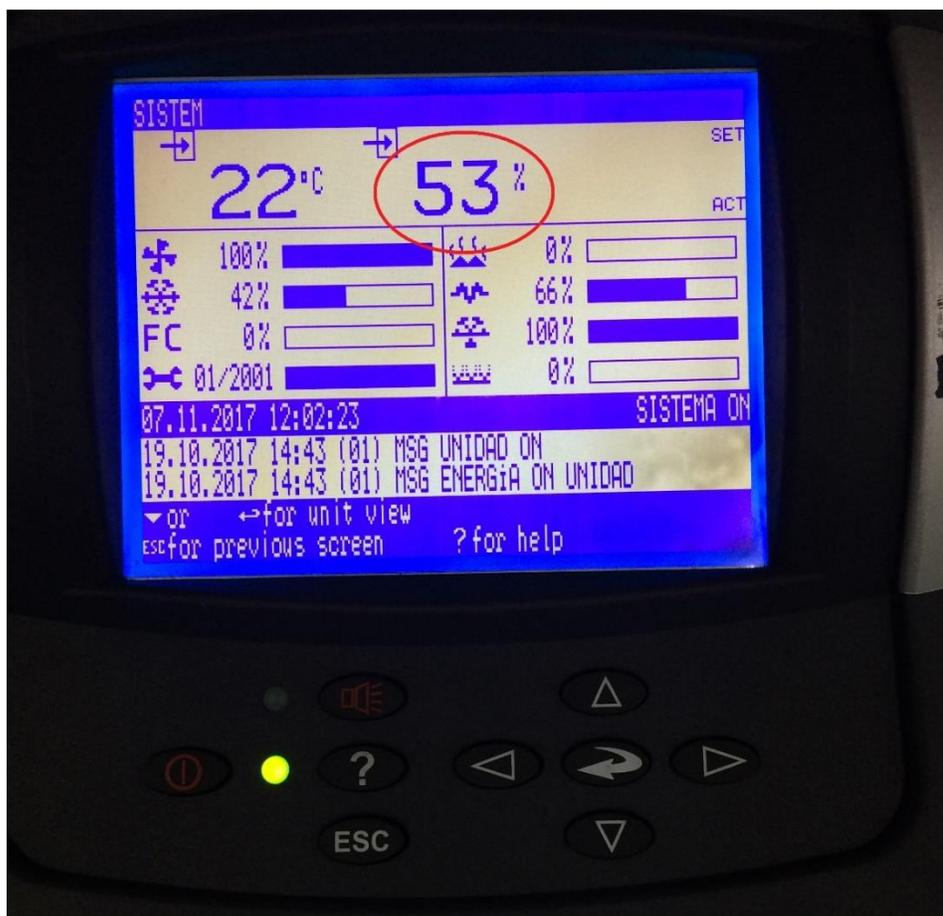
En los equipos monitoreados se encontró un factor de utilización el cual lo proporcionaba una pantalla instalada en el equipo. La unidad de medida utilizada para el factor era en porcentaje.

En la siguiente imagen se observa, encerrado en un círculo rojo, el factor de utilización.

---

<sup>12</sup> Secretaría Central de ISO. *Norma internacional ISO 50 001*. p. 7.

Figura 7. Pantalla de información de suministro de aire acondicionado



Fuente: elaboración propia.

En la imagen anterior se puede observar cómo el fabricante hace una relación de todas las funciones del equipo y refleja el porcentaje de utilización. Este porcentaje va variando según la climatización de las áreas.

Este factor de utilización es muy importante para el análisis de los consumos debido a que, si es muy bajo el factor, el equipo está sobredimensionado y el área donde se encuentra podría ser climatizada con

algún equipo de menor capacidad. Si fuera el caso de que el factor de utilización se encontrara por arriba del 95 % y no bajara en ningún momento, quizás se necesite de algún refuerzo, es decir, de otro equipo, en el área.

Durante la revisión energética, los equipos presentaron rangos en su factor de utilización que oscilaban según la capacidad instalada. En la siguiente tabla se observa como varía el rango en las diferentes áreas de estudio.

**Tabla VII. Factor de utilización de suministros de aire acondicionado observados en pantalla**

Área	Equipos	Rango factor de utilización (%)
Rectificadores	1 aire acondicionado de precisión de 15 toneladas	60 - 70
Capacitación	2 aires acondicionados de 24,000 BTU	75 - 80
Corporativo	1 aire de 24,000 BTU	80
Nodo	2 aires de precisión de 6 toneladas	65 - 70
Laboratorio	2 aires acondicionados de 5 toneladas y 1 de 24,000 BTU	80 – 85
IP	2 aires acondicionados de 15 toneladas	10 – 75
MH	1 aire acondicionado de 15 toneladas	75 – 80
Conmutación	2 aires acondicionados de 10 toneladas	70 – 75
Transmisión	1 aire acondicionado de 15 toneladas	50 – 60

Fuente: elaboración propia.

El factor de utilización es muy importante cuando se intenta analizar cómo se utiliza la energía, ya que proporciona una relación con la capacidad de climatización. Es decir, cuando el porcentaje que proporciona el equipo es bajo, significa que está sobredimensionado. Si el porcentaje es muy alto, hay que analizar si se instala un equipo de soporte para el área.

Adicional a los equipos de climatización, hay 30 luminarias que se utilizan regularmente durante el día. Otras cargas pueden ser computadoras, equipos de oficina, equipos de limpieza, entre otros, pero solo funcionan en las áreas administrativas.

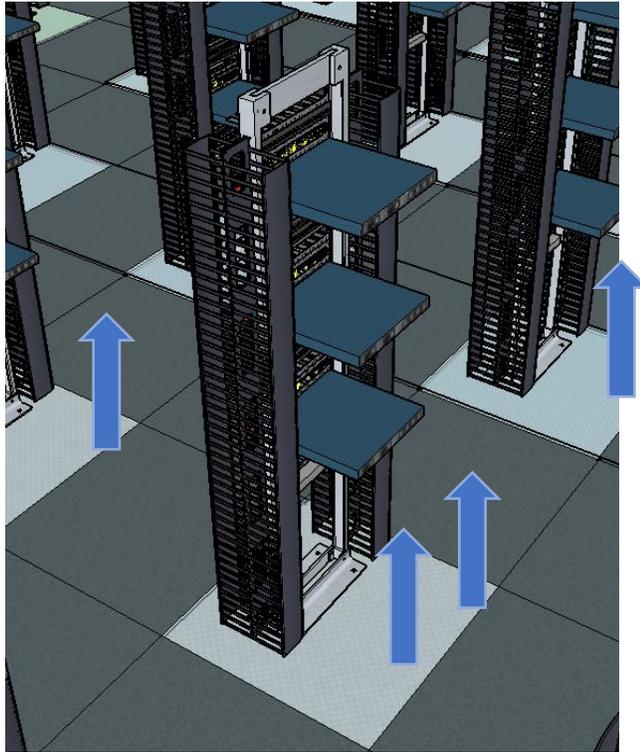
Tabla VIII. **Potencia total instalada de luminarias**

Cantidad	Tipo de lámparas	Potencia individual (watts)	Potencia total (watts)
30	Fluorescentes 4x32	128	3 840

Fuente: elaboración propia.

En todas las áreas productivas donde hay racks, con equipos de flujo de datos y equipos de climatización, se observó que la mayoría están climatizados con un suministro descendente. La técnica de suministro descendente es tener un doble piso; un fondo que se convierte en una recámara donde se envía todo el flujo de aire climatizado; el aire sale por rejillas que se encuentran debajo de los racks. Utilizando esta técnica se utiliza eficientemente el aire enfriado ya que es una forma de direccionar la climatización. Como se observa en la siguiente imagen, las flechas de color rojo indican la dirección del aire climatizado.

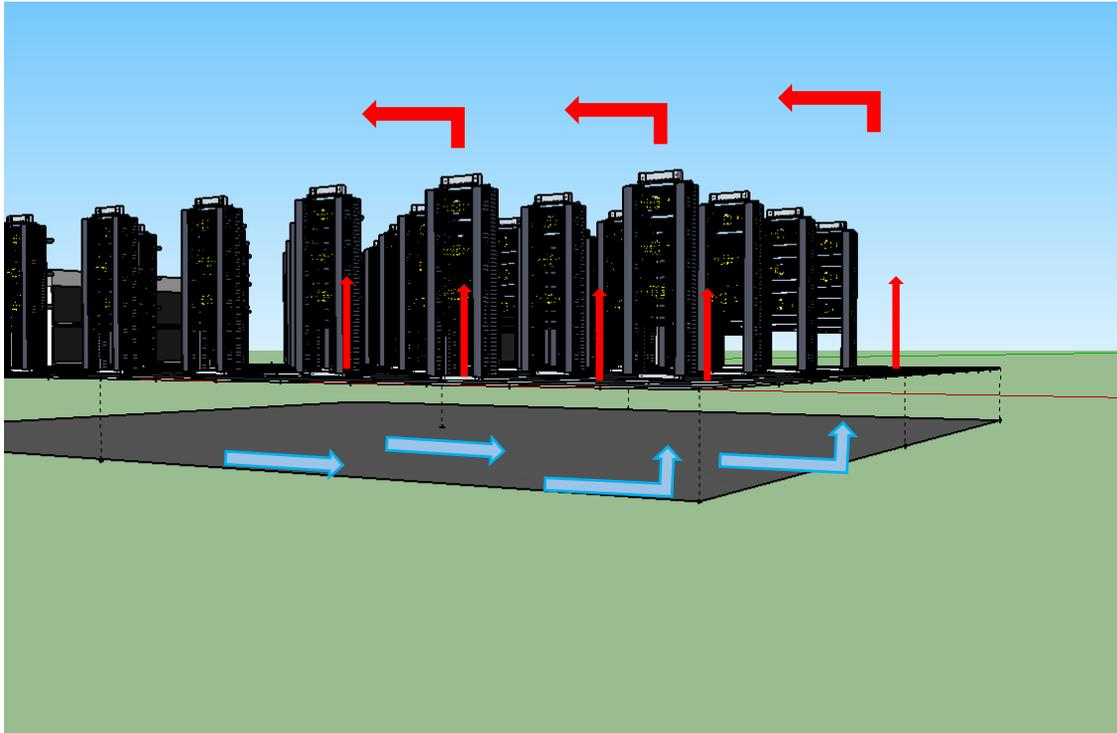
Figura 8. **Forma de inducción de suministro de aire acondicionado**



Fuente: elaboración propia, utilizando SketchUp Pro 2016.

La recámara donde se envía el flujo de aire climatizado se encuentra debajo de una estructura que simula ser el piso del área. Las flechas color celeste indican el aire climatizado que luego pasa por las rejillas de los racks, este aire climatiza los equipos y regresa a la unidad de enfriamiento. Esta técnica se observa en la siguiente imagen.

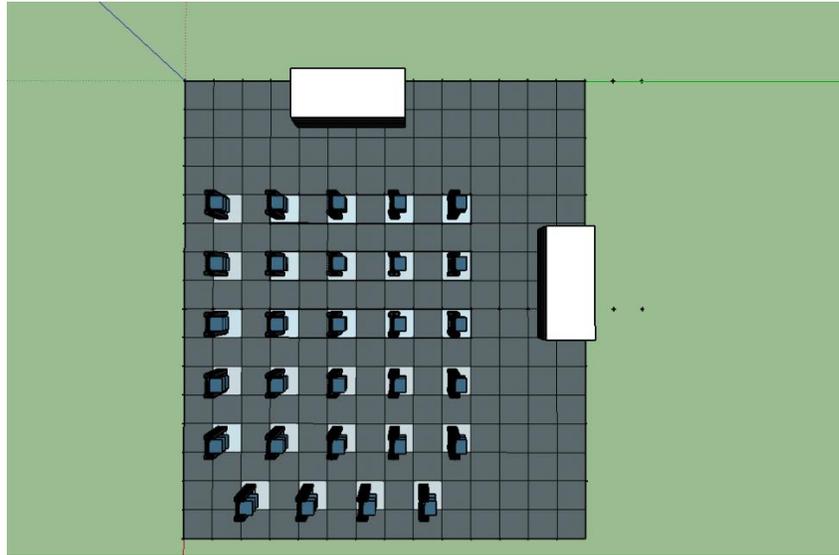
Figura 9. **Circulación de suministro de aire acondicionado**



Fuente: elaboración propia, utilizando SketchUp Pro 2016.

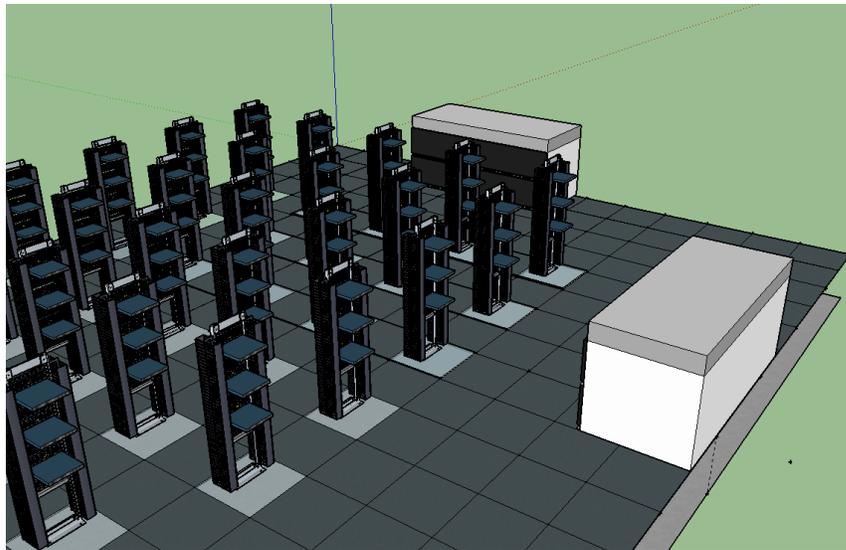
La mayoría de las áreas tiene la misma distribución de equipos. Estas eran dos unidades de suministro de aire enfriado y racks; con equipos de flujo de datos. Las unidades y los equipos estaban acomodados de la siguiente forma:

Figura 10. **Distribución de equipos de suministro de 15 toneladas #1**



Fuente: elaboración propia, utilizando SketchUp Pro 2016.

Figura 11. **Distribución de equipos de suministro de 15 toneladas #2**

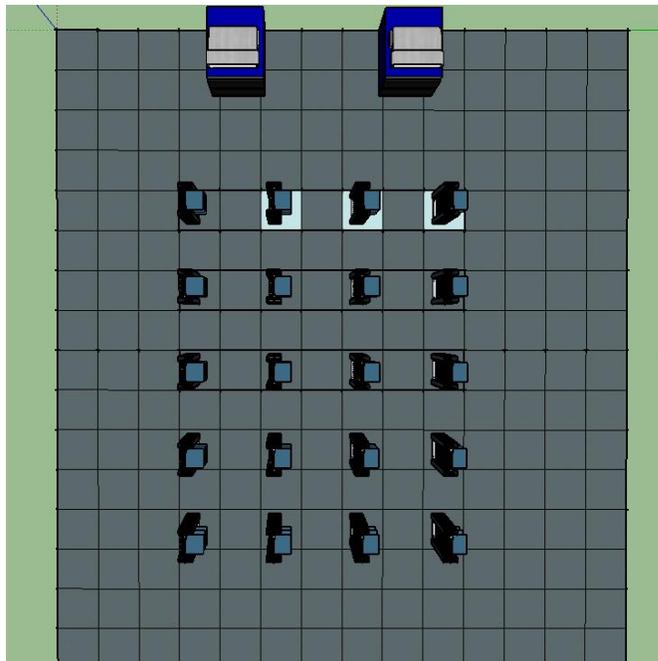


Fuente: elaboración propia, utilizando SketchUp Pro 2016.

Otra técnica utilizada en la empresa es la de suministro frontal superior y retorno frontal inferior. En esta técnica no se cuenta con una recámara que permita direccionar el aire, por lo que se enfría por completo toda el área donde están ubicados los equipos. Para este diseño se utilizan las unidades de enfriamiento de 6 toneladas.

La distribución de los equipos se hace en pasillo con respecto a las unidades de enfriamiento, como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 12. **Distribución de equipos de suministro de 6 toneladas**

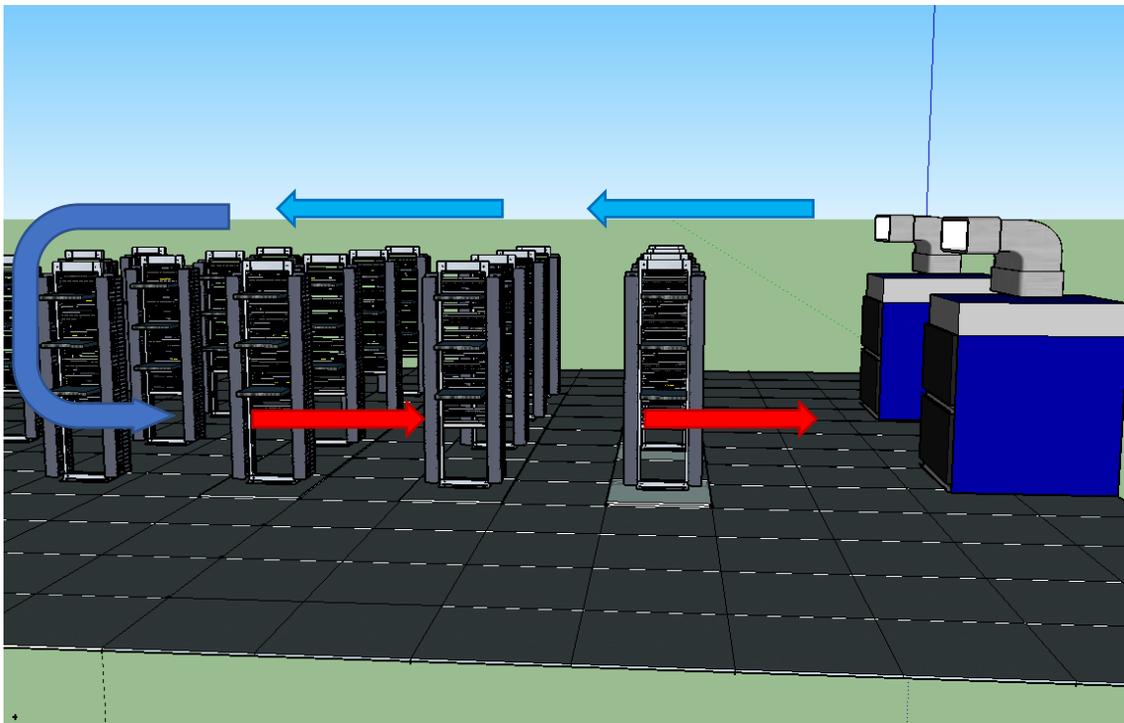


Fuente: elaboración propia, utilizando SketchUp Pro 2016.

Para lograr climatizar los equipos que se tienen instalados en los pasillos, las unidades envían el suministro a alta presión en la parte superior. Con la parte inferior de la unidad se recolecta el aire para repetir el ciclo de

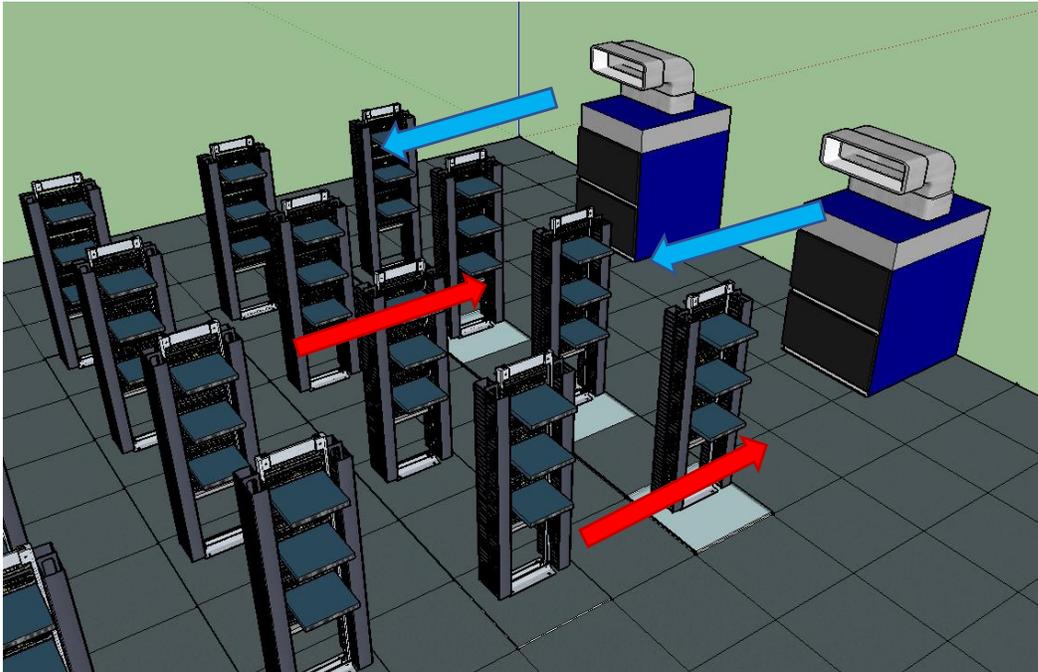
enfriamiento. Con estas fases de operación de las unidades se logra climatizar el área deseada. En la siguiente imagen las flechas celestes simulan la salida de la unidad y las flechas rojas la entrada a la unidad de enfriamiento.

Figura 13. **Circulación de suministro en equipos de 6 toneladas, 1**



Fuente: elaboración propia, utilizando SketchUp Pro 2016.

Figura 14. **Circulación de suministro en equipos de 6 toneladas, 2**



Fuente: elaboración propia, utilizando SketchUp Pro 2016.

Estas técnicas de enfriamiento han logrado un desempeño energético positivo para la empresa. Sin embargo, se identificaron inconvenientes en los desempeños de dos áreas del centro de datos. En el área de IP se observó un sobredimensionamiento de equipos en el área. En el área de transmisión se observó un uso innecesario de equipo.

- Área de IP

En el área de IP, el sobredimensionamiento de equipos se identificó con el monitoreo del factor de utilización, ya que los equipos funcionaban de forma alterna. En la presente tabla se muestra el comportamiento:

Tabla IX. **Monitoreo de factor de utilización en área IP**

<b>Observación</b>	<b>Equipo 1 (%)</b>	<b>Equipo 2 (%)</b>
<b>1</b>	75	25
<b>2</b>	100	0
<b>3</b>	50	25
<b>4</b>	25	75
<b>5</b>	0	90
<b>6</b>	75	0

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, los equipos 1 y 2 se complementaban en funcionamiento mas no servían de soporte en el área, es decir, con un solo equipo se podría cubrir la demanda de climatización sin que el otro equipo esté funcionando. Haciendo el análisis con respecto al desempeño energético, al tener un equipo de 15 toneladas funcionando y pudiendo tener solamente uno para cubrir la demanda, es un consumo energético innecesario que afecta la eficiencia en el consumo.

- Área de transmisión

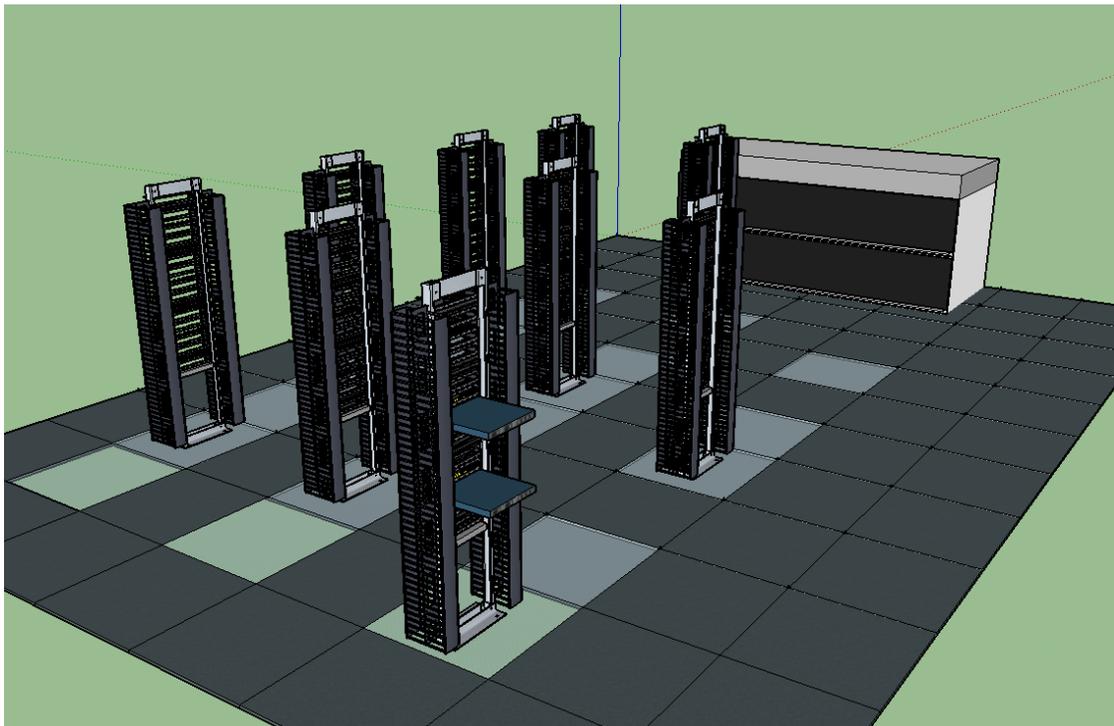
En el área de Trasmisión, están las conexiones y distribución de fibra óptica; estos equipos no tienen necesidad de climatización, ya que no producen calor; junto a estos equipos está un rack y 2 equipos de datos, considerablemente insignificantes en la producción de calor.

Para el área de transmisión se tiene destinada una unidad de 15 toneladas de enfriamiento, son las mismas unidades de enfriamiento utilizadas en áreas donde se tiene una cantidad considerable de equipos de datos. Adicional al

sobredimensionamiento, no se tiene direccionado el aire climatizado. El piso, que es utilizado como recámara para el aire, está incompleto; salir el aire en espacios donde no es necesario el suministro de aire.

Para darse una idea de la distribución de equipos en el área de Transmisión, se puede observar en las siguientes imágenes el estado actual del área.

Figura 15. **Distribución de equipos en área transmisión**

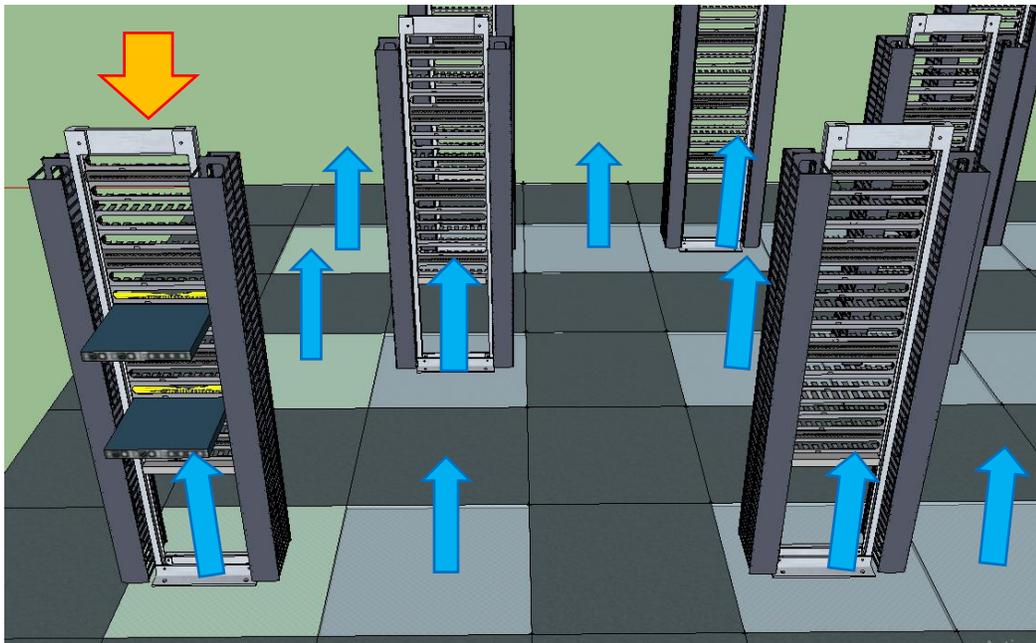


Fuente: elaboración propia, utilizando SketchUp Pro 2016.

Como se observa en la imagen anterior, en su mayoría, los racks están vacíos de equipos para datos, es un rack el que está funcionando en esta área. Adicionalmente, se tienen muchas salidas de suministro en el piso sin proteger.

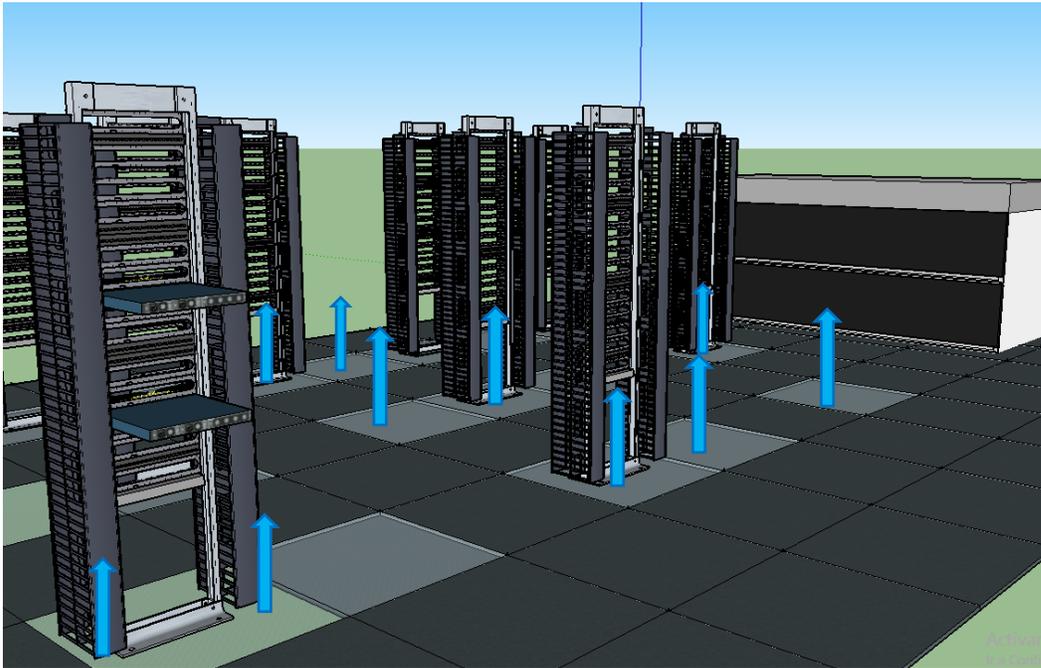
En las siguientes imágenes se observa, con la ayuda de flechas celestes, las salidas de suministro de aire acondicionado. La flecha color amarillo señala el rack que utiliza todo el suministro de aire; esto es una alta ineficiencia para la empresa, ya que es destinar una unidad de enfriamiento de 15 toneladas para pocos equipos de flujo de datos.

Figura 16. **Ineficiencias identificadas en área transmisión**



Fuente: elaboración propia, utilizando SketchUp Pro 2016.

Figura 17. **Inyección de suministro de aire acondicionado en área transmisión**



Fuente: elaboración propia, utilizando SketchUp Pro 2016.

- Variables que afectan el sistema de climatización del centro de datos

Las variables que afectan significativamente al centro de datos son las que aumentan la temperatura de las áreas productivas. Las variables que afectan son: el calentamiento que produce todo el sistema de datos y la temperatura ambiente.

Los sistemas de datos tienen en su interior una amplia gama de electrónica y semiconductores que en su funcionamiento producen calor, el calor lo disipan hacia el exterior del equipo por medio de enfriadores y ventiladores.

En Guatemala, la temperatura ambiente ronda los 27 grados, esta afecta el entorno de las áreas productivas de la empresa ya que es necesario mantenerlas en un rango de 20 grados centígrados; esto se debe a indicaciones de los proveedores de equipos de datos, que han observado un mejor desempeño de sus productos a esas temperaturas; sin embargo, no se cuenta con un estudio que respalde esta consideración.

### **3.3. Identificación de usos significativos de energía**

Para la identificación de los usos significativos de energía, se utiliza todo lo analizado en la revisión energética. La revisión energética abarca los usos, consumos y desempeños energéticos.

#### **3.3.1. Herramientas de análisis**

Es importante citar y recordar todo lo relacionado a la revisión energética según la norma ISO 50 001, esto ayudará a repasar los ítems de los requerimientos medulares en la norma.

La organización debe desarrollar, registrar y mantener una revisión energética. La metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética deben estar documentados. Para desarrollar la revisión energética, la organización debe:

analizar el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos, es decir:

- identificar las fuentes de energía actuales;
- evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía;

basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, identificar las áreas de uso significativo de la energía, es decir:

— identificar las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para, o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía;

— identificar otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía;

- determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía;
  - estimar el uso y consumo futuros de energía;
- a) identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar el desempeño energético.<sup>13</sup>

Recordando este punto de la norma, podemos decir que ya abarcamos en su totalidad, toda la información necesaria para concretar el análisis energético requerido por la norma, posterior a la revisión energética.

### **3.3.2. Nuevos diagramas**

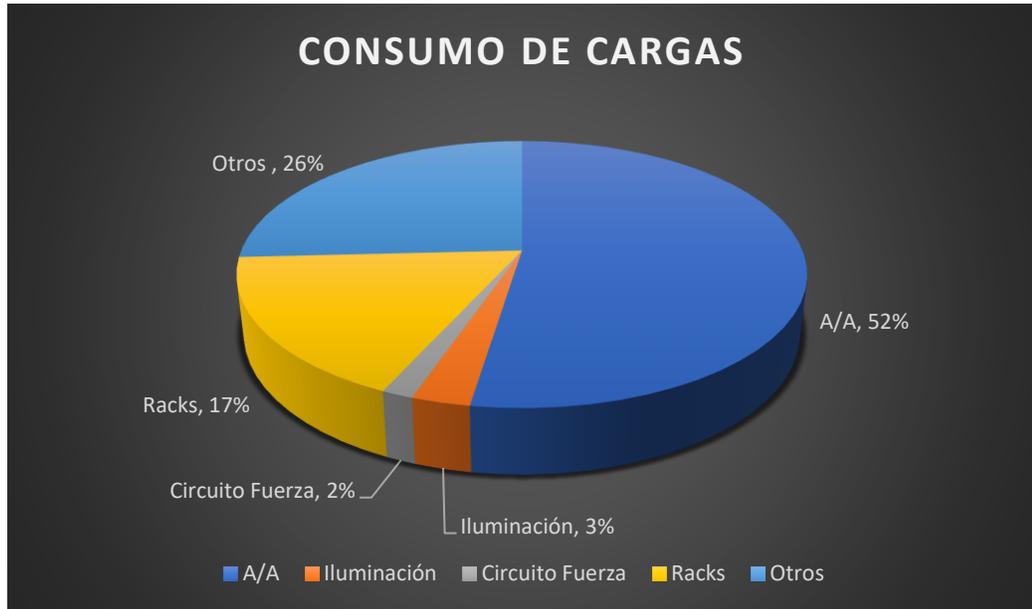
Para llevar el control y registro de los consumos energéticos, es necesario contar con herramientas de análisis de datos. Los diagramas son perfectos para realizar comparaciones y poder visualizar una gran cantidad de datos.

Para realizar el análisis del consumo de las cargas, se utilizarán diagramas de Pastel o Circular, esto nos proporcionará una perspectiva del orden de los consumos, identificando cuales son los representativos. Este diagrama estará respaldado por las cargas identificadas en el levantamiento de equipos, realizado en la revisión energética.

---

<sup>13</sup> Secretaría Central de ISO. *Norma internacional ISO 50 001*. p. 8.

Figura 18. Diagrama de pai – distribución de cargas



Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Porcentaje que representan las cargas del total de consumo energético

Carga	Porcentaje de carga
Aire acondicionado (A/A)	52 %
Iluminación	3 %
Circuito fuerza	2 %
Racks	17 %
Otros	26 %

Fuente: elaboración propia.

Los requerimientos medulares de la ISO 50 001 especifican la creación de una línea base energética, que ayudará a cuantificar las mejoras que se propondrán y sirve como herramienta para el control del consumo. Se hace referencia a la norma y lo que solicita para la línea base.

#### Línea de base energética

La organización debe establecer una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía de la organización. Los cambios en el desempeño energético deben medirse en relación a la línea de base energética.

Deben realizarse ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se den una o más de las siguientes situaciones:

- los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización;
- se hayan realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación, o sistemas de energía; o
- así lo establece un método predeterminado.

La(s) línea(s) de base energética debe mantenerse y registrarse.<sup>14</sup>

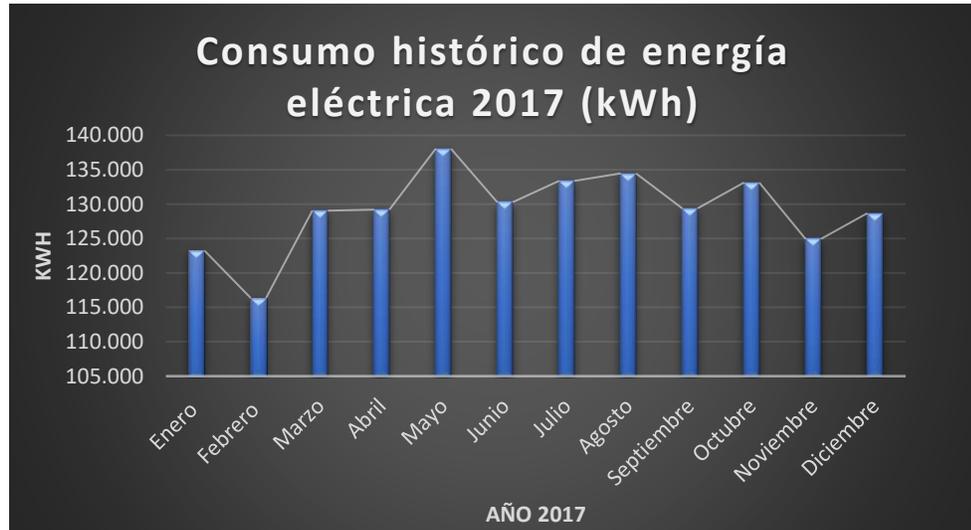
El diagrama a utilizar para la línea base, es el diagrama lineal. Este gráfico tiene la característica de proporcionar tendencias en los datos. Las gráficas presentan el consumo energético mensual de un año y medio, que empieza en enero del año 2017 hasta julio del 2018.

Estas serán las bases de referencia donde se verán reflejadas las mejoras propuestas para contrastar el consumo normal de la organización con los pronósticos.

---

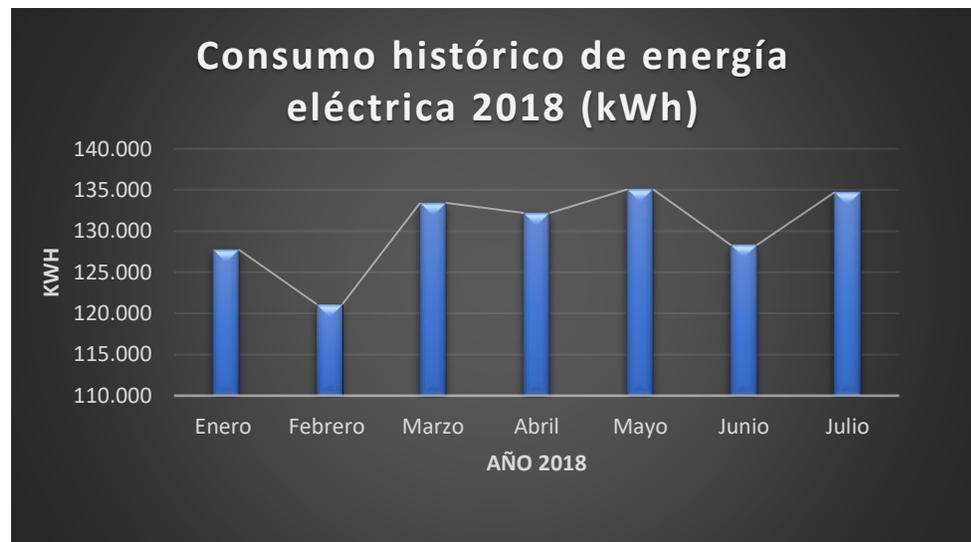
<sup>14</sup> Secretaría Central de ISO. *Norma internacional ISO 50 001*. p. 8.

Figura 19. Consumo utilizado como referencia del año 2017



Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Consumo utilizado como referencia del año 2018

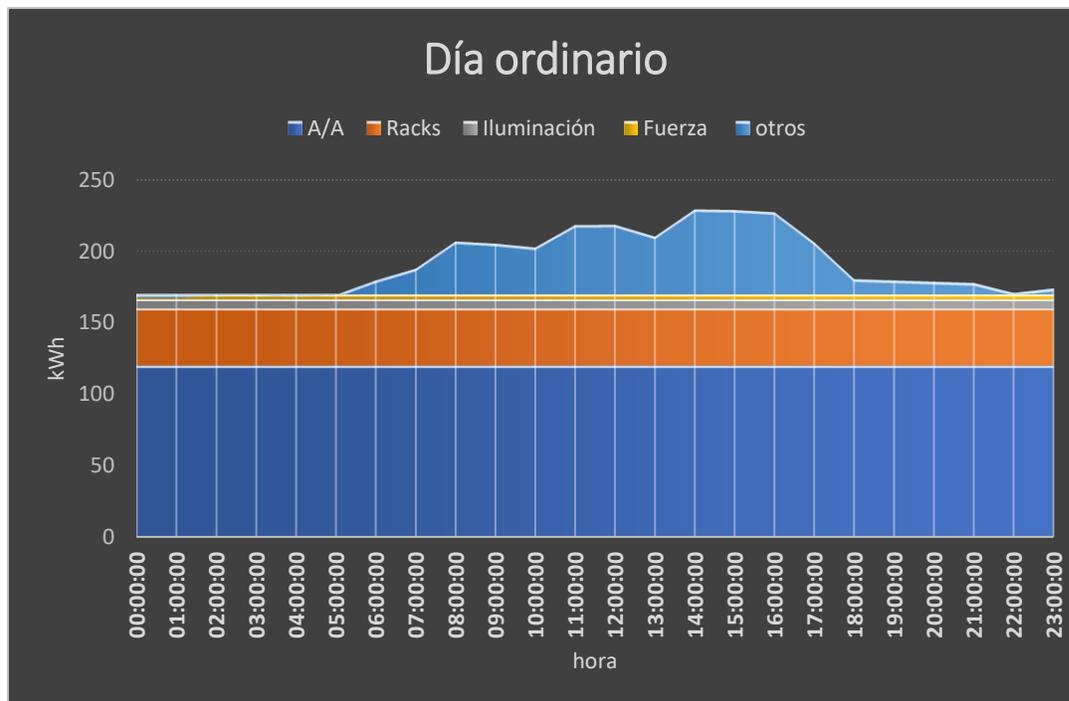


Fuente: elaboración propia.

### 3.4. Apilamiento de consumos energéticos

El apilamiento de los consumos consiste en la distribución de todas las cargas en la gráfica del consumo ordinario de la empresa. Esta es una forma de visualizar cuáles son los consumos que realmente tienen importancia para la organización, los cuales deben ser analizados para su optimización y mejora constante.

Figura 21. Apilamiento de consumos energéticos en un día ordinario

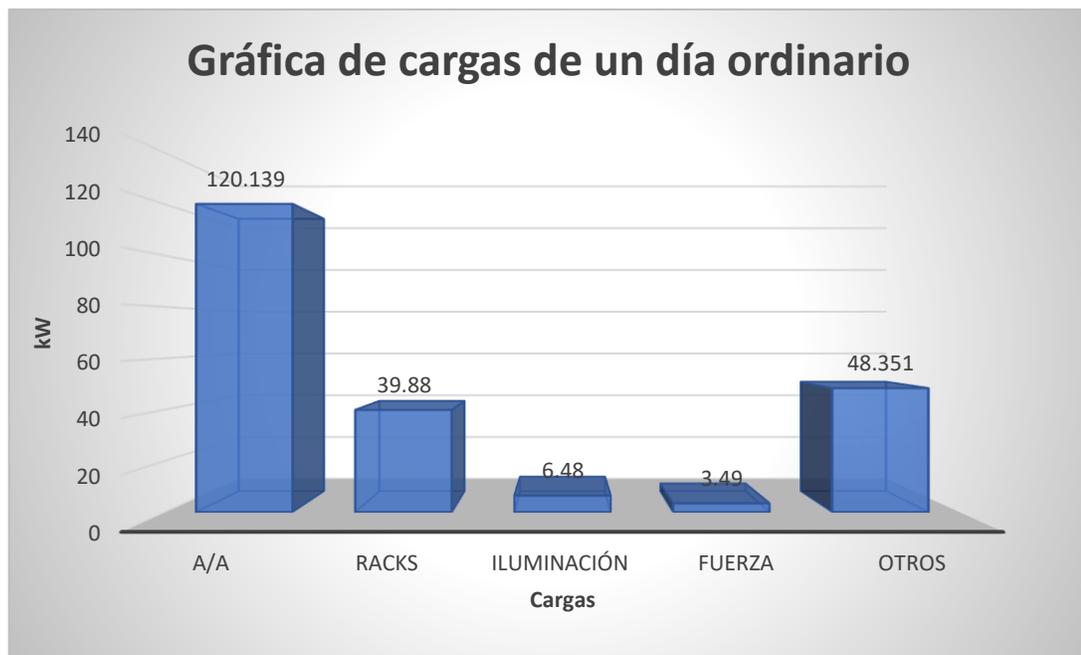


Fuente: elaboración propia.

### 3.4.1. Históricos de consumos pasados

Los históricos de consumos pasados hacen referencia sobre cómo se distribuyen las cargas en un día ordinario en la empresa. Para seleccionar la muestra del día ordinario de consumo, se tomó al azar un día del mes de septiembre del año 2017; se graficó su potencia según las cargas identificadas. Las cargas como aires acondicionados y racks son significativas; estas se utilizan durante las 24 horas y 365 días del año. Históricamente, no han cambiado los consumos significativos.

Figura 22. Representación de los consumos energéticos en día ordinario



Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Control de desempeño energético

La organización debe identificar los IDEns apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño energético. La metodología para determinar y actualizar los IDEns debe documentarse y revisarse regularmente.

Los IDEns deben revisarse y compararse con la línea de base energética de forma apropiada.<sup>15</sup>

#### 3.5.1. Indicadores energéticos

El indicador energético de la empresa actualmente es la energía consumida en el mes, este dato se los proporciona su comercializadora de energía, la que los representa como gran usuario.

Al no contar con un indicador de control operacional, es necesario definir uno que relacione una unidad energética con el que se observa el desempeño del área productiva.

Indicador propuesto:

$$\frac{kWh}{m^2}$$

Donde:

- kWh = kilowatt hora. Potencia utilizada en un determinado tiempo
- m<sup>2</sup> = metros cuadrados, área

---

<sup>15</sup> Secretaría Central de ISO. *Norma internacional ISO 50 001*. p. 8.

### **3.6. Revisión de criterios actuales de adquisición de servicios, equipos y energía**

Los requerimientos medulares de la ISO 50 001 resaltan la importancia de la adquisición de servicios, equipos y energía.

La organización debe asegurarse de que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre, relacionada con usos significativos de la energía, sea competente tomando como base una educación, formación, habilidades o experiencia adecuadas. La organización debe identificar las necesidades de formación relacionadas con el control de sus usos de energía significativos y con la operación de su SGE. La organización debe proporcionar la formación necesaria o tomar otras acciones para satisfacer estas necesidades.<sup>16</sup>

#### **3.6.1. Productos**

La empresa no cuenta con criterios de adquisición de productos. Esto ha creado que la adquisición de servicios sea por alguna buena oferta por parte de algún vendedor o que alguien del departamento crea conveniente realizar alguno. La falta de criterios energéticos dentro de la empresa crea un abismo en la eficiencia de los procesos, ya que no se tienen lineamientos que fortalezca la eficiencia en los productos o la mejora de los procesos. Cuando el vendedor de servicios ofrece sus productos, se ve en la necesidad de ofrecer la solución a todos los problemas; lastimosamente, pueden ofrecer soluciones ineficientes o que no representen un beneficio concreto para la empresa.

La norma ISO 50 001 al hacer referencia de productos, abarca los servicios técnicos que necesite tercerizar la empresa. Como requisito para desempeñar algún servicio técnico, la empresa de telecomunicaciones debe asegurarse de

---

<sup>16</sup> Secretaría Central de ISO. *Norma internacional ISO 50 001*. p. 9.

que sus contratistas tengan el conocimiento básico sobre un sistema de gestión energética. El departamento de ingeniería de la empresa será el encargado de velar porque este requisito se cumpla y se le dé seguimiento para que los trabajos realizados no afecten al sistema de gestión energética. Se asigna este encargo al departamento de ingeniería porque son los encargados de la adquisición de equipos y servicios.

Actualmente, hay empresas e instituciones que proporcionan cursos y diplomados empresariales, donde desarrollan todo lo relacionado con la gestión energética y la norma ISO 50 001. Una intuición que brinda los servicios de capacitación es la Cámara de Industria de Guatemala (CIG). Los cursos que imparte la CIG pueden servir de constancia y respaldo para el departamento de ingeniería.

Las empresas que no cuenten con la formación técnica, pero es necesario su apoyo en alguna área de la empresa, el departamento de ingeniería debe proporcionarles una capacitación para conocer todo lo relacionado al sistema de gestión energética de la empresa.

Al asegurar la capacitación, las empresas que ofrezcan productos entenderán cuáles son los lineamientos que deben cumplir sus servicios, se enfocarán en el compromiso de la empresa, de querer ser más eficientes. Esto ayudará a que sus ofertas coincidan con los indicadores energéticos establecidos.

### **3.6.2. Energía**

Actualmente, la empresa es un gran usuario; esto obliga a adquirir su suministro eléctrico en el mercado mayorista. Los requisitos para ser gran usuario

es que la potencia utilizada exceda los 100 kW; esto obliga a la empresa a realizar su inscripción en el Administrador del Mercado Mayorista o utilizar a una comercializadora como representante. Esto es importante saberlo para entender cuál es el objetivo de la norma al incluir las políticas de compra de energía.

La empresa de telecomunicaciones utiliza la matriz energética para adquirir la energía. La matriz está compuesta por diferentes tecnologías de generación eléctrica, que pueden ser no renovables y renovables. No se extenderá en todo el proceso técnico y administrativo que conlleva ser gran usuario, pero es de suma importancia saber que la demanda firme energética que la empresa utiliza debe ser respaldada en contrato por alguna planta de generación de las tecnologías mencionadas anteriormente.

La comercializadora de energía tiene pactado con la empresa la compra de su energía con base en los precios del mercado. Los precios del mercado fluctúan según la época del año, ya que dependen de las estaciones climatológicas; esto se debe a que gran parte de la generación eléctrica guatemalteca es a base de hidroeléctricas, carbón, diésel, entre otros. Si la hidroeléctrica baja su producción en verano, por ejemplo, la adquisición de energía sería con fuentes no renovables para mantener los precios bajos. La empresa teniendo este tipo de criterio de adquisición de energía es completamente fuera de lugar con respecto a su sistema de gestión de energía, ya que debe concretar para su consumo energético anual, una tecnología renovable y que cubra satisfactoriamente su demanda firme. Todo esto lo puede lograr con el asesoramiento de su comercializadora de energía.

### **3.6.3. Equipos**

Cuando la empresa adquiere equipos, ya sea para el área productiva o administrativa, no cuenta con criterios de compra que respalden su eficiencia. El departamento de ingeniería ha cumplido exitosamente con mantener funcionando el centro de datos con respecto a las proyecciones que vienen de la alta gerencia de la empresa, pero han descuidado totalmente la importancia de la eficiencia en todos sus procesos.

Durante el recorrido y levantamiento de equipos, parte importante de la revisión energética, se identificó que los equipos instalados tienen las características técnicas brindadas por los vendedores, y no con especificaciones ya definidas por el departamento de ingeniería. La ausencia de criterios de adquisición ha creado un sobredimensionamiento de equipos y un control casi nulo del consumo energético.

Teniendo criterios de adquisición de equipos y una cartera de empresas orientadas a cumplir con el sistema de gestión energética, se podrá comprar equipos que cumplan normativas de alta eficiencia con estándares mundiales.

Entre los estándares de compra podemos encontrar los EER, COP, SEER y SCOP. Estos indicadores nos muestran una relación entre el consumo eléctrico y el suministro térmico que el equipo puede aportar al área de trabajo. Estas normas incluyen en su certificación los equipos que proporcionan aire frío y caliente; las normas EER y COP, respectivamente, certifican los equipos a cierto grado de eficiencia.

Para entender como es la relación de potencias que hace la norma con respecto a los equipos, se dará un ejemplo entre la potencia eléctrica y la

potencia térmica. La potencia eléctrica y térmica están dadas en kW y no en kWh que hace referencia a la energía.

Por ejemplo:

Se supondrá que se necesita enfriar alguna área, y para mantener a determinada temperatura el lugar necesita de 6 kW térmicos y nuestro equipo tiene un EER de 3; entonces el consumo sería así:

$$\frac{6 \text{ kW (potencia térmica)}}{3 \text{ (indicador EER)}} = 2 \text{ kW (Potencia Eléctrica)}$$

Como se observa en la relación de potencias, esta norma certifica como es que la potencia eléctrica es mejor utilizada con respecto a la potencia térmica que requieren los equipos. Es necesario recordar que, para que se cumpla esta condición de relación de potencias, el equipo debe utilizarse a un 100 % de su carga.

La tabla de eficiencia para estas normas son las siguientes:

Figura 23. **Tabla de eficiencia en equipos de aire acondicionado EER y COP**

Clase de eficiencia energética	Acondicionadores de aire de conducto doble	
	EER	COP
A+++	$\geq 4,10$	$\geq 4,60$
A++	$3,60 \leq \text{EER} < 4,10$	$4,10 \leq \text{COP} < 4,60$
A+	$3,10 \leq \text{EER} < 3,60$	$3,60 \leq \text{COP} < 4,10$
A	$2,60 \leq \text{EER} < 3,10$	$3,10 \leq \text{COP} < 3,60$
B	$2,40 \leq \text{EER} < 2,60$	$2,60 \leq \text{COP} < 3,10$
C	$2,10 \leq \text{EER} < 2,40$	$2,40 \leq \text{COP} < 2,60$

Fuente: Nergiza. *EER, COP, SEER y SCOP: Midiendo la eficiencia del aire acondicionado.*  
[https://nergiza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado.](https://nergiza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado)  
 Consulta: 02 de febrero de 2019.

Las normas EER y COP tienen la característica de proporcionar el rendimiento del equipo al 100 %, pero esto es una verdad a medias ya que la mayoría de las unidades no siempre funcionan a ese porcentaje de rendimiento. A raíz de este inconveniente, se crean las normas SEER y SCOP; estas normas incluyen en su porcentaje de rendimiento el comportamiento en cargas parciales y cuando el equipo está en espera o desactivado por el termostato.

La SEER y SCOP tienen una relación de rendimiento mucho más real que las anteriores normas. Las cargas con las que fueron probados los equipos equivalen al 100 %, 74 %, 47 % y 21 %.

Los equipos de climatización que poseen el factor de eficiencia energética estacional (SEER) y el coeficiente de rendimiento estacional (SCOP), cuentan con un rendimiento que se expresa en las siguientes tablas:<sup>17</sup>

Figura 24. **Tabla de eficiencia en equipos de aire acondicionado SEER y SCOP**

	SEER	SCOP
A+++	SEER $\geq$ 8,50	SCOP $\geq$ 5,10
A++	6,10 $\leq$ SEER < 8,50	4,60 $\leq$ SCOP < 5,10
A+	5,60 $\leq$ SEER < 6,10	4,00 $\leq$ SCOP < 4,60
A	5,10 $\leq$ SEER < 5,60	3,40 $\leq$ SCOP < 4,00
B	4,60 $\leq$ SEER < 5,10	3,10 $\leq$ SCOP < 3,40
C	4,10 $\leq$ SEER < 4,60	2,80 $\leq$ SCOP < 3,10
D	3,60 $\leq$ SEER < 4,10	2,50 $\leq$ SCOP < 2,80
E	3,10 $\leq$ SEER < 3,60	2,20 $\leq$ SCOP < 2,50
F	2,60 $\leq$ SEER < 3,10	1,90 $\leq$ SCOP < 2,20
G	SEER < 2,60	SCOP < 1,90

Fuente: Nergiza. *EER, COP, SEER y SCOP: Midiendo la eficiencia del aire acondicionado.*

[https://nergiza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado.](https://nergiza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado)

Consulta: 02 de febrero de 2019.

Las tablas tienen una clasificación de A+++; esta es la categoría con mejor rendimiento; y la G, con una categoría de bajo rendimiento.

Estas normas son una buena referencia para la adquisición de equipos y con las que pueden exigir a los proveedores de equipos de aires acondicionados, que sus productos cumplan como mínimo con alguna categoría de esta índole.

---

<sup>17</sup> Nergiza. *EER, COP, SEER y SCOP: Midiendo la eficiencia del aire acondicionado.*  
[https://nergiza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado.](https://nergiza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado)

### **3.7. Bases para el seguimiento y medición**

En el seguimiento y la medición para el control operacional de la empresa es necesario utilizar herramientas con las que se puedan relacionar variables. Con las variables definidas se deben acoplar los indicadores a la herramienta de seguimiento.

#### **3.7.1. Herramientas de seguimiento y la medición**

Al no tener variables definidas para el seguimiento del control operacional, se deben hacer unas pruebas de variables e identificar como es su relación actualmente. El resultado de esta prueba no debe ser necesariamente satisfactoria, sino proporcionará un criterio de mejora para orientar esfuerzos para que las variables vayan relacionándose de una mejor manera. Una herramienta matemática que ayuda a identificar la relación entre variables es la regresión lineal; con esta herramienta se obtendrá una desviación estándar. Con la desviación estándar se identificará la dispersión que existe entre las variables que ingresan para el análisis. Las variables son los kilowatts (kW), potencia eléctrica y las áreas en metros cuadrados ( $m^2$ ), donde las unidades de aire acondicionado climatizan.

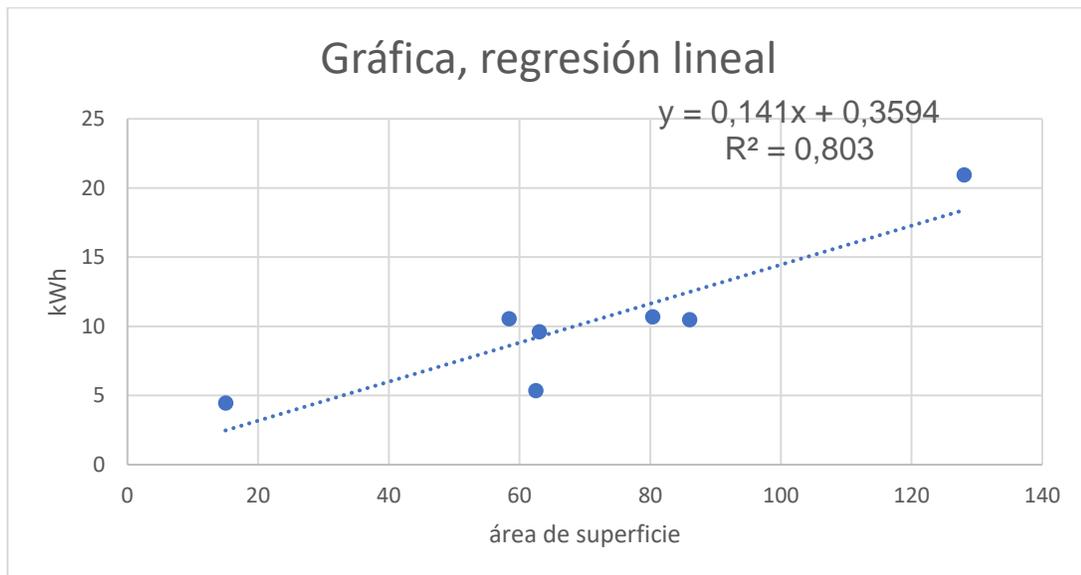
Las áreas de la empresa que se utilizarán para la regresión lineal son las que se acomodan a la relación energía y área. Se descartaron algunas áreas debido a que su correlación era muy dispersa. El hacer el descarte de estas áreas no afecta el análisis lógico del indicador debido a que casi el 80 % se ajusta perfectamente al estudio.

Tabla XI. **Áreas de la empresa seleccionadas como referencia para la regresión lineal**

Área de la empresa	Área de superficie	Energía en kWh
Corporativo	15	4,45
Transmisión	58,4	10,55
MH	63	9,6
Capacitación	62,5	5,339
Rectificadores	80,36	10,69
Laboratorio	86	10,47
Maqueta IP	128	20,95

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **Regresión lineal para indicador energético de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

En la regresión lineal se obtienen dos datos importantes. La primera es la ecuación de la recta que relaciona las variables de estudio, siendo la siguiente:  $y = 0,141x + 0,3594$ . La segunda es la desviación estándar de las variables; para que exista una relación satisfactoria de datos la  $R^2$  debe ser no menor de 0,80, para nuestro caso de estudio la desviación es:  $R^2 = 0,803$ .

### **3.7.2. Variables relacionadas a los usos significativos energéticos**

Es necesario definir las variables que están relacionadas al seguimiento y medición de los consumos significativos dentro de la empresa. La primera variable a medir es la potencia eléctrica, la unidad de medida a utilizarse es el kilowatt (kW). La potencia estará relacionada con el área en metros cuadrados ( $m^2$ ).

Monitorear la potencia, relacionada con el área, permitirá identificar el desempeño de la empresa en las distintas áreas productivas. El resultado es el control operacional de la organización.

### **3.8. Costos propuestos de energía**

Al hacer un análisis del desempeño energético se abarca como es la cadena de abastecimiento de los insumos de la empresa, que incluye el servicio de energía eléctrica. Hay que recordar la importancia del buen uso de la energía eléctrica, ya que es un costo para la empresa, el cual puede disminuir al momento de hacer más eficientes nuestros procesos productivos.

La norma ISO 50 001 en su inciso 4.5.7 dice que:

La organización debe establecer e implementar criterios para evaluar el uso y consumo de la energía, así como la eficiencia de la energía durante la vida útil planificada o esperada al adquirir productos, equipos y servicios que usen energía que puedan tener un impacto significativo en el desempeño energético de la organización.

La organización debe definir y documentar las especificaciones de adquisición de energía, cuando sea aplicable, para el uso eficaz de la energía.<sup>18</sup>

En este inciso la norma abre una puerta muy importante en la adquisición de energía. En las normativas guatemaltecas existe un ente encargado de asegurar el abastecimiento de energía eléctrica del país, el Administrador del Mercado Mayorista (AMM) es el encargado de velar por que los grandes usuarios cumplan con los requerimientos obligatorios de todo participante en el mercado mayorista. (MM). La empresa es un gran usuario del MM.

### **3.8.1. Costos energéticos fijos**

La empresa al ser participante del mercado mayorista como gran usuario debe cumplir con requerimientos obligatorios concretos; algunos de estos son la potencia y demanda firme. Estos dos requerimientos son parte importante en la adquisición de energía eléctrica y, por ende, tienen un costo en la factura.

La demanda firme es la demanda de potencia calculada por el Administrador del Mercado Mayorista al gran usuario; esta debe de estar cubierta mediante contratos de potencia.<sup>19</sup> Se hace mención que es una potencia calculada por el AMM debido a que existe otra potencia calculada por el participante por medio de su comercializadora.

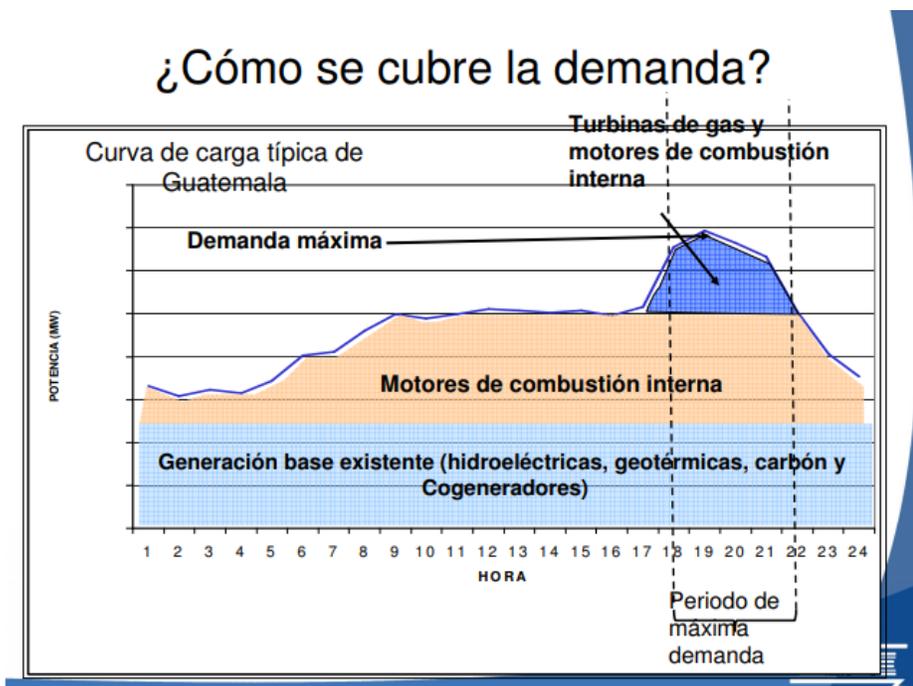
---

<sup>18</sup> Secretaría Central de ISO. *Norma internacional ISO 50 001*. p. 11.

<sup>19</sup> CNEE. *Grandes usuarios, demanda firme*. <http://www.cnee.gob.gt/xhtml/informacion/grandes-usuarios/2009/4%20Demanda%20Firme.pdf>.

Los contratos de potencia son importantes para las proyecciones de demanda de energía para el AMM, los cuales pueden ser con generadoras con tecnologías renovables o no renovables.

Figura 27. **Curva de carga energética típica en Guatemala, cómo se cubre la demanda**



Fuente: CNEE. *Grandes usuarios, demanda firme.*

<http://www.cnee.gob.gt/xhtml/informacion/grandes-usuarios/2009/4%20Demanda%20Firme.pdf>.

Consulta: 08 de marzo de 2019.

Como se observa en la imagen anterior, para cubrir la demanda se necesitan de diferentes tecnologías de generación. La empresa tiene contratos con diferentes generadoras para cubrir su potencia. Esto se debe a que depende la estación del año, ya sea invierno o verano, se tienen diferentes precios en los contratos. Las estaciones de año influyen mucho en los precios; esto se debe a

que las hidroeléctricas tienen una mayor participación durante el invierno y el resto de tecnológicas tienen mayor participación en verano.

La empresa cuenta con una demanda firme de la siguiente manera:

Tabla XII. **Demanda firme de la empresa**

<b>Demanda firme calculada por el AMM</b>	
Primer semestre del año 2017	192,00 kW
Segundo semestre del año 2017	192,00 kW
Primer semestre del año 2018	197,00 kW

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Potencia contratada**

<b>Potencia contratada por el participante en el MM</b>	
Primer semestre del año 2017	206,46 kW
Segundo semestre del año 2017	199,82 kW
Primer semestre del año 2018	201,66 kW

Fuente: elaboración propia.

### **3.8.2. Costos energéticos variables**

En la factura del consumo energético, la energía es una variable según lo que se haya utilizado en el mes. Recordando la diferencia entre potencia y energía es que la potencia es un instante en el tiempo (kW) y la energía es la

potencia en el tiempo (kWh). Al final del mes se hace la sumatoria de la energía utiliza en la empresa, este cálculo lo realiza la comercializadora de energía con el precio establecido en el contrato entre las partes. El precio por energía pactado es de \$ 0,092 por kilowatt hora (kWh).

En las siguientes tablas se muestra el total mensual de cobro de energía eléctrica utilizada en la empresa durante el año 2017 y parte del 2018. La unidad monetaria utilizada para el cobro de la factura son los dólares norteamericanos.

Tabla XIV. **Costo energético mensual – año 2017**

<b>Costo de energía mensual – año 2017</b>		
Mes	kWh	Costo en dólares \$
Enero	123 254	\$ 11 339,37
Febrero	116 374	\$ 10 706,41
Marzo	129 056	\$ 11 873,15
Abril	129 208	\$ 11 887,14
Mayo	138 047	\$ 12 700,32
Junio	130 285	\$ 11 986,22
Julio	133 379	\$ 12 270,87
Agosto	134 473	\$ 12 371,52
Septiembre	129 395	\$ 11 904,34
Octubre	133 139	\$ 12 248,79
Noviembre	124 947	\$ 11 495,12
Diciembre	128 678	\$ 11 838,38

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Costo energético mensual – año 2018**

<b>Costo de energía mensual - año 2018</b>		
Mes	kWh	Costo en dólares \$
Enero	127 753	\$ 11 753,28
Febrero	121 129	\$ 11 143,87
Marzo	133 435	\$ 12 276,02
Abril	132 205	\$ 12 162,86
Mayo	135 067	\$ 12 426,16
Junio	128 304	\$ 11 803,97
Julio	134 713	\$ 12 393,60
Agosto	-	
Septiembre	-	
Octubre	-	
Noviembre	-	
Diciembre	-	

Fuente: elaboración propia.

### **3.8.3. Oportunidades de mejora en costos**

Al realizar el análisis de cobro de energía eléctrica, hay dos tipos de cobros en la factura: uno constante y el otro variable; estos son la potencia contratada y la energía consumida al mes respectivamente. Aquí hay una oportunidad de ahorro, cuando se implementen las medidas de mejora en algunas áreas productivas; la potencia contratada y la energía consumida tendrán una reducción de consumo y por lo tanto una reducción de costos para la empresa.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Planificación energética**

La planificación energética es el inicio de un sistema de gestión energética. Los esfuerzos se concentran en los requerimientos legales con los que se debe cumplir por imposición estatal o por iniciativa de la empresa.

#### **4.1.1. Matriz de requerimientos legales**

Los requerimientos legales abarcan todas las normativas, las leyes o los documentos legales que obligue a la empresa a implementar los supuestos contenidos en ellos. Estos requerimientos pueden ser instituidos por alguna organización pública o privada.

Actualmente, en la legislación guatemalteca existe una ausencia de la regulación en la eficiencia energética en todas las industrias y actividades productivas. Pero de ser necesaria la revisión de requerimientos legales en el futuro, se puede utilizar la tabla de requerimientos expuesto por la Agencia Chilena De Eficiencia Energética en su documento de apoyo para la implementación de la norma ISO 50 001.

La tabla propuesta es la siguiente:

Tabla XVI. **Matriz de requerimientos legales**

Tema	Cuerpo título legal	Institución	Requisito	% nivel de cumplimiento	Responsable	Plan de acción

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Revisión energética

Para la revisión energética se abarca los ítems establecidos en la norma ISO 50001.

Figura 26. **Esquema para revisión energética**



Fuente: Agencia Chilena de Eficiencia Energética. *Guía de implementación SGE ISO 50001*. p.

Al realizar la revisión energética se tiene un panorama del uso, consumo y desempeño de la energía. Cuando se identifica cómo se está utilizando la energía se pueden observar las variables del proceso que afectan directamente a la eficiencia. Es importante resaltar que muchas veces las variables que afectan al sistema son las intervenciones humanas, como se observa en la mala distribución de equipos.

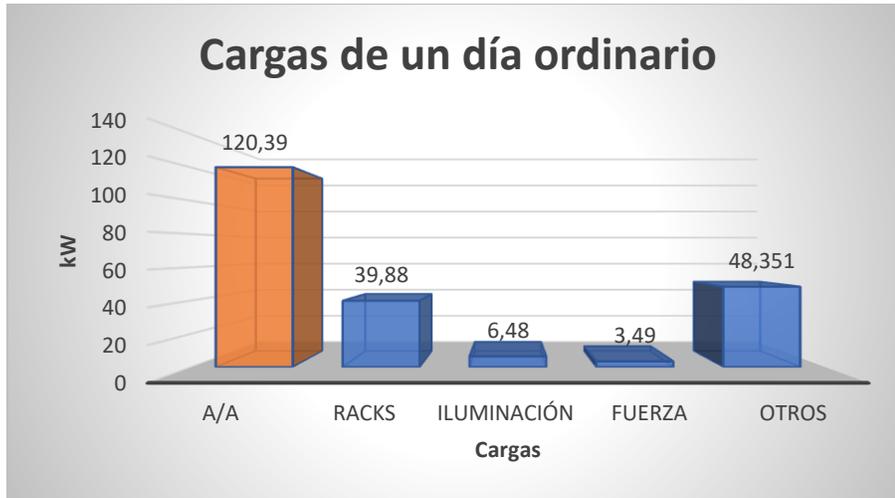
Se identificó que el principal uso significativo de energía es el aire acondicionado. Es decir, sea la única oportunidad de mejora, sino que es el primer paso hacia la mejora de todos los procesos donde se haga uso de energía en la empresa.

#### **4.2.1. Uso presente y futuro de la energía**

Los aires acondicionados fueron las cargas establecidas como significativas. Estas actualmente representan el 52 % del consumo en un día ordinario en La empresa. La potencia utilizada por esta carga fue de 120 kW. Por lo que es necesario realizar una medida de mejora inmediatamente, debido a que es un consumo que se tiene las 24 horas durante todo el año.

En la presente gráfica se identifica de color naranja la columna del aire acondicionado (A/A); observar su significancia con respecto a las demás cargas.

Figura 27. **Identificación de consumo significativo**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Potencias actuales de los aires acondicionados según las áreas**

Áreas	Cargas	Potencia (kW)
Rectificadores	1 aire acondicionado de precisión de 15 toneladas	10,69
Capacitación	2 aires acondicionados de 24 000 BTU	5,34
Corporativo	1 aire de 24 000 BTU	4,45
Nodo	2 aires de precisión de 6 toneladas	23,16
Laboratorio	2 aires acondicionados de 5 toneladas y 1 de 24 000 BTU	10,47
IP	2 aires acondicionados de 15 toneladas	20,95
MH	1 aire acondicionado de 15 toneladas	9,60

Continuación de la tabla XVII.

Conmutación	2 aires acondicionados de 10 toneladas	24,93
Transmisión	1 aire acondicionado de 15 toneladas	10,55
Total A/A		120,14

Fuente: elaboración propia.

En el consumo de energía actual se identificaron dos áreas donde se puede tener una medida de mejora muy importante. IP y transmisión. Para el área de IP se tienen destinados dos aires acondicionados de gran capacidad de suministro de aire; en esta área una unidad es suficiente para lograr cubrir la demanda; por esta razón, se podría apagar por completo una unidad de suministro y dejarla como reemplazo por si llegara a fallar el que se quede como suministro constante.

Para el área de transmisión se tiene destinado un suministro de quince toneladas, el equipo que climatiza es un rack con pocos equipos de datos, los cuales pueden ser reubicados para eliminar por completo el funcionamiento de la unidad de suministro para esta área.

Es muy importante resaltar que estas medidas de mejora pueden ser implementadas sin ninguna inversión económica. Se necesitaría invertir en mano de obra para el movimiento de algunos equipos hacia otras áreas. Se aprovecharía el suministro más cercano al área de transmisión, que es el de MH, para reubicar los equipos de datos.

La proyección de la nueva distribución de cargas en las áreas de IP y transmisión, quedarían de la siguiente forma:

Tabla XVIII. **Potencias proyectadas para los aires acondicionados**

Áreas	Cargas	Potencia (kW)
Rectificadores	1 aire acondicionado de precisión de 15 toneladas	10,69
Capacitación	2 aires acondicionados de 24 000 BTU	5,34
Corporativo	1 aire de 24 000 BTU	4,45
Nodo	2 aires de precisión de 6 toneladas	23,16
Laboratorio	2 aires acondicionados de 5 toneladas y 1 de 24 000 BTU	10,47
IP	1 aire acondicionado de 15 toneladas	16,20
MH	1 aire acondicionado de 15 toneladas	9,60
Conmutación	2 aires acondicionados de 10 toneladas	24,93
Transmisión	0 aire acondicionado	0
Total A/A		104,84

Fuente: elaboración propia.

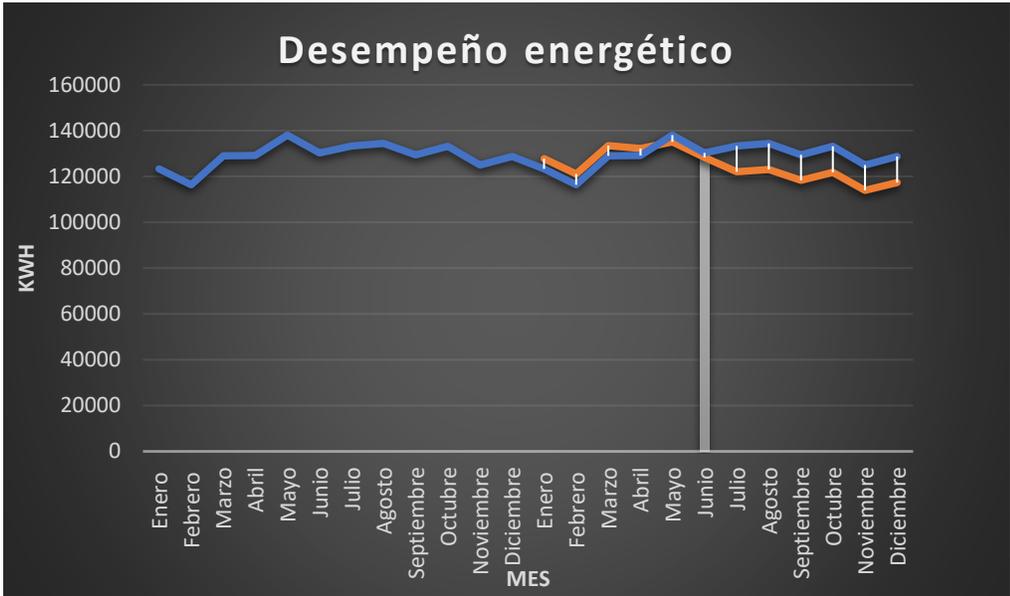
Al implementar estas medidas de mejora se podrá reducir un 12,735 % del consumo inicial en las cargas de aire acondicionado; esto representaría 15,30 kW de potencia de un día ordinario. Haciendo una comparación de las cargas, se tenía en un inicio 120,139 kW, logrando una mejora a 104,839 kW total.

#### 4.2.2. Desempeño energético

El desempeño energético de la empresa se estará monitoreando con base en los consumos mensuales de la organización. Es importante proyectar las mejoras con base en los consumos anteriores.

Para la comparación del consumo energético se utilizarán datos de los años 2017 y 2018. Para el año 2017 se graficó todo el año, corresponde a la línea base de referencia. El año 2018 se tienen los consumos reales hasta el mes de junio; desde el mes de julio del 2018 se hace la proyección implementando la mejora y se grafica el resto de los meses hasta diciembre; esta es la línea base futura.

Tabla XIX. **Desempeño energético proyectado**



Fuente: elaboración propia.

La línea gris representa el mes de implementación, la línea azul representa la línea base de referencia y la línea anaranjada la línea base futura.

### 4.3. Usos significativos de energía

Siguiendo la revisión energética, es importante definir cuáles son los consumos significativos de la empresa. Lograr identificar y priorizar los esfuerzos en los consumos significativos es tan crucial que, de no tenerlos claro, se puede caer en proyectos de mejora innecesarios.

#### 4.3.1. Apilamiento y significancia de los consumos

Para el apilamiento de consumos significativos utilizamos una herramienta grafica que es el diagrama de Pareto. Al tabular las cargas en áreas y potencias según lo identificado, esta herramienta ordena de mayor a menor según el porcentaje de carga. También da una idea de la importancia que tiene para la empresa empezar a tomar medidas de optimización. Es muy común que donde estén los consumos significativos se tengan medidas de mejora de rápida acción.

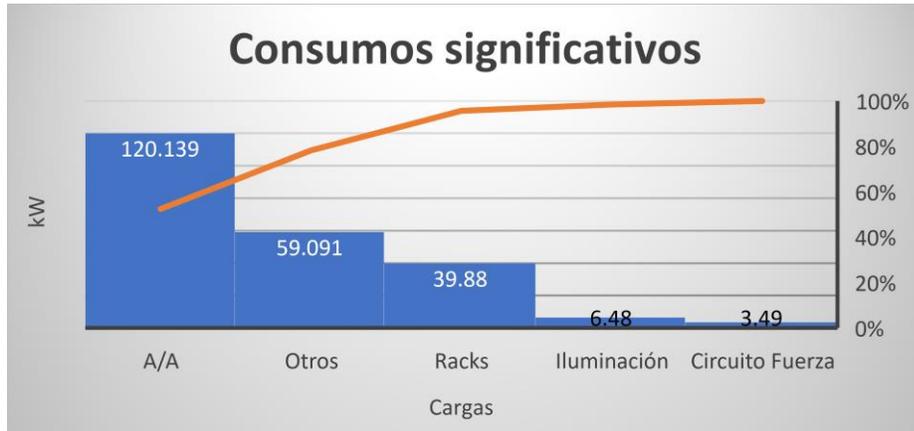
Tabla XX. **Distribución de potencias en un día típico**

<b>Distribución de potencias</b>	<b>Carga en kW</b>
A/A	120,139
Iluminación	6,48
Circuito Fuerza	3,49
Racks	39,88
Otros	59,091

Fuente: elaboración propia.

Al tener identificadas las cargas con sus respectivas potencias, es necesario ingresar en un diagrama de línea la información y visualizar cuáles son las más representativas.

Figura 28. **Diagrama de Pareto para consumos energéticos**



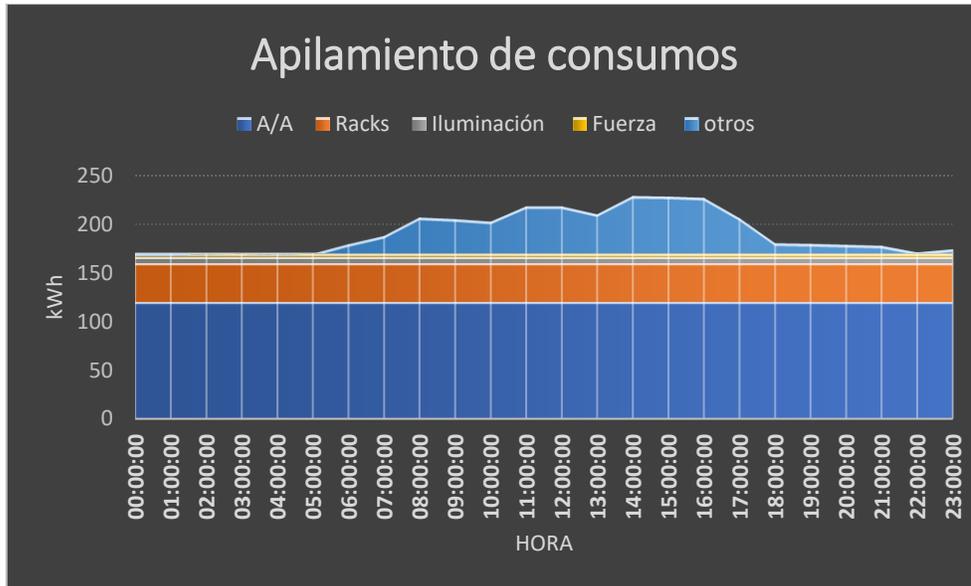
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Análisis de diagrama de Pareto**

Usos significativos	Significancia
A/A	El aire acondicionado representa para la empresa el 52 % de su consumo total; en este se plantean las mejoras inmediatas para empezar a implementar el sistema de gestión energética.
Otros	Según el diagrama de Pareto otros es la segunda oportunidad de mejora; cabe resaltar que esta parte del apilamiento pertenece al área administrativa, donde los consumos son muy aleatorios; un inconveniente en el seguimiento de estos.
Racks	Este uso energético pertenece a todos los equipos que corresponde al procesamiento de información. Este consumo sería la segunda significancia en la priorización en el proceso de mejora.
Iluminación	La iluminación es la tercera significancia en la priorización en el proceso de mejora.
Circuito fuerza	El control de lo que se conecta en los tomacorrientes, es la cuarta significancia en la priorización en el proceso de mejora.

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Apilamiento de consumos energéticos**

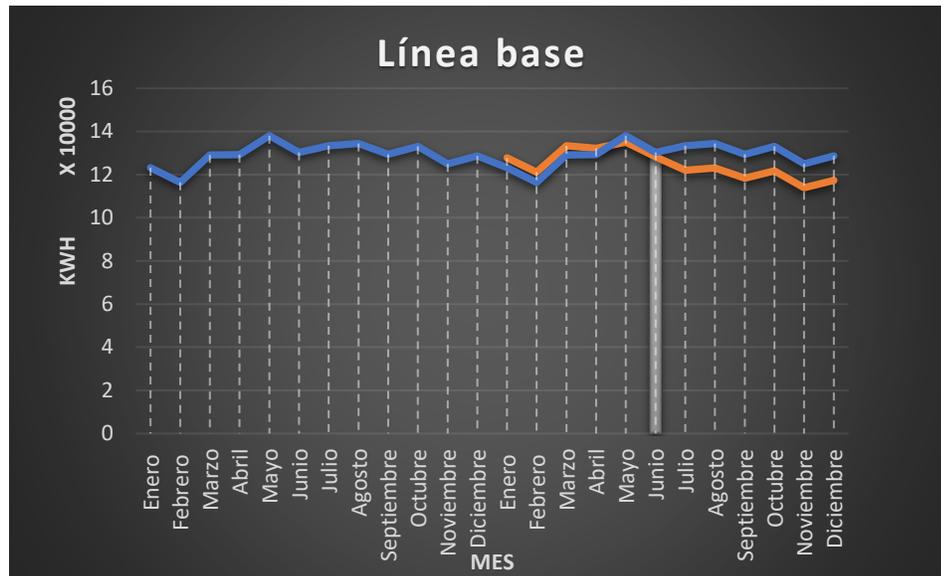


Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Línea base energética

Al definir una línea base energética, se convierte la herramienta de referencia para las futuras mejoras en el sistema de gestión energética. Cuando se tiene una referencia operativa, al cuantificar las mejoras, se observa el impacto que han generado las medidas de acción que ofrece el Sistema de Gestión energética. Cuando se realizan las proyecciones, se logra hacer un comparativo de cómo están influyendo los cambios en la eficiencia de los procesos de la empresa.

Figura 30. Línea base proyectada



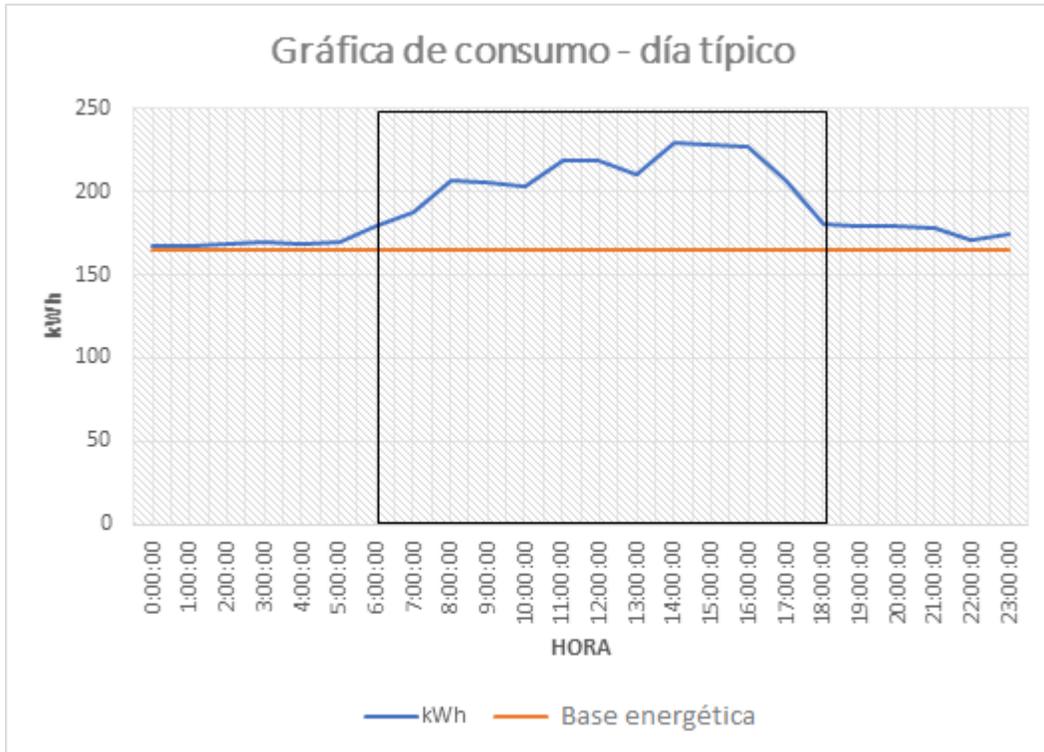
Fuente: elaboración propia.

La línea gris representa el mes de implementación, la línea azul representa la línea base de referencia y la línea anaranjada la línea base futura.

#### 4.4.1. Consumo actual

Para el consumo actual, se grafica el consumo de la empresa en un día ordinario. La línea base representa el consumo que se tienen en la empresa, independientemente si es de día o de noche; si está funcionando el área administrativa o no, si son días festivos o laborales. En el consumo actual se tiene una línea base de 165 kWh.

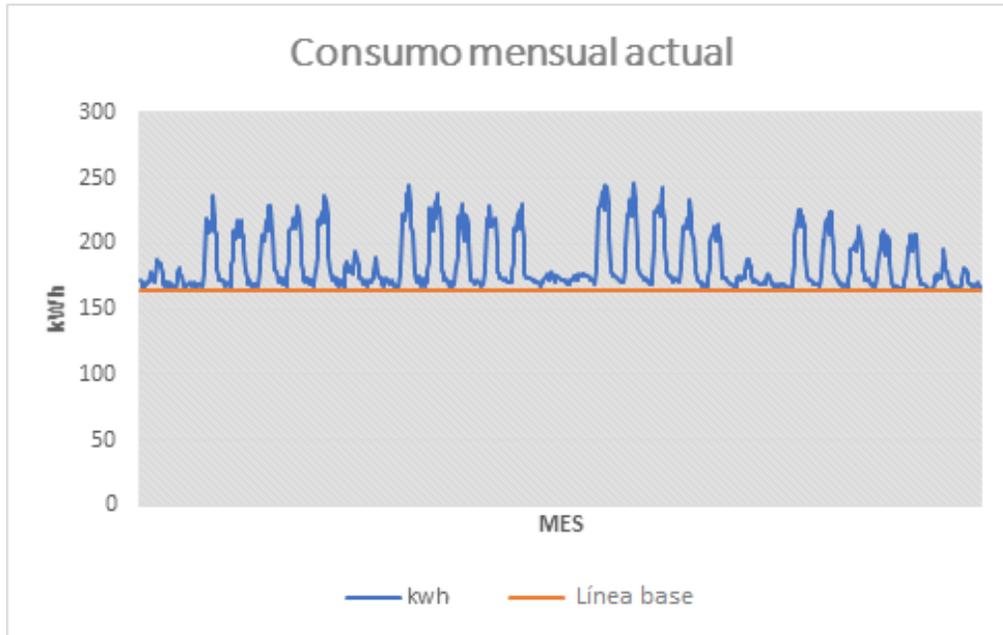
Figura 31. Consumo de un día típico



Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la siguiente gráfica, la línea base energética se mantiene durante todo el mes. Aquí es donde se presenta una oportunidad de mejora representativa, ya que bajaría un bloque de energía constante.

Figura 32. **Consumo mensual actual**

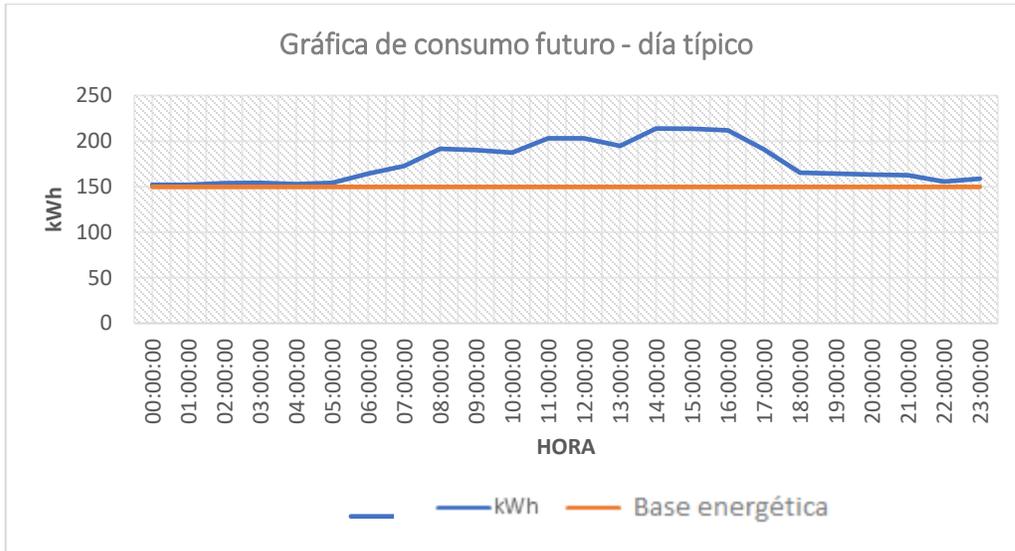


Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.2. **Consumo futuro**

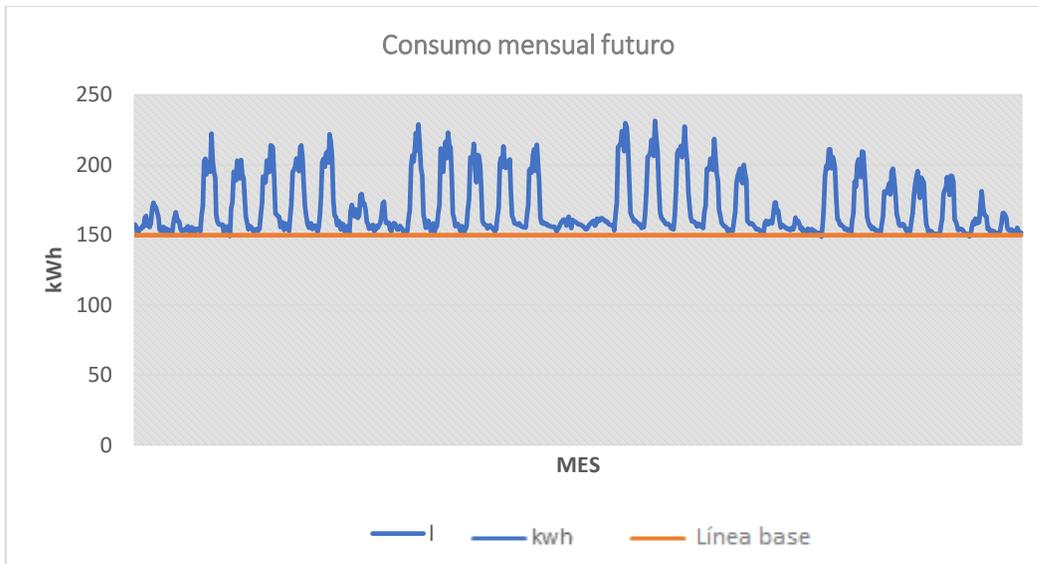
Para el consumo futuro se tiene una proyección de un 12,735 % de ahorro en la potencia de los aires acondicionados. Este porcentaje de ahorro se ve reflejado en el consumo de la base energética. Esto impacta directamente en los consumos que se tienen previstos que funcionan las 24 horas. En el consumo futuro se tiene una línea base de 149,7 kWh. En el consumo futuro el comportamiento energético del área administrativa seguirá siendo el mismo.

Figura 33. Consumo futuro de un día típico



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Consumo mensual futuro



Fuente: elaboración propia.

#### **4.5. Indicadores de desempeño energético**

Los indicadores de desempeño energético estarán monitoreados de tal forma que se acomoden al área de mejora. La empresa ha crecido desproporcionalmente desde sus inicios, nunca se han tenido proyectos de distribución de equipos con base en el área climatizada donde se desarrollan las actividades de flujo de datos. Conforme ha crecido la demanda de los servicios de telecomunicaciones, han adquirido equipos para flujo de datos y los que se han instalado con equipos de diferentes épocas de producción. Estas características de la empresa hacen que se haga necesario un control bastante individualizado conforme se realicen mejoras.

El indicador propuesto para el control de las distintas áreas de la empresa es kWh/m<sup>2</sup>. Las áreas donde se realicen los cambios cumplirán con el concepto de eficiencia que es bastante básico; obtener una meta con la menor cantidad de medios posible u obtener más de la meta con los mismos medios disponibles. Para nuestro caso de estudio se proyecta cubrir la misma área con menos energía.

Para el área de IP, la mejora se espera a partir de los siguientes comportamientos de los consumos.

Tabla XXII. **Análisis de consumo en área IP**

<b>Descripción de 2 suministros de aire acondicionado en IP</b>				
<b>Indicador</b>	$\frac{kWh}{m^2}$	<b>Área</b>	<b>Potencia</b>	<b>Observaciones</b>
Instalado	0,59772358	123	73,52	Sumatoria de las potencias de placa de los 2 equipos
Estimado	0,35863415	123	44,112	Potencia de placa multiplicada por un factor de utilización de los equipos. Equivale al 60 % de la potencia de placa. Se estima un 22,05 kWh por equipo
Actual	0,1703252	123	20,95	Medición realizada en revisión energética

Fuente: elaboración propia.

El indicador actual rondaría entre  $0,1703252 \frac{kWh}{m^2} \pm 5\%$  con una potencia entre los 20 a los 25 kW.

Tabla XXIII. Consumo futuro para área IP

Descripción de 1 suministro de aire acondicionado en IP				
Indicador	$\frac{kWh}{m^2}$	Área	Potencia	Observaciones
Estimado	0,17931707	123	22,056	Potencia de placa multiplicada por un factor de utilización de los equipos. Equivale al 60 % de la potencia de placa. Se estima un 22,05 kWh
Proyectado	0,13170732	123	16,2	Utilizando un solo equipo

Fuente: elaboración propia.

El indicador para el área IP es de  $0,1317 \frac{kWh}{m^2}$ . El indicador debe mantenerse en un rango de un +/- 5 % del proyectado.

En el área de transmisión se propone apagar por completo el aire acondicionado; el indicador es de  $0 \frac{kWh}{m^2}$ .

#### 4.5.1. Propuesta de objetivos, metas y planes de acción

Las propuestas de objetivos y metas darán a la organización las referencias que como logros en materia energética.

Tabla XXIV. **Objetivos, metas y planes de acción para área IP**

Área	Objetivos	Metas	Planes de acción
IP	Definir y mejorar el indicador energético del área.	Implementar una medida de mejora que optimice el indicador energético en menos de un año a partir de la revisión energética.	Redistribuir como se utilizan los equipos de suministro de aire acondicionado.
Transmisión	Definir y mejorar el indicador energético del área.	Mejorar el desempeño del área en los próximos 12 meses después de la revisión energética.	Es necesario realizar el movimiento de racks de datos y deshabilitar por completo el área de transmisión, así lograr apagar el suministro de aire.

Fuente: elaboración propia.

Para los planes de acción del área IP no es necesario hacer ningún tipo de inversión, la mejora consiste en la administración de los equipos, los cuales funcionan sin ningún problema.

En el área de transmisión se debe realizar una inversión inicial, ya que es necesario tercerizar el movimiento de los equipos para otra área. En transmisión se tiene un equipo funcionando el cual está montado en un rack.

El costo para esta mejora y deshabilitar por completo el aire acondicionado del área es de \$ 2 900,00, según cotización realizada a SERMO S.A.

La potencia utilizada en el área de transmisión es de 10,55 kW. Durante un mes de 30 días la energía consumida en esta área es de 7 596 kWh. El monómico energético es de 0,092 dólares. La energía estimada multiplicada por el monómico da costo energético mensual de 698,832 dólares. Haciendo una relación entre la inversión inicial y los ahorros mensuales, se obtiene que la inversión se distribuye en 4,1497 periodos; para este caso de estudio cada periodo es un mes. Se concluye que en aproximadamente 5 meses la inversión es absorbida por los ahorros.

#### **4.6. Adquisición de servicios, equipos y energía**

Definir criterios para la cadena de abastecimiento de la empresa es útil para marcar un antes y después en el desempeño energético, los criterios van orientados a seguir mejorando en la eficiencia energética y asegurar que las nuevas adquisiciones de servicios, equipos y energía estén cubiertas bajo el sistema de gestión energética.

Los criterios deben ser medidas de acción fáciles de ejecutar y que proporcionen información que pueda respaldar buenas prácticas de la empresa en el SGE.

#### **4.6.1. Criterios de desempeño energético para productos**

En la norma ISO 50001 parte de los productos que puede adquirir una empresa son los servicios que terceriza. Entre los servicios pueden ser asesorías, mantenimientos, instalaciones, entre otros. Los criterios para los servicios es la preparación académica que tengan los colaboradores de las empresas que los proporcionen, estos deben ser respaldados por algún diploma de participación o certificación nacional o internacional.

Las empresas deben estar capacitadas en sistemas de gestión energética, preferiblemente en la norma ISO 50001, así la participación en la empresa es de forma responsable y coherente a los intereses de mejorar en eficiencia energética.

#### **4.6.2. Criterios de desempeño energético para energía**

En el desempeño de la energía se debe tener en cuenta ciertos eventos que pueda perjudicar el análisis de los datos que se recolectan de los equipos o medidores. El principal evento que puede afectar los indicadores es una desconexión del suministro eléctrico hacia los equipos. Las desconexiones pueden darse por cuestiones climáticas o de mantenimiento de las líneas de transmisión eléctrica, aunque es muy escasa la probabilidad de no cubrir el suministro, ya que se tienen redundancia en los equipos de generación en caso de emergencia, se debe tener presente la posibilidad de una reducción de consumo en algún periodo de la empresa.

Se hace mención del criterio de desconexión por parte del suministro eléctrico, debido a que la información de consumo que proporciona la comercializadora es parte del control operacional y reflejo de las mejoras

implementadas, al tener una reducción de consumo por desconexión, podría mal interpretarse con una mejora en la eficiencia por parte del sistema de gestión.

Es necesario que la empresa tenga un memorial de todos los acontecimientos que afecten el suministro de energía, esto ayudará cuando se realicen auditorías energéticas o análisis de alguna mejora en determinado tiempo.

#### **4.6.3. Criterios de desempeño energético para equipos**

En el desempeño de equipos se tienen algunas normas de producción internacional en la cuales se puede referenciar para su adquisición. La SEER SCOP son normas que se utilizan específicamente para equipos de climatización. Estas normas proporcionan la eficiencia de los equipos cuando se someten a algunos porcentajes de carga.

La capacidad de suministro y la eficiencia que tengan los equipos deben ser obligatorios para que alguna empresa pueda licitar con la empresa, de no cumplir con alguna certificación de alta eficiencia y que se adecuen a las necesidades de nuestro sistema de gestión, no va a ser considerado como opción en el momento de adquirir cualquier equipo de aire acondicionado.

Si lo equipos poseen SEER o SCOP en su diseño, obligatoriamente deben pertenecer a la clase A+ hasta A+++, según la tabla de evaluación de desempeño.

Figura 35. **Criterio de adquisición de equipos para consumo significativo**

	<b>SEER</b>	<b>SCOP</b>
A+++	SEER $\geq$ 8,50	SCOP $\geq$ 5,10
A++	6,10 $\leq$ SEER < 8,50	4,60 $\leq$ SCOP < 5,10
A+	5,60 $\leq$ SEER < 6,10	4,00 $\leq$ SCOP < 4,60
A	5,10 $\leq$ SEER < 5,60	3,40 $\leq$ SCOP < 4,00
B	4,60 $\leq$ SEER < 5,10	3,10 $\leq$ SCOP < 3,40
C	4,10 $\leq$ SEER < 4,60	2,80 $\leq$ SCOP < 3,10
D	3,60 $\leq$ SEER < 4,10	2,50 $\leq$ SCOP < 2,80
E	3,10 $\leq$ SEER < 3,60	2,20 $\leq$ SCOP < 2,50
F	2,60 $\leq$ SEER < 3,10	1,90 $\leq$ SCOP < 2,20
G	SEER < 2,60	SCOP < 1,90

Fuente: Nergiza. *EER, COP, SEER y SCOP: midiendo la eficiencia del aire acondicionado.*

[https://nergiza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado.](https://nergiza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado)

Consulta: 12 de marzo de 2019.

#### 4.7. Propuesta de seguimiento y medición

Cuando se realiza alguna mejora en alguna área, es necesario darle un seguimiento del comportamiento energético, medir el consumo del área para monitorear la eficiencia del área.

##### 4.7.1. Herramientas y variables

La norma ISO 50,001 recomienda un seguimiento según las características de las áreas a monitorear.

La medición puede abarcar desde sólo los medidores de la compañía eléctrica para pequeñas organizaciones hasta sistemas completos de seguimiento y medición conectados a una aplicación de software capaz de consolidar datos y entregar análisis automáticos. Depende de cada organización el determinar los medios y métodos de medición. La organización debe definir y revisar periódicamente sus necesidades de medición. La organización debe asegurar que el equipo usado en el seguimiento y medición de las características clave proporcione información exacta y repetible. Deben mantenerse los registros de las calibraciones y de las otras formas de establecer la exactitud y repetibilidad.

La organización debe investigar y responder a desviaciones significativas del desempeño energético.

Los resultados de estas actividades deben mantenerse.<sup>20</sup>

Actualmente, existe una gran variedad de equipo con los que se puede monitorear muchas variables del comportamiento energético. Estos equipos cuentan con una memoria donde almacena los datos recabados en el punto donde se instala y los cuales pueden servir de referencia para corroborar el desempeño energético.

Se recomienda un equipo multifuncional para el monitoreo. Un EasyLogic PM2110 de Schneider Electric puede ser una buena opción para la empresa. Sus características se acoplan a la medición de las variables que se necesitan analizar en la calidad de energía. Este equipo proporciona 64 muestras por ciclo.

---

<sup>20</sup> Secretaría Central de ISO. *Norma internacional ISO 50 001*. p. 12.

Figura 36. **Equipo de medición local propuesto**



Fuente: Schneider Electric. *METSEPM2110*. <https://www.schneider-electric.cl/es/product/METSEPM2110/easylogic-pm2110---power-%26-energy-meter---total-harmonic---led---pulse---class-1/?range=63370-iem2000&node=4134659499-multi-function-power-meter&parent-category-id=4100&parent-subcategory-id=4115>. Consulta: 20 de marzo de 2019.

Tabla XXV. **Descripción de equipo de medición local propuesto**

Características	Descripción
Aplicación de dispositivo	monitoreo de potencia facturación sub
Medición	potencia aparente (total) potencia activa y reactiva (total) THDI distorsión armónica de corriente total (por fase) THDV distorsión armónica de voltaje total (por fase)

Continuación de la tabla XXV.

	<p>potencia aparente total  potencia activa y reactiva total  corriente  voltaje (promedio)  frecuencia (promedio)  factor de potencia (promedio)</p>
Precisión	<p>+/- 0,05 % frecuencia  +/- 1 % energía reactiva  +/- 0,5 % corriente  +/- 0,5 % tensión  +/- 0,01 % factor de potencia  +/- 1 % potencia activa  +/- 1 % potencia aparente  +/- 1 % energía activa</p>

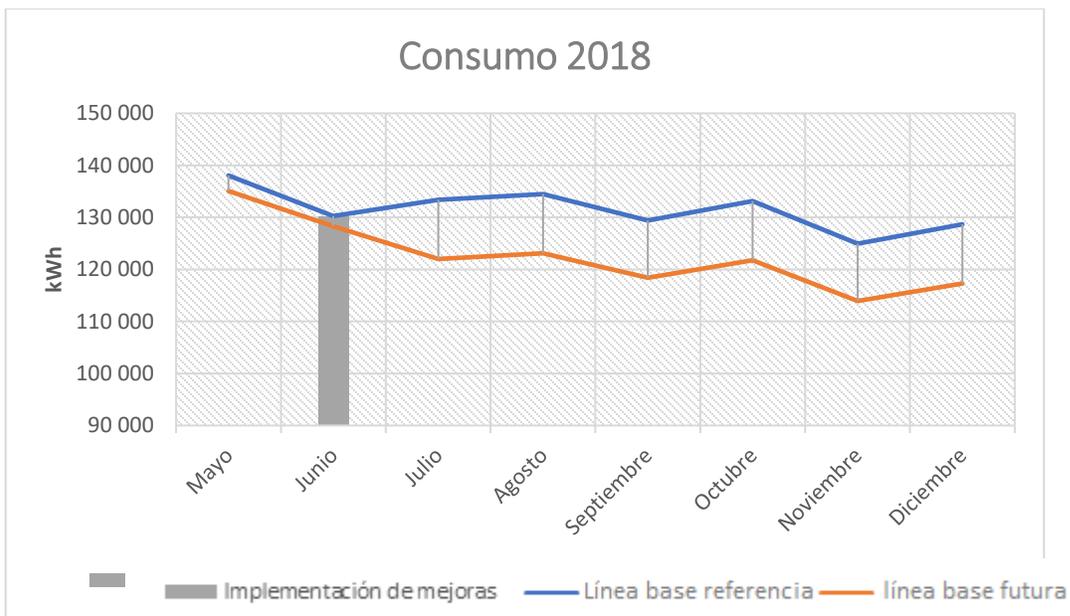
Fuente: Schneider Electric. *METSEPM2110*. <https://www.schneider-electric.cl/es/product/METSEPM2110/easylogic-pm2110---power-%26-energy-meter---total-harmonic---led---pulse---class-1/?range=63370-iem2000&node=4134659499-multi-function-power-meter&parent-category-id=4100&parent-subcategory-id=4115>. Consulta: 20 de marzo de 2019.

El tener una base de datos de información confiable, asegura la buena toma de decisiones para el SGE<sub>n</sub>. La interpretación de datos energéticos pasa a ser un tema crucial para el monitoreo y seguimiento de las mejoras.

#### 4.8. Proyecciones de reducción de costos operativos

Los costos operativos energéticos de la empresa se calculan en base a un monómico donde se incluye el costo de la potencia y la energía, \$ 0,098 corresponde para cada kWh, este se multiplica por la energía consumida en el mes. La proyección del consumo se hace a partir de la implementación, que es el segundo semestre del año 2018. Utilizando la línea base de referencia y la línea base futura, se puede visualizar la diferencia del consumo de julio a diciembre.

Figura 37. Comparativo de consumos reales y proyectados



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Comparativo de costos energéticos reales y estimados de energía eléctrica**

<b>Mes</b>	<b>kWh real 2017</b>	<b>Costo en \$</b>	<b>kWh proyectados 2018</b>	<b>Costo estimado en \$</b>
<b>Julio</b>	133 379,00	13 071,14	121 995,80	11 955,59
<b>Agosto</b>	134 473,00	13 178,35	123 089,80	12 062,80
<b>Septiembre</b>	129 395,00	12 680,71	118 379,00	11 601,14
<b>Octubre</b>	133 139,00	13 047,62	121 755,80	11 932,07
<b>Noviembre</b>	124 947,00	12 244,81	113 931,00	11 165,24
<b>Diciembre</b>	128 678,00	12 610,44	117 294,80	11 494,89
<b>Total</b>	784 011,00	76 833,08	716 446,20	70 211,73

Fuente: elaboración propia.

La diferencia del consumo proyectado es de 67 564,80 kWh en los 6 meses posteriores a la implementación, esto representa un total de \$ 6 621,35 de reducción de costos operativos. Estos cálculos se pueden seguir proyectado hasta un año si así lo desea la empresa.

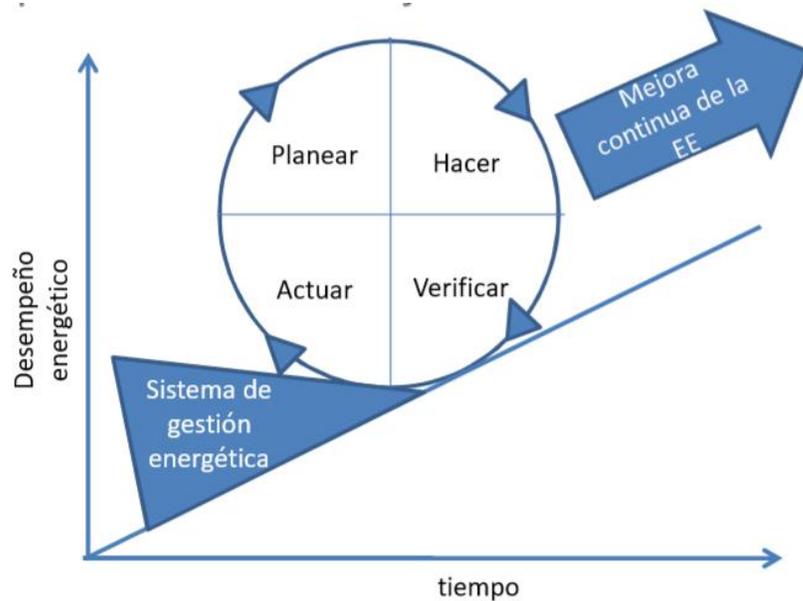


## 5. MEJORA CONTINUA

### 5.1. Monitoreo

Un sistema de gestión busca sistematizar y aunar esfuerzos, estos deben de orientarse a una mejora continua y lograr así que la organización mejore su desempeño energético con respecto al tiempo. Es importante visualizar la importancia de un SGE, ya que es la cuña donde se sostienen los esfuerzos y no permite que se retroceda en la eficiencia energética.

Figura 38. **Bases de la gestión energética propuestas por ISO**



Fuente: Agencia Chilena de Eficiencia Energética. *Guía de la energía e ISO 50001*. p 14.

Tabla XXVII. **Requerimientos medulares de la norma ISO 50 001**

<b>Puntos de los requerimientos medulares que deben ser monitoreados</b>	
<b>Esquema PHVA de las normas ISO</b>	<b>Requerimientos</b>
<b>Planificación</b>	Revisión energética Línea base energética Indicadores de desempeño energético Objetivos energéticos, metas energéticas y plan de acción de gestión de la energía
<b>Hacer</b>	Control operacional Diseño Compra de servicios energéticos, productos, equipos y energía
<b>Verificar</b>	Monitoreo, medición y análisis
<b>Actuar</b>	No aplica

Fuente: elaboración propia.

Para el seguimiento de los requerimientos medulares de la norma ISO 50 001 desarrollados en este trabajo, es necesario definir actividades donde se involucren las diferentes áreas de la empresa. Entre las actividades están: reuniones, mesas redondas, participación de los colaboradores, auditorías, entre otros.

### **5.1.1. Reuniones de evaluación**

En las reuniones de evaluación se estarán repasando los requerimientos medulares de la norma ISO 50 001. Esto ayudará como retroalimentación del pasado, presente y futuro del SGE que se tiene en la organización. Los requerimientos estructurales pasarán a ser parte de todo el sistema cuando se desee tener la certificación de la norma ISO 50 001. Las reuniones de evaluación

se realizan cada 4 meses, se concreta 3 durante todo el año. En estas reuniones es necesario aunar toda la información relevante que pasó en el periodo transcurrido.

En todas las reuniones de evaluación es necesario dejar una constancia de lo discutido y cualquier actividad o acción que se haya concretado, una minuta puede ser una buena herramienta para esta actividad. La minuta resultante debe ser firmada por todas las partes participantes, autenticando la información proporcionada y así compartirla con todas las personas involucradas en el SGE.

Al iniciar las reuniones es necesario repasar los pendientes, que corresponde a la última minuta; de esta forma se puede hacer mención de algún tema inconcluso o que se le debió dar seguimiento para discutir su estado actual.

Una agenda propuesta para las reuniones es la siguiente:

Tabla XXVIII. **Agenda propuesta para reuniones de los requerimientos medulares para norma ISO 50 001**

<b>Agenda para requerimientos medulares de la norma ISO 50 001</b>		
<b>Tema</b>	<b>Descripción</b>	<b>Observaciones</b>
Línea base energética	Analizar el comportamiento energético de la empresa con respecto a las potencias registradas y la energía consumida.	Para el análisis de la línea base, se utiliza la información proporcionada por la comercializadora de energía.
Objetivos, metas y planes de acción	Recalcar cuales son los objetivos y metas de la empresa en temas de eficiencia energética. Definir los planes de acción	Cuando se tienen a todas las áreas de la empresa reunidas para evaluar los planes de acción, se concretan acciones objetivas, donde las directrices para lograr las

Continuación de la tabla XXVIII.

	con los que se llevan a cabo los objetivos y la metas.	metas y los objetivos son coherentes desde todos los puntos de vista, tanto económicos, técnicos y operativos.
Compra de servicios, productos, equipos y energía	Analizar en conjunto alguna compra necesaria y de importancia para que la empresa sea más eficiente.	Aunque la empresa tenga definidos los criterios de compra de equipos y de adquisición de servicios, es necesarios consensuar la importancia de un nuevo criterio o si es necesario cumplir con algún requerimiento legal impuesto por normativas estatales o internacionales.
Monitoreo, medición y análisis	Exponer los avances técnicos y administrativos que tiene la empresa en saber cómo consume su energía.	Concretamente el departamento de ingeniería debe expones como ha dado seguimiento internamente al consumo energético.

Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2. Mesas redondas de equipos de trabajo

Las mesas redondas son muy útiles cuando se necesita tratar temas urgentes y de alta importancia. Esta actividad puede llevarse a cabo por áreas o equipos de trabajo. Cada área puede reunir a su personal para discutir un tema relacionado a la eficiencia energética. A diferencia de las reuniones de evaluación, en estas se improvisa la agenda del tema a tratar; su programación queda al criterio de los interesados en llevar a cabo alguna de estas actividades.

Un ejemplo muy puntual de la mesa redonda puede ser, cuando se realicen cambios en las normativas de la ISO 50 001, nacionales o internacionales con respecto a eficiencia energética o el sistema de gestión energética, se convoca a una mesa redonda, donde todas las partes involucradas en el SGE de la empresa puedan conocer los nuevos criterios de las normativas.

La mesa redonda tiene su característica en ser informativa o para resolver dudas con respecto a un tema en específico; puede que al realizarse se tenga un debate de opiniones y tal vez se concrete algún criterio para implementar las medidas en el SGE de la empresa. Por estas razones, es necesario documentar la actividad con una minuta donde se pueda describir a grandes rasgos lo hablado y concretado.

### **5.1.3. Buzón de sugerencias**

Como apoyo a la empresa en la búsqueda de la eficiencia energética, es tener una vía de comunicación para problemas, sugerencias, felicitaciones, entre otras, relacionados con temas energéticos que se puedan tener dentro de la empresa.

Las características de esta técnica de retroalimentación para la empresa, tiene dos vías de pronunciación, pueden ser anónimas o con nombre y apellido de la persona que lo envía. Para crear una cultura de información y no tener repercusiones negativas a la persona, es aconsejable tener un correo donde puedan enviar sus opiniones y algún medio físico donde se asegure el anonimato del colaborador.

La persona encargada del SGE debe de incluir y documentar todo lo mencionado en el buzón, para luego ser discutido en alguna mesa redonda o en las reuniones de evaluación.

## 5.2. Auditoría interna del sistema de gestión energética

Citando la norma ISO 50 001 indica:

La organización debe llevar a cabo auditorías internas a intervalos planificados para asegurar que el SGEN:

- cumple con las disposiciones planificadas para la gestión de la energía, incluyendo los requisitos de esta Norma Internacional;
- cumple con los objetivos y metas energéticas establecidos;
- se implementa y se mantiene eficazmente, y mejora el desempeño energético.

Debe desarrollarse un plan y un cronograma de auditorías considerando el estado y la importancia de los procesos y las áreas a auditar, así como los resultados de auditorías previas.

La selección de los auditores y la realización de las auditorías deben asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.

Deben mantenerse registros de los resultados de las auditorías e informar a la alta dirección.<sup>21</sup>

La auditoría interna juega un papel muy importante para el SGEN. En esta actividad se buscan las fortalezas y deficiencias del sistema. Para cumplir con los ítems establecidos por la norma, se debe preparar y capacitar a todo el personal que tiene relación con el SGEN.

### 5.2.1. Capacitación del personal en auditorías internas de la ISO 50 001

Para las auditorías internas del SGEN las personas involucradas deben de cumplir con algunos conocimientos básico-técnicos y administrativos con los que puedan relacionar la importancia de cada requerimiento de la norma y el caso de estudio que se esté realizando.

El perfil de conocimientos puede ser el siguiente:

---

<sup>21</sup> Secretaría Central de ISO. *Norma internacional ISO 50 001*. p. 12.

- Evaluación energética, orientado a la ISO 50 001
- Eficiencia energética por sistemas; vapor, motores eléctricos, refrigeración, aire acondicionado, iluminación, entre otros.
- Administración de la demanda, consumos energéticos.
- Energías renovables

Los temas propuestos deben ser impartidos por expertos en cada materia y desarrollados en una capacitación interna por parte de la empresa para todos sus colaboradores. Aunque la empresa no tenga dentro de sus procesos motores eléctricos o sistemas de vapor, por ejemplo, es necesario que estos temas sean incluidos en la capacitación; que logran cubrir todas las áreas en materia energética que comprende un sistema de gestión energética. Estos conocimientos harán que los colaboradores cuenten con una experticia básica para interpretar las variables o indicadores que puedan surgir al definir un SGEEn.

### **5.2.2. Periodicidad de auditorías**

Las auditorías internas deben de realizarse una vez al año. Estas unifican la información producida por todas las áreas de la empresa involucradas en el SGEEn. Al final de la auditoría, es necesario concretar un documento que contenga toda la información recolectada durante la actividad.

Las auditorías van orientadas a la mejora, por lo tanto: si alguna buena práctica ha ayudado a el mejoramiento de algún proceso, es necesario documentarlo y plantear su implementación en otras áreas; si se encontrara una no conformidad, documentarla y plantear como puede ser mejorada y definir cómo será el seguimiento hasta lograr desvanecer la no conformidad. Las no conformidades son incumplimientos en alguna meta y objetivo establecido anteriormente por los involucrados en el SGEEn.

Sobre las no conformidades, la norma ISO 50 001 indica que:

La organización debe tratar las no conformidades reales y potenciales haciendo correcciones, y tomando acciones correctivas y preventivas, incluyendo las siguientes:

- a) revisión de no conformidades reales o potenciales;
- b) determinación de las causas de las no conformidades reales o potenciales;
- c) evaluación de la necesidad de acciones para asegurar que las no conformidades no ocurran o no vuelvan a ocurrir;
- d) determinación e implementación de la acción apropiada necesaria;
- e) mantenimiento de registros de acciones correctivas y acciones preventivas;
- f) revisión de la eficacia de las acciones correctivas o de las acciones preventivas tomadas.

Las acciones correctivas y las acciones preventivas deben ser apropiadas para la magnitud de los problemas reales o potenciales encontrados y a las consecuencias en el desempeño energético.

La organización debe asegurar que cualquier cambio necesario se incorpore al SGE.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup>Secretaría Central de ISO. Norma internacional ISO 50 001. p. 14.

## CONCLUSIONES

1. La importancia de la revisión de los requerimientos legales internos y externos a la empresa radica en que el diseño de un sistema de gestión debe adecuarse integralmente a la legislación del país y de las políticas internas de la institución. Actualmente, el país no presenta ninguna normativa en eficiencia energética y la empresa está realizando sus primeros pasos en su mejora en el consumo energético.
2. El levantamiento de equipos se realizó durante la revisión energética, tomando nota de los consumos energéticos reales y los descritos en placa de las características técnicas del fabricante. Esto proporcionó un panorama energético de la potencia instalada en equipos y cuál es la potencia consumida realmente.
3. El consumo más significativo para la empresa son los aires acondicionados, este representa una potencia de 120 139 kW equivalente al 52 % del total del consumo. Como indica la norma ISO 50 001, se prioriza el análisis y la búsqueda de una mejora en la eficiencia energética en este consumo; se, reduce 15,30 kW de potencia, equivalente a 12,30 % de este consumo.
4. Las características del consumo energético de la empresa son las siguientes: se cuenta con un consumo constate de 165 kW de potencia, esta base de consumo se mantiene las 24 horas del día los 365 días del año; entre los horarios de 6:00 a.m a 6:00 p.m cuando funciona el área administrativa; se identificaron consumos de hasta 229 kW de potencia.

De los 165 kW de potencia base, 120,1339 kW son del consumo de aire acondicionado.

5. En la aplicación de la regresión lineal, utilizando la energía consumida y el área superficial donde se encuentran los equipos de aire acondicionado, se identificó una correlación de  $R^2 = 0,803$  siendo 0,80 la tolerancia mínima para afirmar que si existe una correlación entre las variables utilizadas. Concretan el indicador energético de esta forma:

$$\text{Indicador energético} = \frac{kWh}{m^2}$$

Donde:

- kWh es la energía consumida en una hora.
  - $m^2$  es el área superficial donde se encuentran los equipos de climatización.
6. La implementación de las propuestas de mejora representaría un ahorro de consumo energético en los primeros 6 meses de 67 564,80 kWh equivalente a un costo de \$ 6 621,35 dólares. Los costos en los que incurriría la empresa para la implementación de las propuestas son de \$ 2 900,00 dólares, para el traslado de equipos de datos.
  7. El desempeño energético se mantendrá mejorando en el tiempo con el apoyo del sistema de gestión energética. Sobre este sistema encontramos una metodología muy propia de las normas ISO. Esta metodología es planificar, implementar, revisar y mejorar. Con estos criterios se proponen herramientas de evaluación y control que garantice la mejora continua del sistema. Reuniones de evaluación, mesas redondas, buzón de sugerencias y auditorías internas son herramientas de seguimiento propuestas para la empresa.

## RECOMENDACIONES

1. Establecer revisiones energéticas con las que se pueda dar una trazabilidad del consumo energético. Saber cómo se gasta cada kilowatt de energía, es un proceso dinámico y progresivo que debe de involucrar a todo el personal de la organización.
2. Las especificaciones técnicas y de diseño para la adquisición de equipos y servicios deben ser en base a criterios de eficiencia energética, para que independientemente de que proveedor se le adjudique la compra, cumpla con estándares internacionales de eficiencia.
3. Definir un indicador energético para cada consumo de la empresa. El indicador siempre debe de ir relacionado con la energía utilizada para su funcionamiento. La regresión lineal puede ser una buena herramienta para saber la correlación entre sus variables.
4. Utilizar la línea base energética siempre que se desee realizar alguna comparación de mejora de eficiencia energética. De haber algún cambio significativo en el comportamiento energético, cambiar la línea base energética.
5. La eficiencia energética es un tema que se está desarrollando e implementando en muchos países de forma obligatoria para la industria. Es recomendable anticiparse a las futuras normativas estatales e

internacionales para no caer en un gasto significativo al querer implementar un sistema de gestión de energética.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Chilena de Eficiencia Energética, achee. *Guía de implementación sistema de gestión de la energía basada en la ISO 50001* [en línea]. <<https://www.itba.edu.ar/intranet/ols/wp-content/uploads/sites/4/2016/10/Gu%C3%ADa-ISO-50001.pdf>> [Consulta: junio de 2018].
2. Asociación Española para la Calidad, aec. *Gestión de la energía*. [en línea]. <<https://www.aec.es/web/guest/centroconocimiento/gestion-de-la-energia>>. [Consulta: mayo de 2018].
3. Bioconstrucción y Energía Alternativa, edge. *Certificación EDGE*. [en línea]. <<https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>>. [Consulta: abril de 2018].
4. Blog calidad y excelencia, isotools. *¿Qué son las normas ISO y cuál es su finalidad?* [en línea]. <<https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/>>. [Consulta: abril de 2018].
5. Civita. *Edificios verdes*. [en línea]. <<http://civita.com.mx/beneficios-requisitos-certificacion-leed/>>. [Consulta: mayo de 2018].

6. CNEE. *Grandes usuarios.* [en línea]. <<http://www.cnee.gob.gt/xhtml/informacion/grandesusuarios/2009/4%20Demanda%20Firme.pdf>>. [Consulta: marzo de 2019].
7. Consultores de Sistemas de Gestión, Integra. *Sistemas de gestión.* [en línea]. <<https://www.consultoresdesistemasdegestion.es/sistemas-de-gestion/>>. [Consulta: mayo de 2018].
8. DE LAIRE PEIRANO, Michel. *Gestión de la energía e ISO 50001.* [en línea]. <[http://www.duoc.cl/sustentable/pdf/AChEE\\_MichelDeLaire.pdf](http://www.duoc.cl/sustentable/pdf/AChEE_MichelDeLaire.pdf)>. [Consulta: mayo de 2018].
9. Iniciativa Energía. *Norma ISO 50001.* [en línea]. <<https://www.iniciativaenergia.mx/eficiencia-energetica/norma-iso-50001>>. [Consulta: mayo de 2018].
10. NERGIZA. *EER, COP, SEER y SCOP: midiendo la eficiencia del aire acondicionado.* [en línea]. <<https://nergiza.com/eer-cop-seer-y-scop-midiendo-la-eficiencia-del-aire-acondicionado>>. [Consulta: de febrero de 2019].
11. News, penn state. *Thinking of a green energy Project? Expert urges conservation first.* [en línea]. <<https://news.psu.edu/story/169254/2010/03/31/thinking-green-energy-project-expert-urges-conservation-first>>. [Consulta: mayo de 2018].
12. Samsung. *¿Qué es un BTU en un aire acondicionado y calcular el tamaño correcto?* [en línea].

<<https://www.samsung.com/co/support/home-appliances/air-conditioning-what-is-btu-in-an-air-conditioning-and-how-to-calculate-the-correct-size/>>. [Consulta: mayo 2018].

13. Secretaría Central de ISO. *Norma internacional ISO 50001*. Suiza: ISO, 2011. 34 p.



# ANEXO

## 1. Cotización de empresa para movimiento de rack en centro de datos



### COMPAÑÍA SERMO, S.A.

7ma Calle "B" 20-05 VSJ1 Zona 4 de Mixco, Guatemala, C.A. NIT: 10373062-1  
TELS. (502) 2293-9271 y (502) 5462-7016 info@sermogt.com

SM-190409  
Guatemala, 09 de abril 2019

Sres.  
ECONOVA, S.A.  
Presente

Atención

**Ing. Gregory Concuan**

Por este medio sometemos a su consideración la cotización para el siguiente servicio:

#### 1. (01) Movimiento de Rack en Data Center

#### En las que se realizaran las tareas que a continuación se describen:

- Mano de obra para el desmontaje y montaje de los equipos con sus bases.
- Cableado del equipo hasta la nueva ubicación. (cable incluido)
- Testeo de las terminales de todos los cables a instalar.

#### PRECIO DE

VENTA.....U

**SD 2,900.00**

#### CONDICIONES DE COMPRA

Forma de Pago:	Contado
Tiempo de Entrega:	3 días
Lugar de Entrega:	Indicar
IVA:	Incluido
Validez de la oferta:	2 Semanas

El alcance de este presupuesto se considera únicamente para suministro. Cualquier duda o comentario será un gusto poderle asesorar.

Atentamente,

Sergio Motta



