



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

**DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA BASADO EN LAS  
NORMAS ISO 50001 Y 50002 PARA EL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA**

**Enrique Isaac Colindres Orellana**  
Asesorado por el Ing. Luis Miguel Lepe Díaz

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA BASADO EN LAS  
NORMAS ISO 50001 Y 50002 PARA EL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ENRIQUE ISAAC COLINDRES ORELLANA**

ASESORADO POR EL ING. LUIS MIGUEL LEPE DÍAZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

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. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

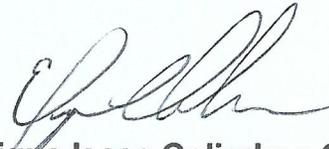
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
EXAMINADOR	Ing. Luis Manuel Pérez Archila
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **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:

**DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA BASADO EN LAS  
NORMAS ISO 50001 Y 50002 PARA EL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 24 de julio de 2018.



**Enrique Isaac Colindres Orellana**

Guatemala, 08 de noviembre de 2018

Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz  
Coordinador Área de Tecnología y Energía  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ing. Estrada:

Por este medio le informo que después de revisar los avances de la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **“DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA BASADO EN LAS NORMAS ISO 50001 Y 50002 PARA EL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA”**, el cual está a cargo del estudiante universitario **Enrique Isaac Colindres Orellana** quien se identifica con número de registro académico **2012 13244**, hago constar que el trabajo ha sido revisado por mi persona, autorizando su publicación sin ningún inconveniente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.



**Luis Miguel Lepe Díaz**  
Ingeniero Electricista  
Col. 15,634

Ing. Luis Miguel Lepe Díaz  
Ingeniero Electricista  
Col. 15,634  
Asesor



Guatemala, 21 de noviembre de 2018.  
Ref.EPS.DOC.981.11.18.

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

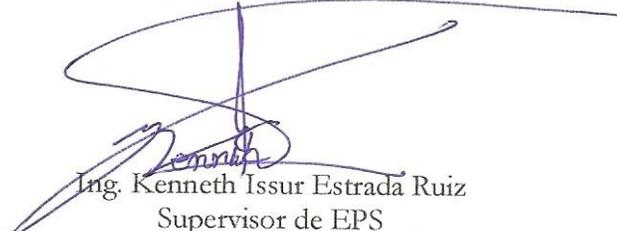
Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Enrique Isaac Colindres Orellana** de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Registro Académico No. **201213244** y **CUI 2588 13601 0108**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA BASADO EN LAS NORMAS ISO 50001 Y 50002 PARA EL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñada Todos”



Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz  
Supervisor de EPS

Área de Ingeniería Eléctrica



c.c. Archivo  
KIER/ra



Guatemala 21 de noviembre de 2018.  
Ref.EPS.D.453.11.18.

Ing. Otto Fernando Andrino González  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Andrino González:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA BASADO EN LAS NORMAS ISO 50001 Y 50002 PARA EL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Enrique Isaac Colindres Orellana**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Luis Miguel Lepe Díaz y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y del Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF. EIME 50. 2019.

21 de JUNIO 2019.

Señor Director

Ing. Otto Fernando Andrino González

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:  
**DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA  
BASADO EN LAS NORMAS ISO 50001 Y 50002 PARA EL  
PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA,** del estudiante;  
**Enrique Isaac Colindres Orellana** que cumple con los requisitos  
establecidos para tal fin.

**Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.**

Atentamente,  
**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. ~~Sabir Cabezas Durán~~  
Coordinador de Potencia





**REF. EIME 50. 2019.**

**El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación de el estudiante: ENRIQUE ISAAC COLINDRES ORELLANA titulado: DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA BASADO EN LAS NORMAS ISO 50001 Y 50002 PARA EL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA, procede a la autorización del mismo.**

**Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo**



**GUATEMALA, 23 DE SEPTIEMBRE 2019.**



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 Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA BASADO EN LAS NORMAS ISO 50001 Y 50002 PARA EL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA**, presentado por el estudiante universitario: **Enrique Isaac Colindres Orellana**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, Noviembre de 2019



AACE/asga  
cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Mis padres</b>	Rebeca Orellana y Marco Colindres por su apoyo y amor.
<b>Mis hermanos</b>	Pablo y Manuel por su compañía y cariño.
<b>Mi abuela</b>	Rita Ayala (q.e.p.d.) por ser mi segunda madre y por toda la sabiduría que compartió.
<b>Andrea Borrayo</b>	Por su cariño y apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi alma máter, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme los conocimientos necesarios para mi vida profesional.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por su apoyo e influencia en mi carrera y por todos aquellos momentos compartidos.
<b>Mis amigos del colegio</b>	Por su amistad y por siempre estar al pendiente de mis avances.
<b>Mi asesor</b>	Luis Lepe, por su tiempo y apoyo en la elaboración de este proyecto.
<b>Ministerio de Energía y Minas</b>	Por permitir la realización de mi trabajo de graduación a través de su asesoramiento técnico.
<b>Administración del Palacio Nacional de la Cultura</b>	Por haberme dado la oportunidad de realizar este proyecto en sus instalaciones.
<b>Ing. Francisco González</b>	Por su amistad, apoyo y confianza.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN .....	1
1.1. Reseña histórica.....	1
1.2. Misión .....	1
1.3. Visión.....	2
1.4. Ubicación.....	2
1.5. Población.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Política energética 2013-2027 .....	5
2.1.1. Cuarto eje: ahorro y uso eficiente de la energía .....	5
2.2. Normas ISO.....	6
2.2.1. ISO 50001 Sistemas de Gestión de la Energía .....	6
2.2.2. ISO 50002 auditorías energéticas .....	7
2.3. Parámetros de medición.....	8
2.3.1. Potencia eléctrica .....	8
2.3.2. Energía eléctrica.....	9
2.4. Eficiencia energética .....	9
2.5. Gestión energética .....	9

2.5.1.	Planificación energética .....	10
2.5.2.	Línea base energética.....	10
2.5.3.	Indicadores de desempeño energético .....	10
2.6.	Cambio climático.....	11
2.6.1.	Compromisos y acuerdos globales sobre el cambio climático en Guatemala .....	11
2.6.1.1.	Convención marco de la Naciones Unidas para el cambio climático.....	12
2.6.1.2.	Acuerdo de Paris.....	12
2.6.1.3.	Protocolo de Kyoto .....	12
2.6.2.	Gases efecto invernadero .....	13
2.6.3.	Domótica .....	13
3.	DIAGNÓSTICO.....	15
3.1.	Consumo eléctrico.....	15
3.1.1.	Potencia activa .....	16
3.1.2.	Análisis de facturación de consumo eléctrico.....	22
3.2.	Identificación de consumos .....	25
3.2.1.	Índice de prestación energética.....	26
3.3.	Identificación de hábitos de consumo .....	27
3.3.1.	Encuesta sobre consumos energéticos.....	27
4.	PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA EL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA .....	39
4.1.	Responsabilidad de la dirección.....	41
4.1.1.	Representante de la dirección.....	41
4.2.	Política energética.....	42
4.3.	Planificación energética .....	43
4.3.1.	Requerimientos legales .....	44

4.3.2.	Revisión energética .....	45
4.3.2.1.	Análisis del uso y consumo de la energía eléctrica .....	46
4.3.2.2.	Identificación de las áreas de consumo significativo.....	49
4.3.2.3.	Identificación de las oportunidades de mejora del desempeño energético.....	53
4.3.3.	Línea base energética .....	56
4.3.4.	Indicadores de desempeño energético.....	58
4.3.5.	Objetivos, metas y planes de acción .....	59
4.4.	Implementación y operación.....	62
4.4.1.	Competencia, formación y toma de conciencia .....	63
4.4.2.	Comunicación.....	65
4.4.3.	Documentación.....	65
4.4.3.1.	Requisitos de la documentación .....	65
4.4.3.2.	Control de los documentos .....	67
4.4.4.	Control operacional.....	68
4.4.5.	Diseño .....	71
4.4.6.	Procesos de adquisición de servicios de energía, productos y equipos eléctricos.....	73
4.5.	Verificación.....	75
4.5.1.	Seguimiento, medición y análisis.....	75
4.5.2.	Evaluación de cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos .....	78
4.5.3.	Auditorías internas del plan de gestión energética eléctrica .....	80
4.5.4.	No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva.....	81
4.5.5.	Control de los registros .....	84

4.6.	Revisión por la dirección .....	85
4.6.1.	Información de entrada para la revisión de los requisitos .....	86
4.6.2.	Resultados de la revisión .....	86
4.7.	Indicadores de cumplimiento de ahorro energético.....	87
4.8.	Adecuación de paneles solares .....	88
5.	CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO .....	93
5.1.	Energía eléctrica .....	93
5.1.1.	Cálculo de emisiones históricas de efecto invernadero .....	94
5.1.2.	Proyección de emisión gases efecto invernadero ...	95
6.	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	97
6.1.	Análisis económico de las propuestas planteadas.....	97
6.1.1.	Buenas prácticas y hábitos de consumo .....	98
6.1.2.	Instalación de sistema fotovoltaico.....	99
	CONCLUSIONES.....	101
	RECOMENDACIONES .....	103
	BIBLIOGRAFÍA.....	105
	APÉNDICES.....	107
	ANEXOS.....	151

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Curva de carga del lunes .....	18
2.	Curva de carga del martes .....	18
3.	Curva de carga del miércoles.....	19
4.	Curva de carga del jueves.....	19
5.	Curva de carga del viernes .....	20
6.	Curva de carga del sábado .....	20
7.	Curva de carga del domingo .....	21
8.	Curva de carga de asueto .....	21
9.	Consumos de energía eléctrica en los últimos tres años .....	25
10.	Encuesta .....	28
11.	¿Cuál es su horario de trabajo? .....	29
12.	¿Eventualmente deja las luces encendidas cuando sale de una sala y esta queda vacía? .....	29
13.	¿Tiene conocimiento de la configuración de ahorro de energía en los equipos electrónicos? .....	30
14.	¿Utiliza la configuración de ahorro de energía en los equipos de la oficina? .....	30
15.	¿A qué hora enciende y apaga su equipo de trabajo? .....	31
16.	¿Cuánto tiempo mantiene la computadora encendida sin utilizarla? ..	31
17.	¿Desenchufa los aparatos electrónicos y cargadores cuando no los utiliza y al terminar la jornada laboral .....	32
18.	¿Utiliza los elevadores para subir o bajar solo un nivel?.....	32
19.	¿En su oficina utilizan refrigerador? .....	33

20.	¿En su oficina utilizan cafetera? .....	33
21.	¿En su oficina utilizan fotocopiadora? .....	34
22.	¿En su oficina utilizan microondas?.....	34
23.	¿En su oficina utilizan oasis? .....	35
24.	¿Imprime a doble cara y en blanco y negro? .....	35
25.	¿Acostumbra a cargar su celular en su oficina? .....	36
26.	Tiempo de carga de celular .....	36
27.	¿Cómo es la climatización de sus ambientes? .....	37
28.	¿Con qué frecuencia se queda a trabajar más horas de su horario laboral? .....	37
29.	¿Ve positivo que la administración quiera implementar medidas de eficiencia y ahorro energético? .....	38
30.	¿Estaría dispuesto a cambiar sus hábitos de consumo para reducir el gasto de energía en su lugar de trabajo?.....	38
31.	Diagrama conceptual del proceso de planificación energética .....	44
32.	Distribución de consumo de energía .....	51
33.	Diagrama de Pareto.....	52
34.	Línea base energética .....	57
35.	Indicadores de cumplimiento de ahorro energético .....	88
36.	Comparación de consumo y generación.....	92
37.	Emisiones de GEI en la generación eléctrica .....	94
38.	Comparación de emisión de gases efecto invernadero .....	95
39.	Comparación de pronóstico de gastos por consumo histórico y pronóstico de gastos por mediciones realizadas .....	97
40.	Comparación de proyecciones de gastos por consumo de energía eléctrica con buenos hábitos de consumo .....	99
41.	Comparación de proyecciones de gastos por consumo de energía eléctrica con buenos hábitos de consumo y paneles fotovoltaicos....	100

## TABLAS

I.	Medición de potencia activa total. ....	16
II.	Parámetros básicos de voltaje .....	16
III.	Parámetros básicos de corriente.....	17
IV.	Demanda de energía por día .....	22
V.	Consumo de energía por mes del 2015 .....	23
VI.	Consumo de energía por mes del 2016 .....	23
VII.	Consumos de energía eléctrica del 2017 .....	24
VIII.	Consumo de energía por mes del 2017 .....	24
IX.	Índices de desempeño energético .....	26
X.	Estructura del plan de gestión energética eléctrica.....	40
XI.	Requerimientos legales.....	45
XII.	Inventario de equipo.....	47
XIII.	Ejemplo de lista de equipos eléctricos .....	48
XIV.	Consumos de los equipos .....	50
XV.	Energía consumida por metro cuadrado .....	58
XVI.	Energía consumida por trabajador .....	59
XVII.	Plan de consumo en iluminación.....	60
XVIII.	Plan de consumo en equipos eléctricos.....	61
XIX.	Plan energía renovable .....	62
XX.	Plan de formación .....	64
XXI.	Código de documentación.....	68
XXII.	Mantenimientos.....	70
XXIII.	Comparación de productos .....	74
XXIV.	Consumo real contra consumo estimado.....	76
XXV.	Seguimiento de monitoreos y mediciones.....	77
XXVI.	Cumplimiento de requisitos .....	79
XXVII.	Formato para auditoria de objetivos y metas .....	80

XXVIII.	Formato para auditoria de implementación, verificación y mejoramiento .....	81
XXIX.	Registro de no conformidad .....	83
XXX.	Radiación solar diaria .....	89
XXXI.	Cuadro comparativo de consumo y generación.....	91
XXXII.	Factor de emisión de GEI .....	94
XXXIII.	Comparación de emisiones de GEI .....	96
XXXIV.	Ahorro por buenos hábitos de consumo .....	98
XXXV.	Ahorro por uso de fuente renovable.....	99

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Amperaje
<b>HP</b>	Caballo de fuerza
<b>HSP</b>	Hora solar pico
<b>kW</b>	Kilo vatio
<b>kWh</b>	Kilo vatio hora
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrados
<b>MW</b>	Mega watt
<b>V</b>	Voltaje
<b>W</b>	Vatio



## GLOSARIO

<b>AG</b>	Acuerdo Gubernativo.
<b>CMNUCC</b>	Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático.
<b>CNEE</b>	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
<b>Consumo de energía</b>	Cantidad de energía utilizada.
<b>Desempeño energético</b>	Resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.
<b>Distorsión armónica</b>	Es la distorsión de la onda senoidal de corriente o de tensión eléctrica de frecuencia nominal, ocasionada por la presencia de señales eléctricas senoidales de frecuencias diferentes y múltiples de dicha frecuencia nominal.
<b>Eficiencia energética</b>	Proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía.

<b>Factor de potencia</b>	Relación entre la potencia activa y la potencia aparente en un sistema de corriente alterna.
<b><i>Flicker</i></b>	Es una variación rápida y cíclica de la tensión, que causa una fluctuación correspondiente en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.
<b>ISO</b>	<i>International Organization of Standardization.</i>
<b>MEM</b>	Ministerio de Energía y Minas.
<b>Mejora continua</b>	Proceso recurrente que tiene como resultado una mejora en el desempeño energético y en el sistema de energía
<b>Meta energética</b>	Requisito detallado y cuantificable del desempeño energético, aplicable a la organización o parte de ella, que tiene origen en los objetivos energéticos y que es necesario establecer y cumplir para alcanzar dichos objetivos.
<b>MPPT</b>	<i>Maximum Power Point Tracker.</i>
<b>NTSD</b>	Normas técnicas del servicio de distribución.
<b>Objetivo energético</b>	Resultado o logro especificado para cumplir con la política energética de la organización y relacionado con la mejora del desempeño energético.

<b>Potencia activa</b>	La potencia activa es aquella que se aprovecha para convertirse en trabajo.
<b>Servicios de energía</b>	Actividades y sus resultados relacionados con el suministro o consumos de energía.
<b>Uso de la energía</b>	Forma o tipo de aplicación de la energía.
<b>Uso significativo de la energía</b>	Uso de la energía que ocasiona un consumo sustancial de energía y que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación realizado en el Palacio Nacional de la Cultura, ubicado en el Centro Histórico de la ciudad de Guatemala, tiene como objetivo principal, diseñar un plan de gestión energética eléctrica basado en la Normativa ISO 50001 y 50002. Con esta finalidad se realizó una auditoría energética, basado en la Norma ISO 50002, y la descripción de las condiciones de las instalaciones eléctricas del edificio y los usos dados a la energía eléctrica. Después de realizado el diagnóstico se elaboró el plan de gestión, basado en la Norma ISO 50001; con el fin de obtener un ahorro significativo del consumo energético y un menor impacto ambiental.

Se presenta la situación actual del edificio y sus departamentos referente al área energética eléctrica, la planificación y la línea de base energética, los indicadores de desempeño energético, objetivos, metas y planes de acción de mejora continua que se resume en cuatro etapas, planificar, hacer, verificar y actuar.

A partir de estos parámetros se diseñó el plan de gestión de la energía eléctrica propio para el edificio, además de una estimación de cuánto se emite de GEI y lo que se puede llegar a reducir con la implementación de este plan. Por último, se realizó un análisis de los beneficios económicos que este plan conlleva.

La implementación del sistema beneficiará a la institución en el cumplimiento de los Acuerdo de Paris en los cuales Guatemala forma parte.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un plan de gestión energética para el Palacio Nacional de la Cultura basado en la Normativa ISO 50001 y 50002.

### **Específicos**

1. Analizar la gestión de la energía eléctrica en el Palacio Nacional de la Cultura para la implementación de mejoras en el uso y consumo energético eléctrico.
2. Estimar la proyección de las emisiones de gases efecto invernadero del Palacio Nacional de la Cultura 2018, 2027.
3. Evaluar el potencial de reducción de gastos por consumo de energía eléctrica y optimización de recursos, en la adopción del plan de gestión energética eléctrica basado en la Norma ISO 50001 y 50002 en el Palacio Nacional de la Cultura.



## INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es uno de los recursos básicos en la vida, existen dos métodos de obtenerla; por medio de fuentes renovables y no renovables. Debido a que las fuentes no renovables normalmente producen gases de efecto invernadero, que empeoran los problemas relacionados con el cambio climático, los cuales tienen un gran impacto en el país, se busca la reducción del uso de éstas. Para reducir la producción de gases efecto invernadero se han adoptado distintas prácticas como: cambiar la fuente de obtención de energía hasta hacer un uso eficiente de ella.

Las Normas ISO 5001 y 5002 pueden ayudar a implementar los procesos necesarios para la comprensión del uso de energía base, ejecutar los planes de acción, las metas y los indicadores de rendimiento de energía en la reducción del consumo, identificar, y priorizar oportunidades para mejorar el rendimiento de la energía. Las normas tienen por objeto proporcionar un marco reconocido para integrar la eficiencia energética en las prácticas de gestión.

El edificio del Palacio Nacional de la Cultura inaugurado en 1942, se ha mantenido a lo largo de estos 77 años albergando oficinas. Con estos antecedentes se requiere la implementación de un sistema de gestión energética (SGEn) basado en las Normas ISO 50001 y 50002, para mitigar el impacto ambiental del uso energético y volverlo más eficiente y generar un ahorro sustancial en el pago por consumo de energía eléctrica en beneficio de la institución.

El principal objetivo de esta propuesta fue diseñar un plan de gestión energética para las instalaciones del Ministerio de Cultura y Deporte en el Palacio Nacional de la Cultura utilizando las Normas ISO 50001 y 50002 con la finalidad de lograr un mejor desempeño energético, obtener un uso más eficiente de la energía y la reducción de los impactos ambientales. El plan incluyó el análisis de la gestión de la energía eléctrica en la implementación de mejoras del uso y consumo energético eléctrico; la estimación de la proyección de las emisiones de gases efecto invernadero del Palacio Nacional de la Cultura 2018, 2027 y la evaluación del potencial de reducción de gastos por consumo de energía eléctrica y optimización de recursos.

# **1. ANTECEDENTES DE LA INSTITUCIÓN**

## **1.1. Reseña histórica**

En 1932 fueron publicadas las bases para el diseño y construcción del Palacio Nacional de la Cultura, en el cual el trabajo del arquitecto Rafael Pérez de León fue el ganador. La construcción del Palacio Nacional de la Cultura empezó en el mes de enero del año 1939 y finalizó en mayo de 1943. El edificio fue inaugurado el 10 de noviembre de 1943.

El Palacio Nacional de la Cultura tiene en su interior con un pasaje principal donde se encuentra ubicado el mojón que indica el kilómetro cero de todas las carreteras del país.

El 11 de junio de 2001 pasó a ser parte del Ministerio de Cultura y Deportes. En la actualidad se realizan actos oficiales, diplomáticos y artísticos dentro del Palacio. Los patios que tiene en su interior fueron nombrados como patio de la Paz y patio de la Cultura.

## **1.2. Misión**

“Fortalecemos y promovemos la identidad guatemalteca y la cultura de paz, en el marco de la diversidad cultural y el fomento de la interculturalidad, mediante la protección, promoción y divulgación de los valores y manifestaciones culturales de los pueblos que conforman la nación guatemalteca, a través de una institucionalidad sólida y mediante mecanismos de desconcentración,

descentralización, transparencia y participación ciudadana, a efecto de contribuir a lograr un mejor nivel de vida para la población guatemalteca.”<sup>1</sup>

### **1.3. Visión**

“El Ministerio de Cultura y Deportes es una institución gubernamental moderna, eficiente y eficaz, rectora del desarrollo cultural del país y que contribuye al fomento de la actividad deportiva y recreativa. Implementa políticas públicas que responden a los Acuerdos de Paz y al Plan Nacional de Desarrollo Cultural a largo plazo. Su accionar está orientado al fortalecimiento de la cultura de paz, de la identidad guatemalteca y la consolidación de un Estado multicultural y multilingüe.”<sup>2</sup>

### **1.4. Ubicación**

El Palacio Nacional de la Cultura se encuentra en la 6ª avenida y 6ª calle, zona 1, ciudad de Guatemala, enfrente del parque central.

El área superficial del edificio es de 8 890 metros cuadrados y tiene una altura de 30 metros.

---

<sup>1</sup> Ministerio de Cultura y Deporte. <https://mcd.gob.gt/mision-y-vision/>. *Misión y Visión*. Consulta: 7 de octubre de 2018.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

## **1.5. Población**

La población que labora actualmente en el Palacio Nacional de la Cultura es de 1 193 personas distribuida en: Secretaria de Comunicación Social de la Presidencia (151 personas), Despacho Superior Ministerio de Cultura y Deportes (158 personas), Dirección del Desarrollo Cultural y Fortalecimiento de las Culturas, Dirección General del Deporte y la Recreación (458 personas), Administración del Palacio Nacional de la Cultura (113 personas) y Dirección General de las Artes (190 personas).



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Política energética 2013-2027**

La política energética 2013-2027 del Gobierno de Guatemala tiene como fin la contribución del desarrollo energético sostenible del país buscando equidad social y respeto al medio ambiente, además del fortalecimiento de las condiciones para hacer al país competitivo, haciendo un uso eficiente y sostenible de los recursos del país.

#### **2.1.1. Cuarto eje: ahorro y uso eficiente de la energía**

El cuarto eje de la política energética tiene como objetivo establecer mecanismos para un uso eficiente y productivo de la energía, logrando que el 30 % de las instituciones del sector público empleen la energía eficientemente.

Las acciones que se buscan realizar para lograr esto son las siguientes:

- Institucionalizar la eficiencia energética
- Presentar y gestionar una iniciativa de ley para el uso eficaz de la energía
- Implementar un plan nacional para el ahorro y uso eficiente de la energía
- Crear un fondo nacional para el ahorro y uso eficiente de la energía
- Promover buenas prácticas del uso de la energía
- Implementar tecnologías para el uso eficiente de la energía<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Ministerio de Energía y Minas. *Política energética 2013, 2017*. p. 44.

## **2.2. Normas ISO**

Las Normas ISO son estandarizaciones para gestionar diversos ámbitos en una organización, estas normas son establecidas por el International Organization for Standardization. Estas normas suponen un beneficio para las organizaciones en temas de calidad, rentabilidad, reducción de costos, entre otras cosas. Para la gestión de la energía eléctrica se utilizaron las Normas ISO 50001 e ISO 50002.

### **2.2.1. ISO 50001 Sistemas de Gestión de la Energía**

La Norma ISO 50001 especifica los requerimientos necesarios para crear, adaptar, conservar y optimizar un sistema de gestión de energía, que tiene como propósito que una organización tenga mejoras en el rendimiento, eficiencia, el consumo y uso de la energía. Esta norma se basa en una metodología de mejora continua de cuatro pasos: planificar, hacer, verificar y actuar, los cuales se pueden definir de la siguiente manera:

- Planificar: la realización de una revisión energética en la organización para determinar la línea base energética, los indicadores de desempeño energético y establecer los objetivos, las metas y los planes de acción para mejorar el desempeño energético acorde a la política energética de la organización.
- Hacer: la implementación de los planes de acción para la gestión de los recursos energéticos.
- Verificar: darle seguimiento y realizar la medición de los parámetros de los procesos de mayor demanda energética.
- Actuar: la realización de acciones para lograr una mejora continua del desempeño energético y del sistema de gestión energética.

La Norma ISO 50001 es aplicable a todos los tipos de energía que se pueden utilizar en una organización, contribuye al uso eficiente de los recursos energéticos y permite una reducción de GEI y de otros impactos ambientales, los costos, optimización de la productividad y una mejor competitividad.

La Norma ISO 50001 tiene la estructura de las Normas ISO de sistemas de gestión, compatible con las Normas ISO 9001 y 140001, referentes a los sistemas de gestión de la calidad y a los sistemas de gestión ambiental, respectivamente, dicha estructura facilita la integración a otros sistemas de gestión relacionados con la salud y seguridad ocupacional (SSO).

### **2.2.2. ISO 50002 auditorías energéticas**

La Norma ISO 50002 define los requerimientos mínimos en la identificación de oportunidades de mejora del rendimiento energético, la reducción del mal uso de la energía y conseguir beneficios ambientales por medio de una auditoría energética. Con esta auditoría se realiza el análisis energético de una organización, basado en el estudio del uso y consumo de la energía y la eficiencia energética; puede aplicarse a todo tipo de organización y a toda forma de energía.

Esta norma establece como se debe llevar a cabo una auditoría energética e inicia con la planificación de la auditoría, planificación de la medición de datos, recopilación de datos, trabajo de campo, análisis de datos y el informe de lo auditado.

Esta norma sirve de complemento a la revisión energética de la Norma ISO 50001, determina como se pueden realizar monitoreos, mediciones y análisis

de datos de los parámetros energéticos, o se puede emplear de forma independiente.

El diagnóstico realizado en el Palacio Nacional de la Cultura se basó en la Norma ISO 50002 y se planificó el tipo de energía a analizar, se definieron los parámetros del análisis; se estableció la metodología en la recopilación e interpretación de datos; asimismo la revisión energética del Plan de gestión energética eléctrica se basó en esta norma.

### **2.3. Parámetros de medición**

Los parámetros medidos para hacer el diagnóstico de este proyecto son la potencia activa y el consumo de energía eléctrica, estos sirvieron para realizar un plan de gestión energética eléctrica para el Palacio Nacional de la Cultura.

#### **2.3.1. Potencia eléctrica**

La potencia eléctrica se puede expresar de dos formas, una de ellas es la potencia eléctrica instantánea, es una razón que indica cuánta energía eléctrica es transferida en un instante, y la potencia media se refiere al promedio de la potencia instantánea a lo largo de un periodo. La potencia eléctrica se mide en Vatios (W) y representa el potencial que se tiene para convertir la energía eléctrica en otro tipo de energía y viceversa, por ejemplo, las bombillas convierten la energía eléctrica en calor y luz y su capacidad para hacerlo usualmente se mide en vatios, una bombilla de 100W emite más luz que una de 75W.

### **2.3.2. Energía eléctrica**

La energía eléctrica es el trabajo efectuado en un tiempo determinado, es la potencia eléctrica por una unidad de tiempo y se mide en vatio hora (Wh).

La energía eléctrica puede ser generada o consumida en una instalación eléctrica, en este proyecto se hace mención del consumo energético indicado en las facturas de consumo de energía eléctrica donde se indica la cantidad de energía que se ha consumido en un mes, este normalmente se expresa en kilovatio hora (kWh), además de la energía que se puede lograr generar por medio de un sistema de paneles fotovoltaicos, capítulo 4.8.

### **2.4. Eficiencia energética**

La eficiencia energética es aquella que busca reducir los consumos energéticos con la optimización de los procesos de producción y el uso de energía, para consumir menos energía y obtener una producción igual o mayor de bienes o servicios .

### **2.5. Gestión energética**

La gestión energética es el conjunto de acciones, políticas y responsabilidades de las actividades relacionadas al uso y consumo de los recursos energéticos de una organización, incluyendo las estructuras para llevar un control y disponibilidad de estos recursos. Dicho de otra manera, la gestión energética es la administración de los recursos energéticos en una organización.

Una gestión energética puede estructurarse con un modelo de mejora continua, estableciendo procesos de planificación, implementación, verificación y revisión, obteniendo beneficios económicos y ambientales.

### **2.5.1. Planificación energética**

La planificación energética es parte de la gestión energética donde se definen los criterios para realizar una revisión del uso y consumo de la energía, identificar las principales actividades o equipos que tengan un consumo significativo de la energía, identificar oportunidades para mejorar el desempeño energético en la organización. Establecer una línea base energética en la identificación de los indicadores de desempeño energético dando lugar al establecimiento de objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión energética.

### **2.5.2. Línea base energética**

La línea base energética es definida en la Norma ISO 50001 como una referencia cuantitativa que establece la base de comparación del desempeño energético. Es una representación del posible consumo proyectado basado en los registros históricos de consumo y el consumo proyectado empleando las medidas de ahorro identificadas en la parte de revisión de la planificación energética para mejorar el desempeño energético de la organización.

### **2.5.3. Indicadores de desempeño energético**

Los indicadores de desempeño energético son parámetros cuantificables para medir el desempeño del uso, consumo y eficiencia de la energía. Estos

indicadores se calculan fundamentados en la línea base energética y se emplean para facilitar la verificación del cumplimiento de la planificación energética.

Estos indicadores se utilizan para comparar los avances de la mejora de un plan de gestión energética, se definen dependiendo de las actividades realizadas en la organización. Por ejemplo, en un edificio de oficinas los indicadores de desempeño pueden establecerse por medio del consumo eléctrico por trabajador o el consumo eléctrico por unidad de área de construcción.

## **2.6. Cambio climático**

El cambio climático es una variación global que ocurre en el clima de la tierra. Puede verse reflejado en la distribución estadística de los patrones meteorológicos durante un tiempo. Es causado por factores naturales, como procesos bióticos, variaciones en la radiación solar, movimientos tectónicos y actividad volcánica, y también por la actividad humana como la deforestación, uso de combustibles fósiles y crianza de ganado.

### **2.6.1. Compromisos y acuerdos globales sobre el cambio climático en Guatemala**

“Guatemala un país que pertenece a la comunidad internacional y que ha suscrito y ratificado diversos instrumentos en materia de ambiente y cambio climático, tales como la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC) y el protocolo de Kyoto, el convenio centroamericano sobre cambios climáticos, la convención de Viena para la protección de la capa de ozono, el convenio sobre la desertificación en países con sequías severas, entre otros instrumentos a nivel regional.”<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>Ministerio de Energía y Minas. *Plan Nacional de Energía 2017, 2032*. p. 19.

### **2.6.1.1. Convención marco de la Naciones Unidas para el cambio climático**

“Guatemala forma parte de la convención marco de Naciones Unidas sobre cambio climático (CMNUCC), el cual fue aprobado por el Decreto 15-95 del Congreso de la República. El objetivo principal de la convención es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) a niveles donde las acciones realizadas por el ser humano no interfieran con el clima, logrando un desarrollo económico sostenible para todas las naciones.”<sup>4</sup>

### **2.6.1.2. Acuerdo de Paris**

“Mediante el Decreto Número 48-2016 del Congreso de la República, el 27 de octubre del 2016 Guatemala se unió a la lista de países que ya ratificó el Acuerdo de París establecido dentro de la CMNUCC. Este acuerdo consiste en un conjunto de medidas para la reducción de las emisiones de GEI por medio de la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático. Su aplicación está establecida para dar inicio en el 2020, año en que finaliza la vigencia del protocolo de Kyoto.”<sup>5</sup>

### **2.6.1.3. Protocolo de Kyoto**

El protocolo de Kyoto es un acuerdo de la CMNUCC que tiene como objetivo la reducción de emisiones de los GEI que provocan el cambio climático. En este protocolo se establecieron acuerdos principalmente para la creación de leyes y políticas para el cumplimiento de compromisos ambientales y la reducción de al menos 5 % de emisiones de GEI respecto a las emisiones de 1990.

---

<sup>4</sup> Ministerio de Energía y Minas. *Plan Nacional de Energía 2017, 2032*. p. 19.

<sup>5</sup> *Ibíd.*

El protocolo fue aprobado en 1997, entro en vigor el 16 de febrero de 2005 y finaliza el 31 de diciembre de 2020.

### **2.6.2. Gases efecto invernadero**

Los gases efecto invernadero (GEI) son aquellos gases que se encuentran dentro de la atmósfera terrestre que son capaces de absorber y emitir radiación en forma de calor. Estos gases ayudan a mantener una temperatura promedio de 15 °C en la superficie terrestre, propiciando la vida en el planeta, también su excesiva emisión causa problemas de calentamiento global y cambio climático.

Los principales gases efecto invernadero en la atmósfera son:

- Vapor de agua
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Metano
- Óxido nitroso
- Clorofluorocarbonos
- Ozono

Para determinar la emisión de GEI se realiza un equivalente de dióxido de carbono, debido a que es el gas más conocido y por lo mismo sirve de referencia de los demás GEI.

### **2.6.3. Domótica**

La domótica es la aplicación de tecnologías que permiten el control y la automatización de distintos equipos en una instalación eléctrica de forma eficiente, segura y cómoda. La domótica tiene la finalidad de facilitar la vida de

los usuarios aportando una gestión más eficiente de una vivienda o edificio, reduciendo el tiempo y trabajo necesario para realizar distintas tareas.

La domótica en la gestión eficiente de la energía juega un papel muy importante, ya que permite un monitoreo y control del consumo de la energía, buscando el mayor aprovechamiento posible de esta. La domótica por medio de la tecnología permite controlar la iluminación, el arranque de bombas hidráulicas, el monitoreo de consumos eléctricos, el control de encendido y apagado de equipos eléctricos, entre otros. Aplicar la domótica en una vivienda o edificio es una inversión que se ve recuperada en el ahorro del consumo energético, ya que implica un uso y consumo eficiente de esta.

La aplicación de medidores inteligentes para el monitoreo de los parámetros eléctricos de todo el edificio, la aplicación de sensores de movimiento para el encendido automático de las luminarias, el monitoreo y control de una planta de generación solar, la medición de los consumos energéticos de cada departamento que se encuentra dentro del edificio, son unas de las formas de aplicar la domótica en el Palacio Nacional de la Cultura.

### **3. DIAGNÓSTICO**

La instalación eléctrica del Palacio Nacional de la Cultura comienza por su acometida subterránea, la cual empieza por una derivación de una red trifásica de 13,8kV que baja por una tubería ubicada sobre la 5ª calle de la zona 1, se transporta por una tubería subterránea que pasa debajo de la sexta avenida y la banqueta del edificio hasta entrar por el pórtico trasero, llegando al sótano donde se encuentra la subestación. Esta subestación se conforma de un banco de tres transformadores monofásicos de 3X167kVA con 120/208V de tensión, conectados en estrella, estrella aterrizado, dando una capacidad máxima de 500kVA. La salida de los transformadores es monitoreada por un medidor de energía de la empresa distribuidora, además de ser conectada a un interruptor de 3 polos de 800A.

El Palacio Nacional de la Cultura posee un tablero principal que cuenta con una transferencia eléctrica que cambia la carga de la instalación eléctrica entre la red de distribución y un grupo electrógeno automático de 260kW trifásico conexión estrella. Del tablero principal la carga se distribuye en 33 tableros de distribución que alimentan a las cargas monofásicas de todas las áreas de trabajo, asimismo a todas las cargas trifásicas del edificio. El diagrama unifilar se observa en el apéndice 28.

#### **3.1. Consumo eléctrico**

Para realizar una propuesta de eficiencia energética en el Palacio Nacional de la Cultura, se monitorearon parámetros eléctricos en el tablero principal de las

instalaciones eléctricas del edificio durante los días del 14 de agosto al 21 de agosto del 2018 con un analizador de redes marca Fluke 430-II.

### 3.1.1. Potencia activa

Se midió la potencia activa total del sistema trifásico que alimenta al Palacio Nacional de la Cultura y se presentó un valor medio de 54 879,2 vatios, un valor máximo de 168 990 vatios durante el horario laboral y un valor mínimo de 22 140 vatios afuera del horario laboral.

Tabla I. **Medición de potencia activa total**

Potencia Activa Total			
Fecha	Hora	Vatios	Característica
---	---	54 879,2	Valor medio
16/08/2018	11:16:00	168 990,0	Máximo
15/08/2018	23:16:00	22 140,0	Mínimo

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Parámetros básicos de voltaje**

Vrms ph-n AN Med	Vrms ph-n BN Med	Vrms ph-n CN Med	Vrms ph-n NG Med
127,96	127,81	128,00	1,00
Vrms ph-ph AB Med	Vrms ph-ph BC Med	Vrms ph-ph CA Med	
221,96	221,12	221,61	

Fuente: elaboración propia.

En el monitoreo realizado se encontraron los datos de la tabla II, los cuales son los valores máximos medidos de cada magnitud. Observando los parámetros

de voltaje de fase a fase y voltaje de línea estos tienen una variación mínima entre ellas debido a que la instalación es de estrella aterrizada, por lo tanto, no se nota un desbalance analizando los parámetros de voltaje.

Tabla III. **Parámetros básicos de corriente**

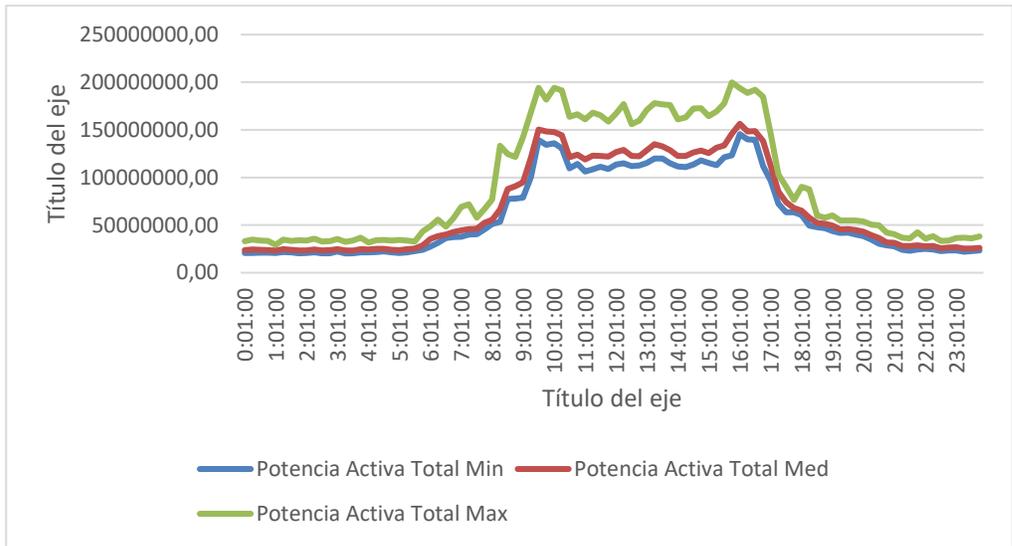
Corriente de pico A	Corriente de pico B	Corriente de pico C	Corriente de pico N
650,20	1076,20	893,40	321,80

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los valores máximos de corriente pico de cada línea y neutro de los datos del monitoreo realizado, se observa que la fase B de la instalación consume más corriente que las otras dos fases, la fase que tiene menos corriente es la fase A y en el neutro se observa la presencia de corriente, esta variación de corriente entre las fases y la existencia de una corriente en el neutro es debido al desbalance de cargas que existe entre las fases.

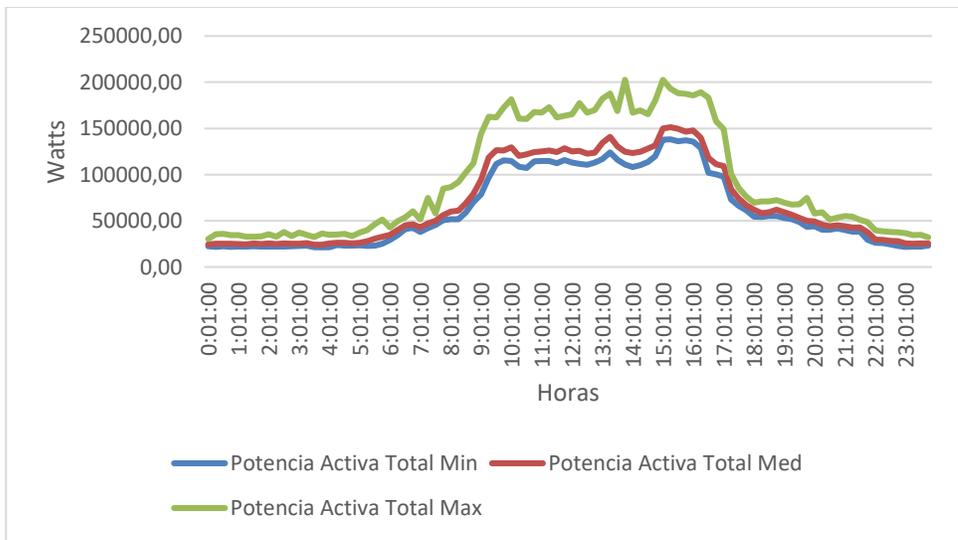
Con los datos obtenidos de la medición de potencia activa total (apéndices 10 a 17), se determinó una curva de carga para cada día, según las figuras 1, 7.

Figura 1. Curva de carga del lunes



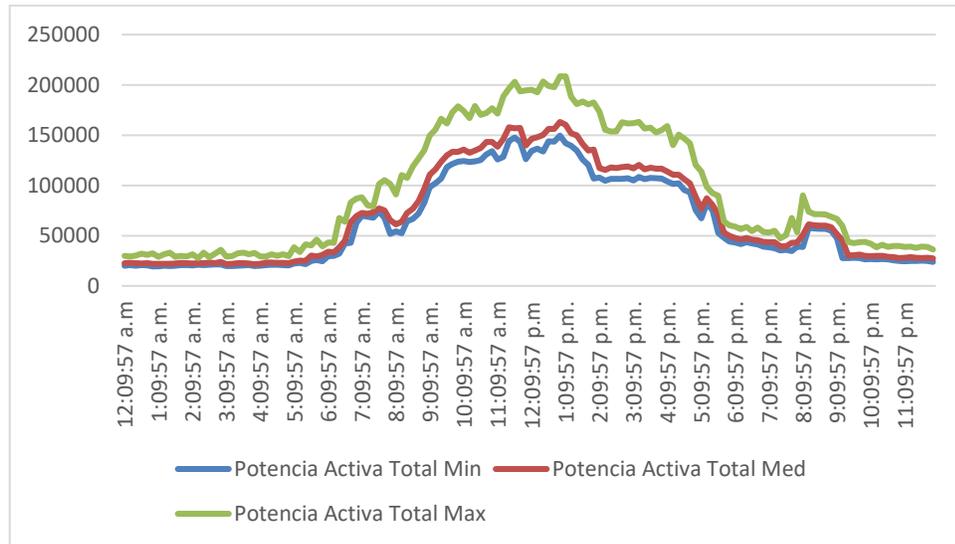
Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Curva de carga del martes



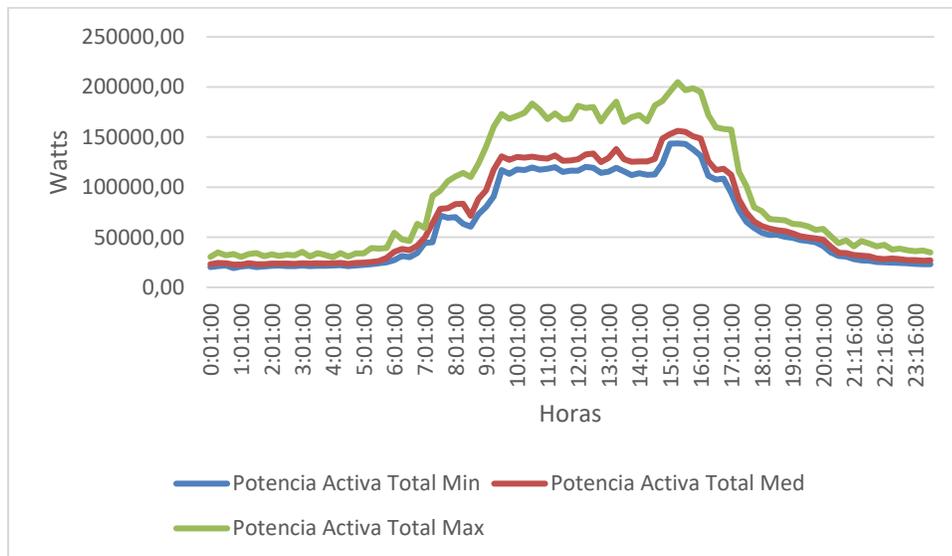
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Curva de carga del miércoles



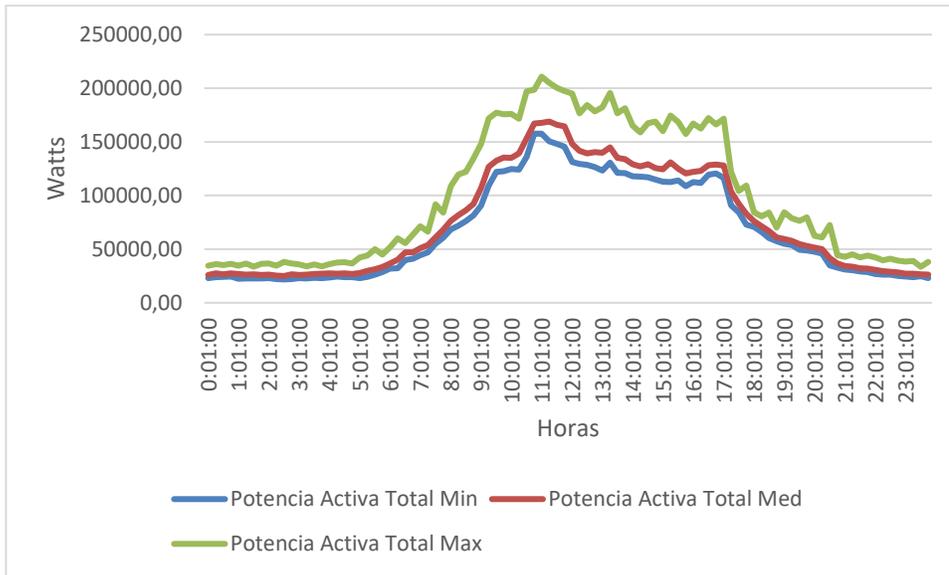
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Curva de carga del jueves



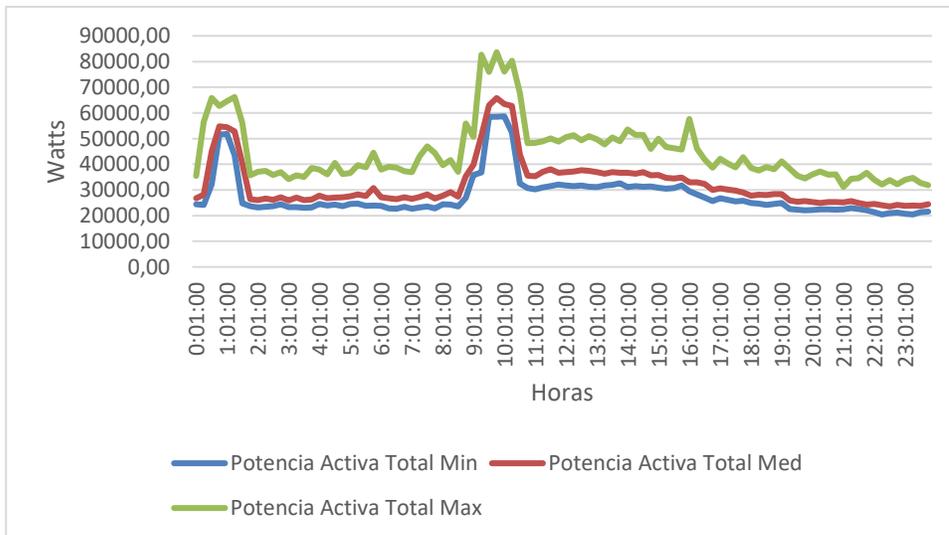
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Curva de carga del viernes



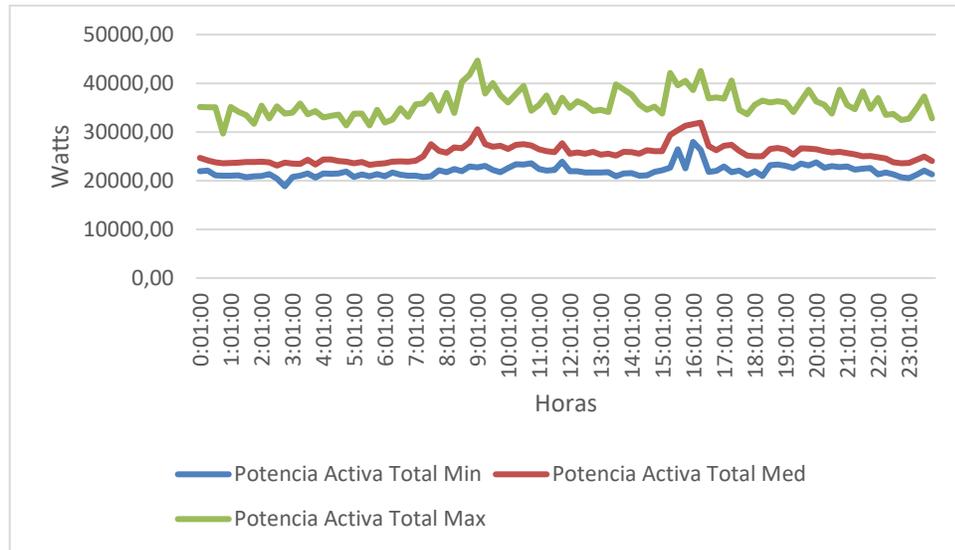
Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Curva de carga del sábado



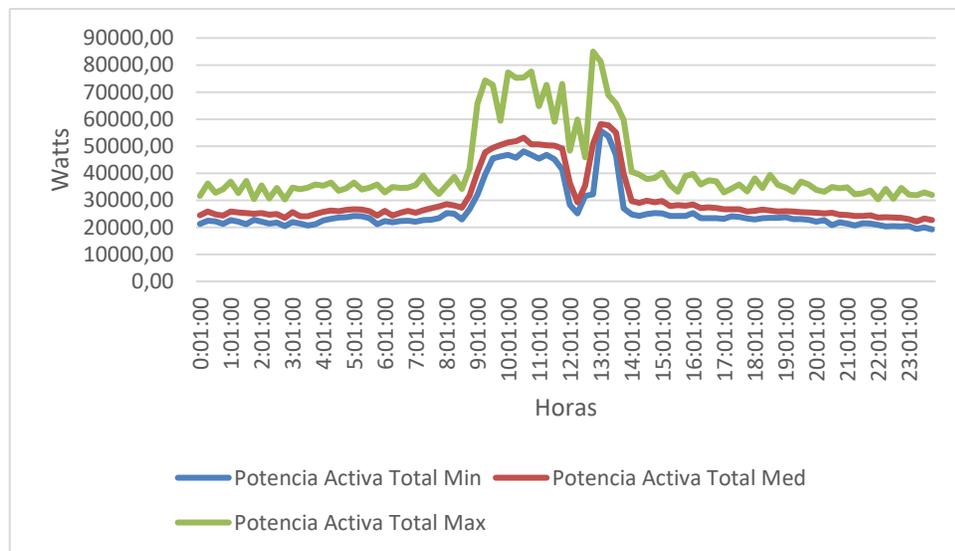
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Curva de carga del domingo



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Curva de carga de asueto



Fuente: elaboración propia.

Las curvas de carga de los días laborales, de lunes a viernes, tienen un comportamiento similar que en promedio es como se muestra en el apéndice 33. Los fines de semana tienen demanda de potencia debido a que se realizan recorridos dentro de las instalaciones y los días de asueto muestran un comportamiento similar.

La demanda de energía medida por día utilizando el analizador de redes se desglosa en la tabla II. Se tiene información de los 7 días de la semana, del 14 al 21 de agosto de 2018, además de un día de asueto, 15 de agosto de 2018 día de la Virgen de la Asunción. Estos datos de consumo de energía sirven para caracterizar el consumo de energía eléctrica habitual para cada día de la semana.

Tabla IV. **Demanda de energía por día**

Día	Energía (kWh)
Lunes	1 662,254
Martes	1 683,582
Miércoles	1 696,360
Jueves	1 704,883
Viernes	1 809,941
Sábado	777,736
Domingo	614,478
Asueto	731,926

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.2. Análisis de facturación de consumo eléctrico**

Para el análisis del consumo eléctrico del edificio se utilizaron los datos de energía de las facturas emitidas por la empresa distribuidora de energía eléctrica.

Tabla V. **Consumo de energía por mes del 2015**

Mes	Energía (kWh)
Enero	40 110
Febrero	42 420
Marzo	48 090
Abril	42 000
Mayo	41 790
Junio	46 410
Julio	44 310
Agosto	43 890
Septiembre	36 750
Octubre	43 260
Noviembre	40 320
Diciembre	47 040

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que durante el 2015 el mes donde se demandó más energía fue el de marzo, mientras que el de menor demanda fue el de septiembre.

Tabla VI. **Consumo de energía por mes del 2016**

Mes	Energía (kWh)
Enero	37 170
Febrero	39 690
Marzo	44 730
Abril	43 260
Mayo	36 540
Junio	43 260
Julio	40 950
Agosto	44 310
Septiembre	40 320
Octubre	41 580
Noviembre	43 260
Diciembre	43 470

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que durante el 2016 el mes donde se demandó más energía fue el de marzo, mientras que el de menor demanda fue el de mayo.

**Tabla VII. Consumos de energía eléctrica del 2017**

2017	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Precio kWh	0,654062	0,654378	0,654378	0,654378	0,659494	0,659494	0,659494	0,660939	0,660939	0,660939
Consumo kWh	41790	40320	46200	43260	40740	44730	39060	42630	40320	40320
Cargo Energía	27333,251	26384,521	30232,264	28308,392	26867,786	29499,167	25759,836	28175,83	26649,06	26649,06
Incumplimiento NTSD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potencia Max. kW	184,8	195,3	182,7	182,7	184,8	186,9	161,7	165,9	170,1	163,8
Potencia contratada kW	245,7	245,7	245,7	245,7	245,7	245,7	245,7	245,7	245,7	245,7
Cargo por Potencia Max.	27,203517	27,202964	27,202964	27,202964	26,28803	26,28803	26,28803	26,286131	26,286131	26,286131
Cargo por Potencia contratada	12,084879	12,06862	12,06862	12,06862	12,06862	12,06862	12,06862	12,012868	12,012868	12,012868
Cargo por potencia	7996,46	8278,00	7935,24	7935,24	7823,29	7878,49	7216,03	7312,43	7422,83	7257,23
Cargos fijos	819,74	821,69	821,69	821,69	821,69	821,69	821,69	823,70	823,70	823,70
Total cargo (con IVA) Q	40487,39	39742,32	43667,90	41513,17	39774,30	42783,27	37853,27	40669,39	39083,06	38897,59

Fuente: elaboración propia.

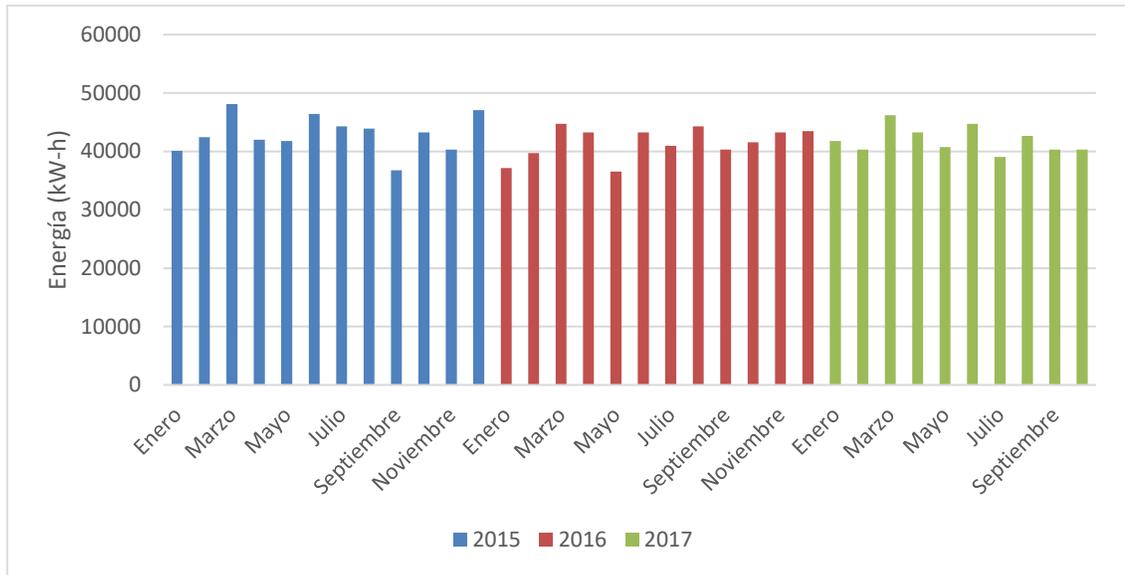
**Tabla VIII. Consumo de energía por mes del 2017**

Mes	Energía (kWh)
Enero	41 790
Febrero	40 320
Marzo	46 200
Abril	43 260
Mayo	40 740
Junio	44 730
Julio	39 060
Agosto	42 630
Septiembre	40 320
Octubre	40 320

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que durante el 2017 el mes donde se demandó más energía fue el de marzo, mientras que el de menor demanda fue el de julio.

Figura 9. **Consumos de energía eléctrica en los últimos tres años**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 9 se puede observar cómo ha sido el consumo de energía eléctrica durante los últimos tres años, donde se puede observar una tendencia general de reducción de consumos.

### 3.2. Identificación de consumos

Para analizar el consumo la energía eléctrica en el Palacio Nacional de la Cultura se puede calcular un índice de prestación energética que indique la distribución del consumo de energía eléctrica y determinar los hábitos de consumo por medio de una encuesta.

### 3.2.1. Índice de prestación energética

Basándose en la Norma ISO 50001, el índice de prestación energética se define como el consumo energético de un edificio con relación a su área de construcción, considerando que el área del Palacio Nacional es de 8 890 metros cuadrados se ha determinado en la tabla IX como se ha comportado el consumo de la energía eléctrica en los meses de enero a octubre de 2017 con relación a el área del edificio.

Para realizar estos cálculos se utilizó el dato de energía consumida dividido el área de construcción.

$$\text{índice} = \frac{\text{Energía consumida}}{\text{Área de construcción}}$$

Tabla IX. Índices de desempeño energético

Mes	kWh/m <sup>2</sup>
Enero	4,70
Febrero	4,54
Marzo	5,20
Abril	4,87
Mayo	4,58
Junio	5,03
Julio	4,39
Agosto	4,80
Septiembre	4,54
Octubre	4,54

Fuente: elaboración propia.

### **3.3. Identificación de hábitos de consumo**

Para la recopilación de información de los hábitos de consumo de los trabajadores del Palacio Nacional de la Cultura, se realizó una encuesta para obtener una visualización más concreta del uso que se da a las instalaciones y equipo eléctrico, así como las prácticas que tienen un impacto considerable sobre los gastos energéticos.

#### **3.3.1. Encuesta sobre consumos energéticos**

La encuesta se realizó con una muestra de 113 personas de la población total del Palacio Nacional.

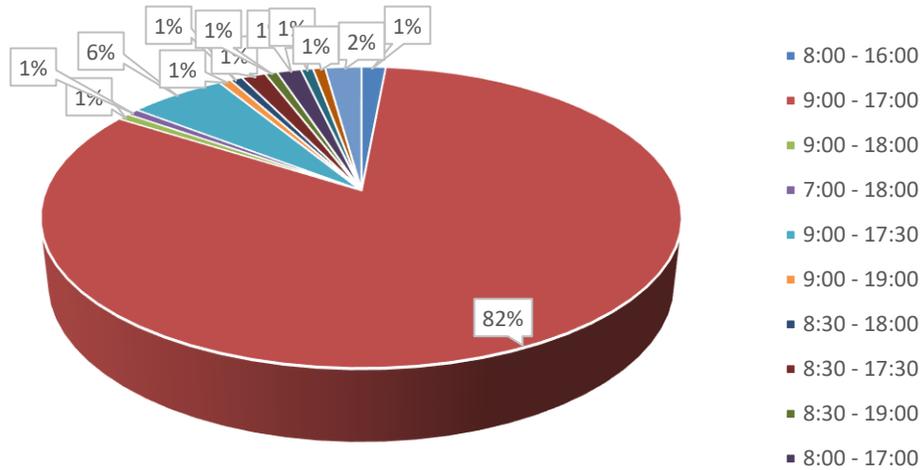
Figura 10. Encuesta

	Pregunta	Respuesta			
		Entrada:		Salida:	
1	¿Cuál es su horario de trabajo?				
2	¿Eventualmente deja las luces encendidas cuando sale de una sala y esta queda vacía?	Sí		No	
3	¿Utiliza la configuración de ahorro de energía en los equipos de la oficina?	Sí		No	
4	¿A qué hora enciende y a qué hora apaga su equipo de trabajo? (Computadora, impresora, etc.)	Enciende:		Apaga:	
5	¿cuánto tiempo mantiene la computadora encendida sin utilizarla?	Nunca	De 2 a 3 horas	De 2 a 4 horas	Más de 4 horas
6	¿Tiene conocimiento de la configuración de ahorro de energía en los equipos electrónicos? (computadora, impresora, fotocopidora, etc.)	Sí		No	
7	¿Desenchufa los aparatos electrónicos y cargadores cuando no los utiliza y al terminar la jornada laboral?	Sí		No	
8	¿Utiliza los elevadores para subir o bajar solo un nivel?	Sí		No	
9	¿En su oficina utilizan refrigerador?	Sí		No	
10	¿En su oficina utilizan cafetera?	Sí		No	
11	¿En su oficina utilizan fotocopidora?	Sí		No	
12	¿En su oficina utilizan microondas?	Sí		No	
13	¿En su oficina utilizan oasis?	Sí		No	
14	¿Imprime a doble cara y en blanco y negro?	Sí		No	
15	¿Acostumbra cargar su celular en su oficina?	Sí		No	
	Durante cuanto tiempo	Menos de 30 min.	De 30 min a 1 hora	De 1 a 2 horas	Más de 2 horas
16	¿Cómo es la climatización de sus ambientes?	Ventilación natural	ambiente cerrado (sofocante)	Ventilación forzada (ventiladores)	Sistema de aire acondicionado
17	¿Con qué frecuencia se queda a trabajar más horas de su horario laboral?	Nunca	1 vez por semana	2 a 3 veces por semana	4 a 5 veces por semana
18	¿Ve positivo que la administración quiera implementar medidas de eficiencia y ahorro energético?	Sí		No	
19	¿Estaría dispuesto a cambiar sus hábitos de consumo para reducir el gasto de energía en su lugar de trabajo?	Sí		No	

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestran los resultados porcentuales de todas las preguntas realizadas en la encuesta.

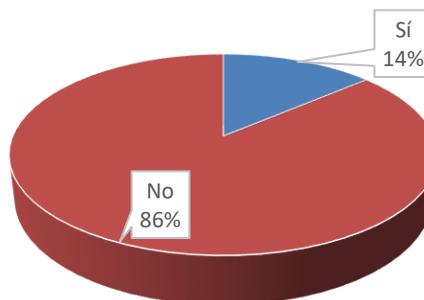
Figura 11. ¿Cuál es su horario de trabajo?



Fuente: elaboración propia.

El 82 % de la población encuestada respondió que su horario normal de trabajo es desde las 9:00 horas hasta las 17:00 horas, un 6 % respondió que su horario de trabajo es desde las 9:00 horas hasta las 17:30 horas.

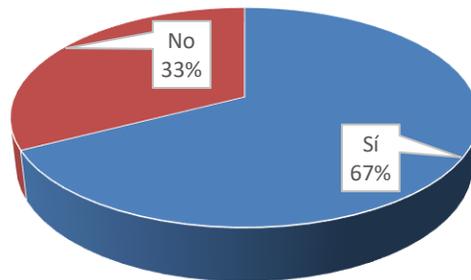
Figura 12. ¿Eventualmente deja las luces encendidas cuando sale de una sala y esta queda vacía?



Fuente: elaboración propia.

El 14 % de los encuestados respondió que deja las luces encendidas al salir de una sala cuando esta queda vacía.

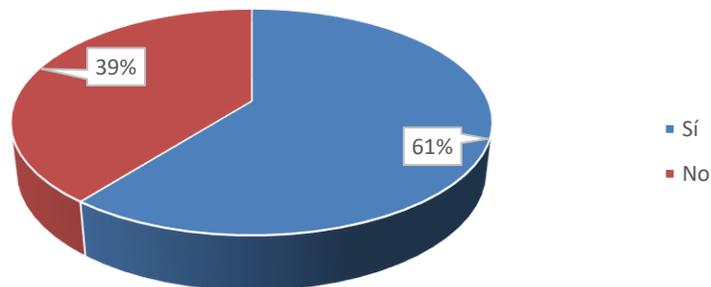
Figura 13. **¿Tiene conocimiento de la configuración de ahorro de energía en los equipos electrónicos?**



Fuente: elaboración propia.

67 % de los encuestados tiene conocimiento de la configuración de ahorro de energía en sus equipos de trabajo.

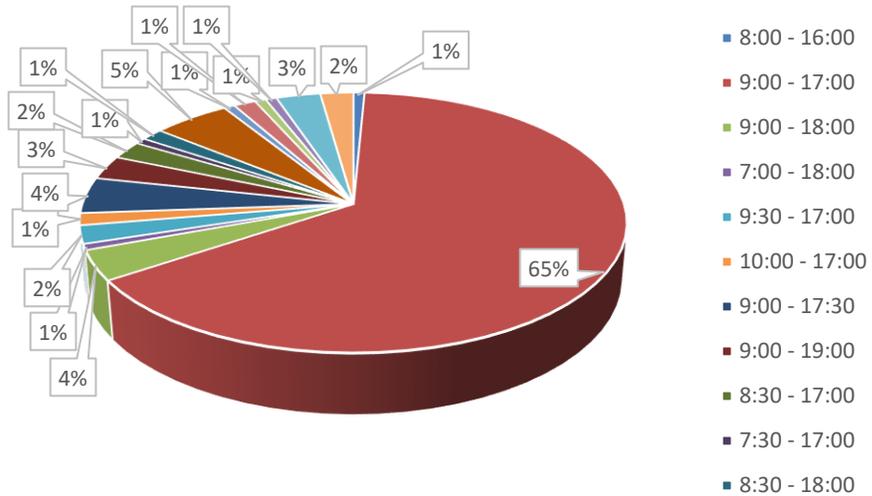
Figura 14. **¿Utiliza la configuración de ahorro de energía en los equipos de la oficina?**



Fuente: elaboración propia.

El 39 % de los encuestados indicó que no utilizan la configuración de ahorro de energía en sus equipos de oficina.

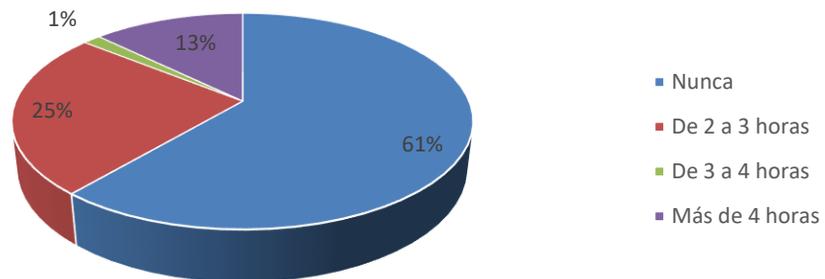
Figura 15. ¿A qué hora enciende y apaga su equipo de trabajo?



Fuente: elaboración propia.

65 % indicó que enciende su equipo de trabajo de las 9:00 horas hasta las 17:00 horas.

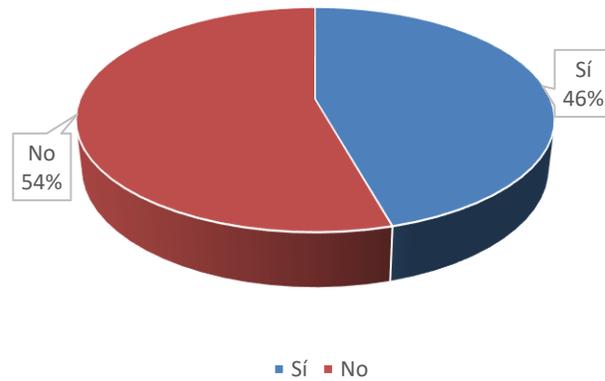
Figura 16. ¿Cuánto tiempo mantiene la computadora encendida sin utilizarla?



Fuente: elaboración propia.

39 % de los encuestados no apagan su computadora cuando no la utiliza.

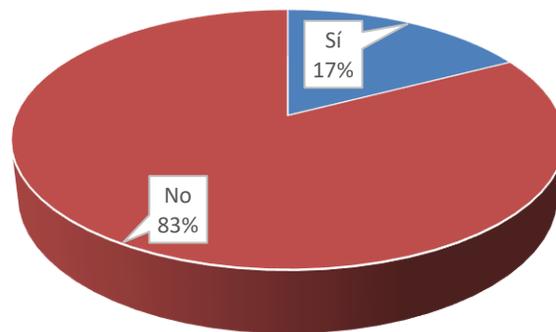
Figura 17. **¿Desenchufa los aparatos electrónicos y cargadores cuando no los utiliza y al terminar la jornada laboral**



Fuente: elaboración propia.

54 % de la muestra encuestada no desconecta los aparatos electrónicos cuando no los utilizan, se traduce a un consumo innecesario de energía.

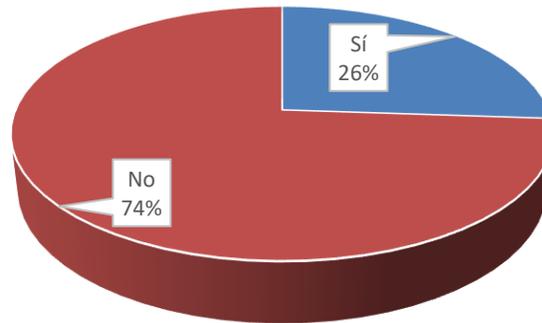
Figura 18. **¿Utiliza los elevadores para subir o bajar solo un nivel?**



Fuente: elaboración propia.

17% de los encuestados utiliza el elevador para moverse un nivel.

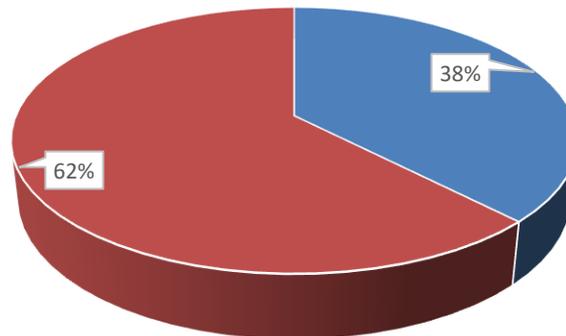
Figura 19. ¿En su oficina utilizan refrigerador?



Fuente: elaboración propia.

26 % de los encuestados indicó que en su oficina utilizan refrigerador.

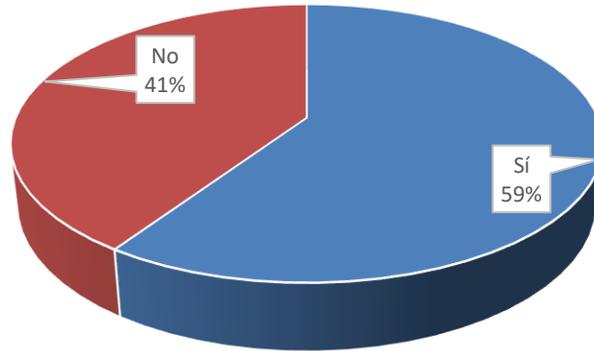
Figura 20. ¿En su oficina utilizan cafetera?



Fuente: elaboración propia.

38 % de los encuestados indicó que en su oficina utilizan cafetera.

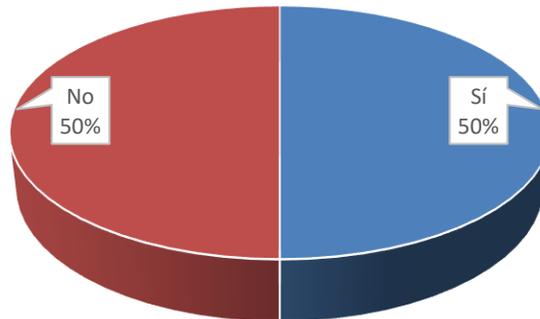
Figura 21. **¿En su oficina utilizan fotocopiadora?**



Fuente: elaboración propia.

59 % de los encuestados indicó que en su oficina utilizan fotocopiadora.

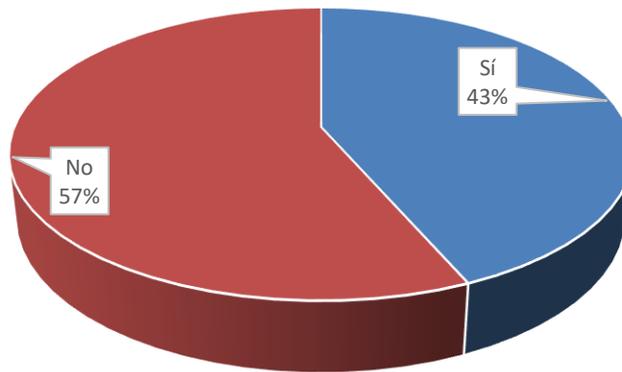
Figura 22. **¿En su oficina utilizan microondas?**



Fuente: elaboración propia.

50 % de los encuestados indicó que en su oficina utilizan microondas.

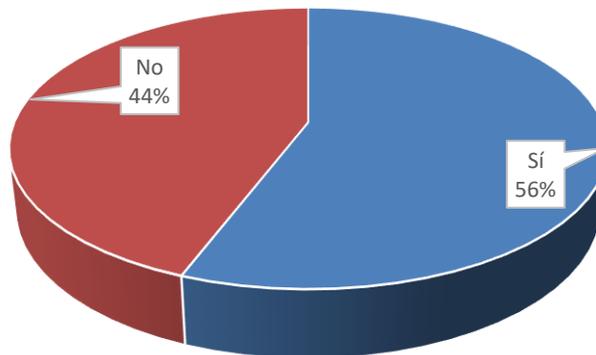
Figura 23. **¿En su oficina utilizan oasis?**



Fuente: elaboración propia.

43 % de los encuestados indicó que en su oficina utilizan oasis para el consumo de agua fría y caliente.

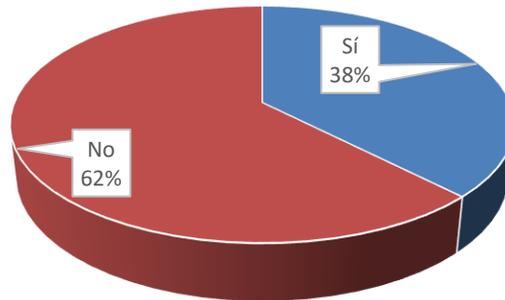
Figura 24. **¿Imprime a doble cara y en blanco y negro?**



Fuente: elaboración propia.

56 % de los encuestados indicó que imprime a doble cara y en blanco y negro.

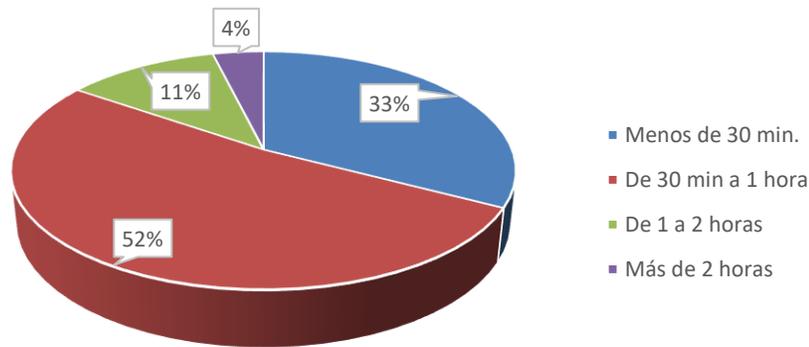
Figura 25. **¿Acostumbra a cargar su celular en su oficina?**



Fuente: elaboración propia.

38 % de los encuestados indicó que carga su celular en su área de trabajo.

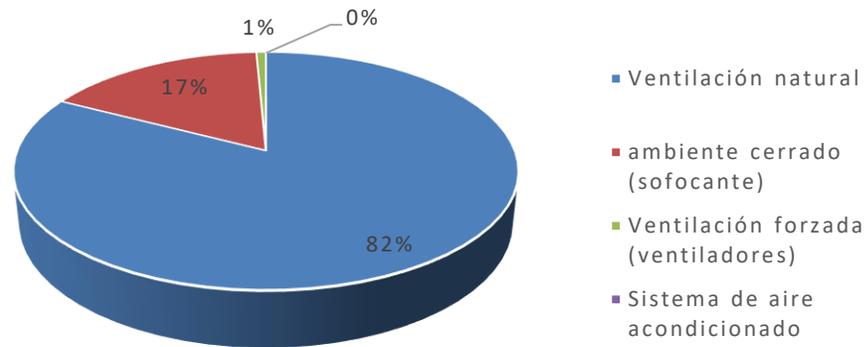
Figura 26. **Tiempo de carga de celular**



Fuente: elaboración propia.

52 % de los encuestados, que indicaron que cargan su celular en su oficina, respondieron que lo hacen durante un periodo de 30 minutos a media hora.

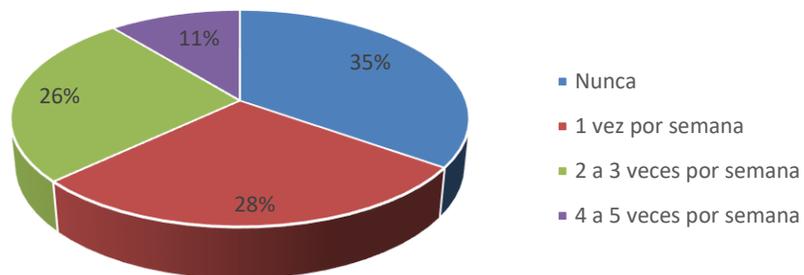
Figura 27. **¿Cómo es la climatización de sus ambientes?**



Fuente: elaboración propia.

17 % de los encuestados indicaron que su ambiente de trabajo es sofocante.

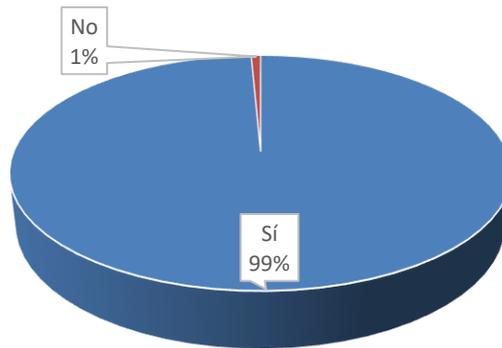
Figura 28. **¿Con qué frecuencia se queda a trabajar más horas de su horario laboral?**



Fuente: elaboración propia.

65 % de la población encuestada indicó que se queda a trabajar más horas de su horario laboral.

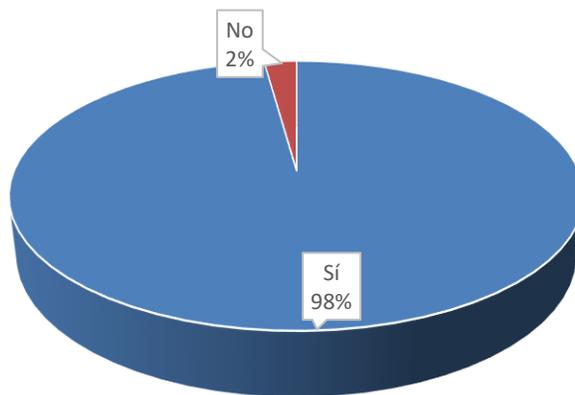
Figura 29. **¿Ve positivo que la administración quiera implementar medidas de eficiencia y ahorro energético?**



Fuente: elaboración propia.

El 1 % de los encuestados respondió que no ve positivo que la administración quiera implementar medidas de eficiencia y ahorro energético.

Figura 30. **¿Estaría dispuesto a cambiar sus hábitos de consumo para reducir el gasto de energía en su lugar de trabajo?**



Fuente: elaboración propia.

El 2 % no está dispuesto a cambiar sus hábitos de consumo.

## **4. PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA ELÉCTRICA PARA EL PALACIO NACIONAL DE LA CULTURA**

Un plan de gestión energética comprende un ciclo de mejora continua donde se debe establecer una política energética, una planificación energética, una fase de implementación y operación, una fase de verificación y una fase de revisión.

La administración del Palacio Nacional de la Cultura debe velar porque este plan de gestión energética eléctrica sea documentado, implementado y se le dé el debido seguimiento para que mejore continuamente el desempeño energético eléctrico.

El alcance de este plan abarca todas las instalaciones del edificio, todas las actividades desarrolladas dentro del edificio y a todo el personal que labora dentro de él.

Es necesario que el plan de gestión de la energía eléctrica se diseñe conforme lo establece la Norma ISO 50001 definiendo los requisitos generales, para determinar el alcance y las limitaciones de la institución. Para lograr la mejora continua del plan de gestión y el desempeño energético eléctrico es necesario cumplir con todas las fases del proyecto, planificar, hacer, verificar y actuar, y con todos los pasos que tiene cada fase. En los capítulos 5 y 6 de este informe se hace una estimación de los beneficios de la correcta implementación de este plan.

Tabla X. **Estructura del plan de gestión energética eléctrica**

Requisitos generales	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1. Responsabilidad de la dirección</li> <li>4.1.1. Representante de la dirección</li> <li>4.2. Política energética</li> </ul>
Planificar	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.3. Planificación energética</li> <li>4.3.1. Requerimientos legales</li> <li>4.3.2. Revisión energética                             <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3.2.1. Análisis del uso y consumo de la energía eléctrica</li> <li>4.3.2.2. Identificación de las áreas de consumo significativo</li> <li>4.3.2.3. Identificación de las oportunidades de mejora del desempeño energético                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3.2.3.1. Iluminación</li> <li>4.3.2.3.2. Equipos eléctricos</li> <li>4.3.2.3.3. Utilización de energías renovables</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>4.3.3. Línea base energética</li> <li>4.3.4. Indicadores de desempeño energético</li> <li>4.3.5. Objetivos, metas y planes de acción</li> </ul>
Hacer	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.4. Implementación y operación</li> <li>4.4.1. Competencia, formación y toma de conciencia</li> <li>4.4.2. Comunicación</li> <li>4.4.3. Documentación                             <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4.3.1. Requisitos de la documentación</li> <li>4.4.3.2. Control de los documentos</li> </ul> </li> <li>4.4.4. Control operacional</li> <li>4.4.5. Diseño</li> <li>4.4.6. Procesos de adquisición de servicios de energía, productos y equipos eléctricos</li> </ul>
Verificar	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.5. Verificación</li> <li>4.5.1. Seguimiento, medición y análisis</li> <li>4.5.2. Evaluación de cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos</li> <li>4.5.3. Auditorías internas del plan de gestión energética eléctrica</li> <li>4.5.4. No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva</li> <li>4.5.5. Control de los registros</li> </ul>
Actuar	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.6. Revisión por la dirección</li> <li>4.6.1. Información de entrada para la revisión de los requisitos</li> <li>4.6.2. Resultados de la revisión</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

#### **4.1. Responsabilidad de la dirección**

La correcta implementación del plan de gestión energética eléctrica conlleva un compromiso por la dirección del Palacio Nacional de la Cultura para darle el correcto seguimiento:

- Aplicando y conservando una política energética eléctrica coherente con los propósitos del Palacio Nacional de la Cultura.
- Asignando un responsable o grupo responsable del plan de gestión de la energía eléctrica.
- Asegurando los recursos necesarios para aplicar y mejorar el plan y el desempeño energético eléctrico.
- Identificando lo que será cubierto por el plan de gestión energética eléctrica.
- Fomentando a los trabajadores la importancia de un plan de gestión de la energía eléctrica dentro del Palacio Nacional de la Cultura.
- Planificando acciones para la gestión de la energía eléctrica, estableciendo objetivos y metas energéticas.
- Tomando en cuenta el desempeño energético eléctrico en las planificaciones a largo plazo y verificando que los indicadores de desempeño energético son los adecuados para el Palacio Nacional de la Cultura.
- Efectuando revisiones de los resultados, de manera periódica.

##### **4.1.1. Representante de la dirección**

El responsable designado por la dirección del palacio debe contar con las habilidades y competencias adecuadas para implementar correctamente el plan

de gestión de energía eléctrica. Entre las funciones que se podrían asignar a la persona designada están:

- Velar que el plan de gestión energética eléctrica se desarrolle como lo indican los requisitos de la Norma ISO 50001.
- Identificar al personal que deba trabajar para el apoyo a la ejecución de las actividades de la gestión de la energía eléctrica.
- Informar sobre el desempeño energético del plan de gestión energética eléctrica a la administración del Palacio Nacional de la Cultura.
- Velar que el plan de actividades de gestión de la energía eléctrica se implemente para cumplir la política energética.
- Delegar responsabilidades para facilitar la gestión de la energía eléctrica.
- Identificar los criterios y métodos necesarios para asegurar que el seguimiento del plan de gestión energética eléctrica sea eficaz.
- Concientizar sobre la política energética y los objetivos al personal del Palacio Nacional.

#### **4.2. Política energética**

La política energética es un conjunto de compromisos para alcanzar un buen desempeño energético en el Palacio Nacional, como los siguientes:

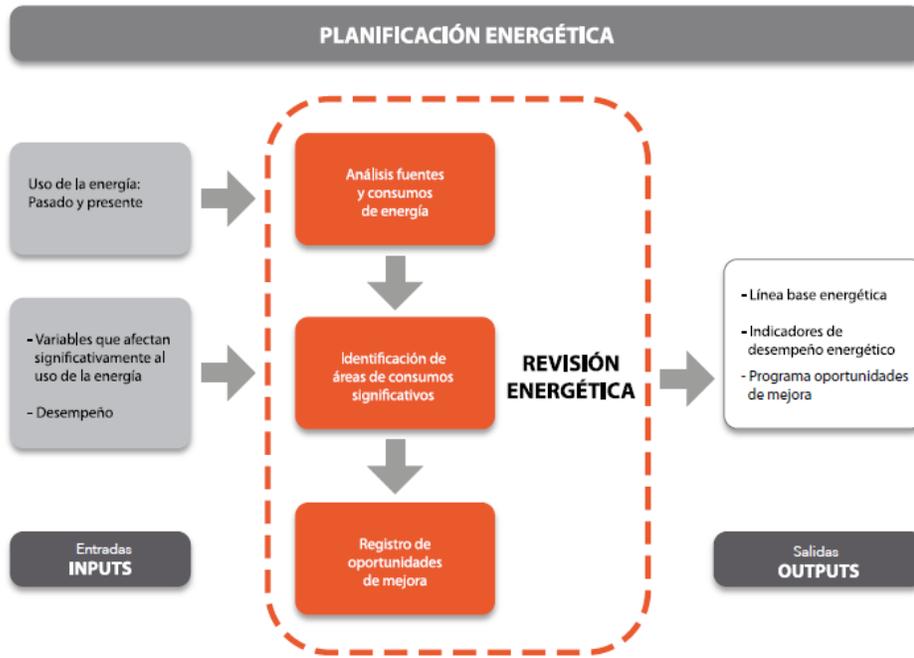
- Asumir un compromiso de mejora continua del desempeño energético.
- Promover una sensibilización del uso eficiente y ahorro de la energía, facilitando información sobre los beneficios de estos.
- Fomentar buenos hábitos de consumo de energía eléctrica a los trabajadores del Palacio Nacional de la Cultura.
- Contribuir al medio ambiente, mediante la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero.

- Implementar el uso de tecnologías y mejorar las ya existentes para un consumo más eficiente de la energía eléctrica.
- Facilitar la adquisición de productos y equipo que sean enérgicamente eficientes para lograr un mejor desempeño energético.
- Fomentar el uso de fuentes renovables de energía eléctrica.
- Fijar las metas de ahorro energético y las medidas a implementar para lograrlas.

#### **4.3. Planificación energética**

Se debe realizar una metodología que se relacione con lo establecido en la política energética y que tenga actividades que ayuden a mejorar de forma continua el desempeño energético, realizando una revisión energética, una Línea base energética, indicadores de desempeño energético y por último objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.

Figura 31. Diagrama conceptual del proceso de planificación energética



Fuente: AChEE. *Guía de implementación de sistemas de gestión de la energía basada en ISO 50001*. p. 34.

#### 4.3.1. Requerimientos legales

Se incluyen los requisitos legales correspondientes al uso y consumo de la energía eléctrica en Guatemala, por lo tanto, es necesario identificar las obligaciones que posee el Palacio Nacional de la Cultura como usuario de energía eléctrica.

Para no incurrir en alguna penalización en relación con la energía eléctrica utilizada se debe recurrir al cumplimiento de las normativas establecidas por las NTSD de la CNEE referentes a la distorsión armónica, *flicker* y el factor de potencia. Para llevar un mejor control de los requerimientos legales se pueden tabular como en la tabla XI.

Tabla XI. **Requerimientos legales**

Ley, norma o reglamento	Título, capítulo, artículo	Descripción	Responsable de cumplimiento
NTSD	Título V Capítulo I	Distorsión armónica de la corriente generada por el usuario	Jefe de mantenimiento
NTSD	Título V Capítulo II	<i>Flicker</i> generado por el usuario	Jefe de mantenimiento
NTSD	Título V Capítulo III	Factor de potencia	Jefe de mantenimiento
AG 229-2014	Título II Capítulo II	Iluminación	Jefe de mantenimiento
AG 229-2014	Título IV Capítulo I	Iluminación- Disposiciones Naturales Iluminación artificial Iluminación de emergencia	Jefe de mantenimiento
AG 229-2014	Título VII Capítulo I	Electricidad	Jefe de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Si la administración del Palacio Nacional de la Cultura desea implementar voluntariamente otros requerimientos legales, deben ser agregados en el plan de eficiencia energética eléctrica para darle un seguimiento más organizado junto con las Normas de la NTSD y los reglamentos de Salud y Seguridad Ocupacional AG 229-2014.

#### **4.3.2. Revisión energética**

En esta parte del plan de gestión energética eléctrica se debe realizar un análisis del uso de la energía eléctrica, revisar las variables que afectan el uso de la energía eléctrica y determinar su desempeño.

En la figura 31 se observa que la revisión energética consiste en tres cosas:

- Análisis del uso y consumo de la energía eléctrica
- Identificación de áreas de consumo significativo
- Registro de oportunidades de mejora

#### **4.3.2.1. Análisis del uso y consumo de la energía eléctrica**

Se deben identificar las fuentes de energía utilizadas por el Palacio Nacional, como este es un plan de gestión energética eléctrica, solo se identifica la energía eléctrica. Teniendo ya identificada la electricidad como la fuente de energía a analizar se debe realizar una contabilización de uso energético, mediante el análisis del uso empleado a la energía eléctrica y los datos de consumos históricos de por lo menos los últimos tres años.

El uso que se le da a la energía eléctrica en el Palacio Nacional es principalmente para iluminación y equipo de oficina, para hacer un análisis del uso se realizó un inventario, tabla XII, de los equipos donde se contabilizaron los datos de demanda de potencia y horas de uso con el objetivo de determinar cuanta energía eléctrica consumen en promedio. El inventario fue realizado por medio de un recorrido en los diferentes ambientes del Palacio Nacional de la Cultura; anotando las cantidades de los diferentes equipos eléctricos conectados a los tomacorrientes de la instalación eléctrica.

Tabla XII. **Inventario de equipo**

	Equipo	Cantidad	Consumo individual (Wh)
1	Computadora de escritorio	693	70
2	Monitor LCD para PC	696	35
3	Monitor CRT para PC	1	75
4	Computadora Mac	22	200
5	Computadora portátil	50	35
6	Aire acondicionado pequeño	7	800
7	Aire acondicionado para servidores	1	1 350
8	Impresoras	198	11
9	Impresora multifuncional	11	27
10	Microondas	62	1 500
11	Horno	1	1 200
12	Refrigerador grande	5	1 020
13	Refrigerador pequeño	29	265
14	Cafetera 10 tazas	21	650
15	Cafetera 20 tazas	18	650
16	Cafetera 50 tazas	10	650
17	Cafetera 80 tazas	2	650
18	Fotocopiadora simple	7	900
19	Fotocopiadora completa	50	1 100
22	Trituradoras de papel	11	220
23	Oasis	72	80
24	Escáner	14	38
25	Televisor LCD	24	250
26	Televisor CRT	1	200
27	Sistema de audio	11	120
28	Grabadoras	4	16
29	Extractores de olores	4	500
30	Cañonera	2	500
31	Ventilador pequeño	2	25
32	Ventilador	21	250
33	Deshumidificador	4	400
34	Extractor baños	2	500
35	Plotter	3	650
36	Lámparas de escritorio	23	40
37	Estufas eléctricas	3	2 000
38	Pulidoras	3	400
	Iluminación	Cantidad	Consumo total (Wh)
39	Luminarias	7079	12 9425
	Motores eléctricos	Cantidad	Potencia (HP)
40	Elevador de carga	2	4,5
41	Elevador de personas	7	7,5
42	Bombas de agua	2	10
43	Bombas de agua fuentes	5	3
44	Bombas de agua fuentes	5	1

Fuente: elaboración propia.

Para la iluminación se identificaron 4 tipos de lámparas: neón, ahorradoras, incandescentes y led, las cuales dan una cantidad total de 4 334 lámparas, en el cuadro del inventario se describe como un total de 7 079 luminarias con un consumo total de 129 425 Wh. Los aparatos que utilizan principalmente en las oficinas son: computadoras, impresoras, escáneres, fotocopiadoras, televisores, trituradoras, cafeteras, microondas, oasis, refrigeradoras.

Como recomendación para tener una estimación más acertada del uso de la energía, realizar un inventario por dependencia, con un formato unificado, donde se tomen en cuenta todos los aparatos eléctricos que utilicen con los datos de consumo de energía, horas de uso, antigüedad del equipo y si cuentan con certificado de ahorro energético y, de ser posible, hacer una medición de parámetros eléctricos en cada tablero de distribución de la instalación eléctrica. A continuación, un ejemplo de cómo tomar los datos de los equipos.

**Tabla XIII. Ejemplo de lista de equipos eléctricos**

Núm.	Equipo	Área o tablero	Potencia W	Voltios	Amperios	Horas de uso	Energía	Porcentaje de energía total %

Fuente: elaboración propia.

En la realización del análisis de consumos históricos de energía eléctrica se deben tomar, de las facturas emitidas por la empresa de distribución de energía eléctrica, los datos de consumo de energía y el dato del mes de emisión, repitiendo el proceso con cada uno de los meses de todos los años, después se gráfica el consumo de energía contra los meses del año, obteniendo una gráfica que refleje el consumo histórico del Palacio Nacional de la Cultura e identificar alguna posible tendencia en la demanda.

En el análisis de los consumos pasados de energía eléctrica se realizó un histograma en la figura 9 donde se puede apreciar gráficamente como se ha comportado desde el 2015 al 2017. Se observa en la tabla VII que en las facturas del 2017 la potencia contratada es de 245,7 kW y la potencia máxima mayor registrada es de 195,3 kW.

En el análisis del consumo presente de energía eléctrica se realizó un monitoreo, de siete días, de algunos parámetros eléctricos tales como la potencia activa total y la energía demandada en el tablero principal del Palacio Nacional de la Cultura con un analizador de redes.

Con los datos obtenidos del monitoreo se realizó un estimado de consumo de energía y demanda de potencia por cada día de la semana, como se puede observar en la tabla II, la demanda tiende a aumentar de lunes a viernes y decrece de sábado a domingo. Con los datos de demanda de potencia se realizó una caracterización de la carga por cada uno de los días de la semana incluyendo un día de asueto, estas caracterizaciones, se pueden observar en las figuras 1 al 8, se realizaron utilizando los datos medidos por un analizador de redes midiendo la potencia activa cada 15 minutos, se graficaron los valores de carga para cada tiempo dando como resultado una curva que ilustra el comportamiento de la carga desde las 0 horas hasta las 23:59 horas.

#### **4.3.2.2. Identificación de las áreas de consumo significativo**

En la identificación de las áreas donde se emplea la mayor parte de la energía eléctrica se utilizó el inventario de equipos, tabla XII, para determinar el porcentaje de energía que demanda cada tipo de equipo conectado a la

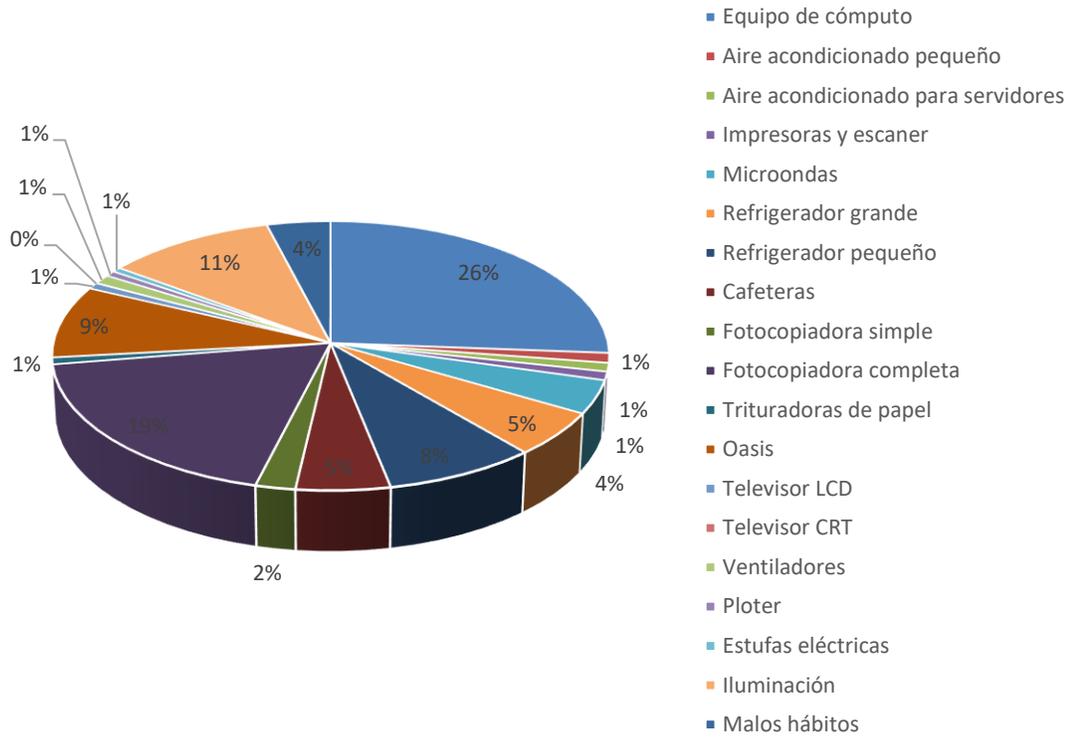
instalación eléctrica del Palacio Nacional. Basado en el inventario se realizó una gráfica de distribución de consumo de energía eléctrica.

Tabla XIV. Consumos de los equipos

	equipo	cantidad	consumo individual (Wh)	Día laboral		Día no laboral		Energía (kWh/Mes)	Energía %	
				Horas de uso	Energía total (kWh/día)	Horas de uso	Energía total (kWh/día)			
1	Computadora de escritorio	693,00	70,00	8,00	388,08	0,00	0,00	7 761,60	0,17	
2	Monitor LCD para PC	696,00	35,00	8,00	194,88	0,00	0,00	3 897,60	0,08	
3	Monitor CRT para PC	1,00	75,00	8,00	0,60	0,00	0,00	12,00	0,00	
4	Computadora Mac	22,00	200,00	8,00	35,20	0,00	0,00	704,00	0,02	
5	Computadora portátil	50,00	35,00	2,00	3,50	0,00	0,00	70,00	0,00	
6	Aire acondicionado pequeño	7,00	800,00	5,00	28,00	0,00	0,00	560,00	0,01	
7	Aire acondicionado para servidores	1,00	1 350,00	12,00	16,20	12,00	16,20	486,00	0,01	
8	Impresoras	198,00	11,00	8,00	17,42	0,00	0,00	348,48	0,01	
9	Impresora multifuncional	11,00	27,00	8,00	2,38	0,00	0,00	47,52	0,00	
10	Microondas	62,00	1 500,00	1,00	93,00	1,00	4,50	1 905,00	0,04	
11	Horno	1,00	1 200,00	1,00	1,20	1,00	1,20	36,00	0,00	
12	Refrigerador grande	5,00	1 020,00	24,00	122,40	2,00	10,20	2 550,00	0,05	
13	Refrigerador pequeño	29,00	265,00	24,00	184,44	2,00	15,37	3 842,50	0,08	
14	Cafetera 10 tazas	21,00	650,00	3,00	40,95	3,00	5,85	877,50	0,02	
15	Cafetera 20 tazas	18,00	900,00	3,00	48,60	0,00	0,00	972,00	0,02	
16	Cafetera 50 tazas	10,00	1 000,00	3,00	30,00	0,00	0,00	600,00	0,01	
17	Cafetera 80 tazas	2,00	1 600,00	3,00	9,60	0,00	0,00	192,00	0,00	
18	Fotocopiadora simple	7,00	900,00	8,00	50,40	0,00	0,00	1 008,00	0,02	
19	Fotocopiadora completa	50,00	1 100,00	8,00	440,00	0,00	0,00	8 800,00	0,19	
22	Trituradoras de papel	11,00	220,00	8,00	19,36	0,00	0,00	387,20	0,01	
23	Oasis	72,00	80,00	24,00	138,24	24,00	138,24	4 147,20	0,09	
24	Escáner	14,00	38,00	8,00	4,26	0,00	0,00	85,12	0,00	
25	Televisor LCD	24,00	250,00	2,00	12,00	2,00	12,00	360,00	0,01	
26	Televisor CRT	1,00	200,00	2,00	0,40	2,00	0,40	12,00	0,00	
27	Sistema de audio	11,00	120,00	2,00	2,64	0,00	0,00	52,80	0,00	
28	Grabadoras	4,00	16,00	3,00	0,19	0,00	0,00	3,84	0,00	
29	Extractores de olores	4,00	500,00	1,00	2,00	0,00	0,00	40,00	0,00	
30	Cañonera	2,00	500,00	2,00	2,00	0,00	0,00	40,00	0,00	
31	Ventilador pequeño	2,00	25,00	5,00	0,25	0,00	0,00	5,00	0,00	
32	Ventilador	21,00	250,00	5,00	26,25	0,00	0,00	525,00	0,01	
33	Deshumidificador	4,00	400,00	5,00	8,00	0,00	0,00	160,00	0,00	
34	Extractor baños	2,00	500,00	1,50	1,50	0,00	0,00	30,00	0,00	
35	Plotter	3,00	650,00	8,00	15,60	0,00	0,00	312,00	0,01	
36	Lámparas de escritorio	23,00	40,00	8,00	7,36	0,00	0,00	147,20	0,00	
37	Estufas eléctricas	3,00	2 000,00	1,50	9,00	1,50	9,00	270,00	0,01	
38	Pulidoras	3,00	400,00	1,50	1,80	0,00	0,00	36,00	0,00	
	Iluminación	Cantidad	consumo individual (Wh)	Horas de uso	Energía por unidad (kWh/día)	Energía consumida total (kWh/día)	Energía (kWh/Mes)	Energía %		
39	Luminarias	7 079,00	129 425,00	2,00	258,85		5 177,00	0,11		
	Motores	Cantidad	Potencia (HP)	Horas de uso	Energía por unidad (kWh/día)	Energía consumida total (kWh/día)	Energía (kWh/Mes)	Energía %		
40	Motores de carga	2,00	4,50	1,00	0,00	0,01	0,18	0,00		
41	Motores de personas	7,00	7,50	2,00	0,02	0,11	2,10	0,00		
42	Bombas de agua	2,00	10,00	8,00	0,08	0,16	3,20	0,00		
43	Bombas de agua fuentes	5,00	3,00	1,00	0,00	0,02	0,30	0,00		
44	Bombas de agua fuentes	5,00	1,00	1,00	0,00	0,01	0,10	0,00		
Energía consumida total (kWh/día)							Energía (kWh/Mes)	Energía %		
<b>Total</b>							<b>2 429,51</b>	<b>46 466,44</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Distribución de consumo de energía**

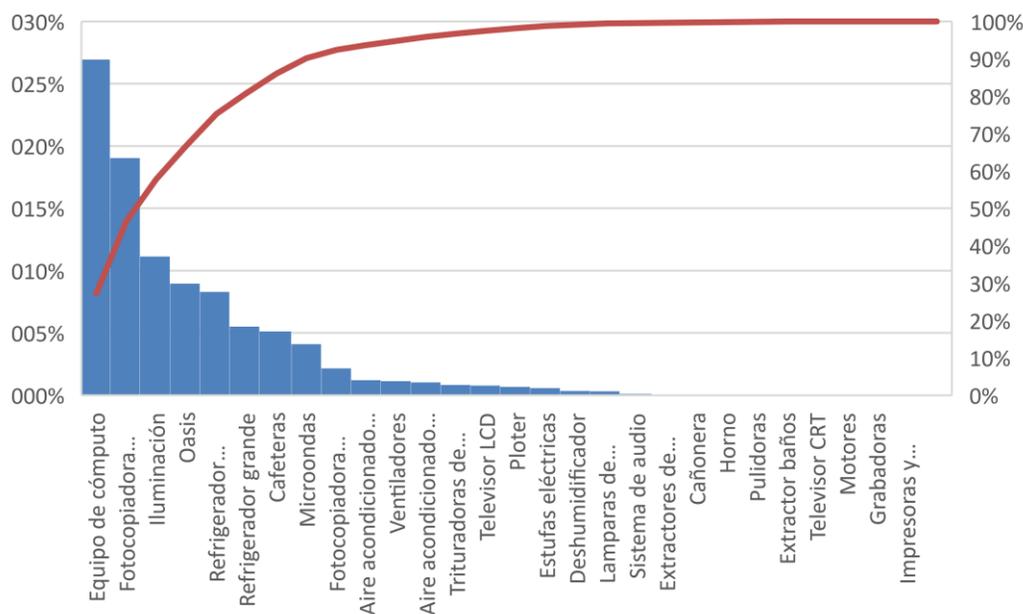


Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 32 el equipo de cómputo, la iluminación y fotocopiadoras completas conforman la mayor parte de consumo de energía eléctrica en el Palacio Nacional, con el 26 %, 11 % y 18 % respectivamente.

Los usos de la energía se pueden visualizar de una mejor forma empleando una herramienta llamada diagrama de Pareto, esta herramienta indica que un 20 % de los equipos consumen aproximadamente el 80 % de la energía eléctrica total.

Figura 33. Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

Se observa en la figura 33 aproximadamente el 80 % de la energía es consumida por un 20 % de los equipos, los cuales son: iluminación, equipo de cómputo, fotocopiadoras, refrigeradoras y oasis, lo cual nos dice que las oportunidades de mejoras se pueden centrar en estos elementos.

Otras variables que afectan significativamente al uso de la energía son las siguientes:

- Personas: comportamiento humano y número de personas que trabaja en el edificio
  - Para analizar el comportamiento humano con el uso de la energía eléctrica se realizó la encuesta que se encuentra en el capítulo de diagnóstico de este documento.

- Para realizar un pronóstico más acertado de cómo será el consumo de energía eléctrica en el Palacio Nacional se recomienda hacer un análisis histórico de la cantidad de personas que ha laborado dentro del edificio.
- Edificio: distribución de espacios de trabajo y características de la instalación eléctrica
  - El personal que trabaja en las instalaciones del Palacio Nacional de la Cultura está distribuido en las diferentes oficinas del edificio habiendo algunas que están sobrepobladas y otras con población aceptable. La administración ya cuenta con la documentación de esta información.

#### **4.3.2.3. Identificación de las oportunidades de mejora del desempeño energético**

Para la identificación de las posibles oportunidades de mejora se deben tomar varias fuentes de ideas como:

- El análisis del uso y consumo de la energía eléctrica.
- Resultados de la auditoria energética eléctrica realizada.
- Análisis del equipo utilizado en las instalaciones.
- Mantenimiento de los sistemas, tomando en cuenta los recomendados por los proveedores de los equipos.
- Resultados de la encuesta realizada en el Palacio Nacional de la Cultura.
- Viabilidad del uso de fuentes renovables.
- Sugerencias de las personas que laboran en las instalaciones.

Tomando en cuenta las fuentes de ideas anteriores se han identificado las siguientes oportunidades de mejora:

Comparando la potencia contratada con la potencia máxima registrada en las facturas de consumo eléctrico podemos ver qué es posible solicitar una reducción del valor de la potencia contratada para reducir los gastos de uso de energía eléctrica, como se puede observar en la tabla V el valor mayor registrado de potencia máxima en el 2017 es de 195,3 kW y el valor de la potencia contratada es de 245,7 kW.

Analizando en conjunto varias fuentes de oportunidades de mejoras se han encontrado las siguientes: Iluminación, equipos eléctricos y utilización de energías renovables.

- Iluminación

La iluminación constituye el principal factor que consume energía eléctrica en el Palacio Nacional de la Cultura, por lo que cualquier propuesta de mejora representará una reducción significativa del consumo total.

- En la encuesta el 14 % respondió que ha dejado las luces encendidas en algún ambiente cuando este queda vacío.
- Analizando los equipos instalados de iluminación se han encontrado luminarias que podrían ser sustituidos por otra tecnología como la led reduciendo el consumo eléctrico y la carga eléctrica generada por otras tecnologías.
- Establecer un programa de mantenimiento para la limpieza de lámparas y cambio de luminarias dañadas.
- Utilizar métodos de control automático de iluminación en donde sea aplicable.

- Equipos eléctricos

Entre los equipos eléctricos están los que se utilizan en las oficinas, como computadoras, impresoras, fotocopiadoras, entre otros, los cuales conforman otro gran porcentaje de uso de energía dentro del Palacio Nacional de la Cultura, por lo tanto, representan otra reducción significativa de consumo de energía. Se deben tomar en cuenta que en las oficinas utilizan electrodomésticos como refrigeradoras, cafeteras, microondas y oasis.

- El 39 % de la población encuestada respondió que no utilizan configuraciones de ahorro de energía en sus equipos de cómputo.
- El 48 % afirma que deja su computadora encendida por tiempos mayores a una hora.
- El 54 % indicó que no desconecta los equipos eléctricos de su oficina cuando deja de usarlos o finaliza su jornada laboral.
- Al momento de la adquisición de equipo eléctrico tomar en cuenta el etiquetado energético, ya que esto implica que el equipo tiene una mejor eficiencia.
- Debido a que muchas oficinas tienen equipo electrodoméstico, microondas, refrigeradoras, cafeteras, oasis, entre otros, los cuales son ajenos a los equipos que se deberían tener. Por lo tanto, habilitar áreas de comedores donde estén estos electrodomésticos correctamente instalados, esto para reducir el número de aparatos conectados a las instalaciones y los riesgos de incendio.

- Utilización de energías renovables

Analizando la ubicación y el espacio que posee el Palacio Nacional de la Cultura es posible la instalación de paneles solares para la generación de energía

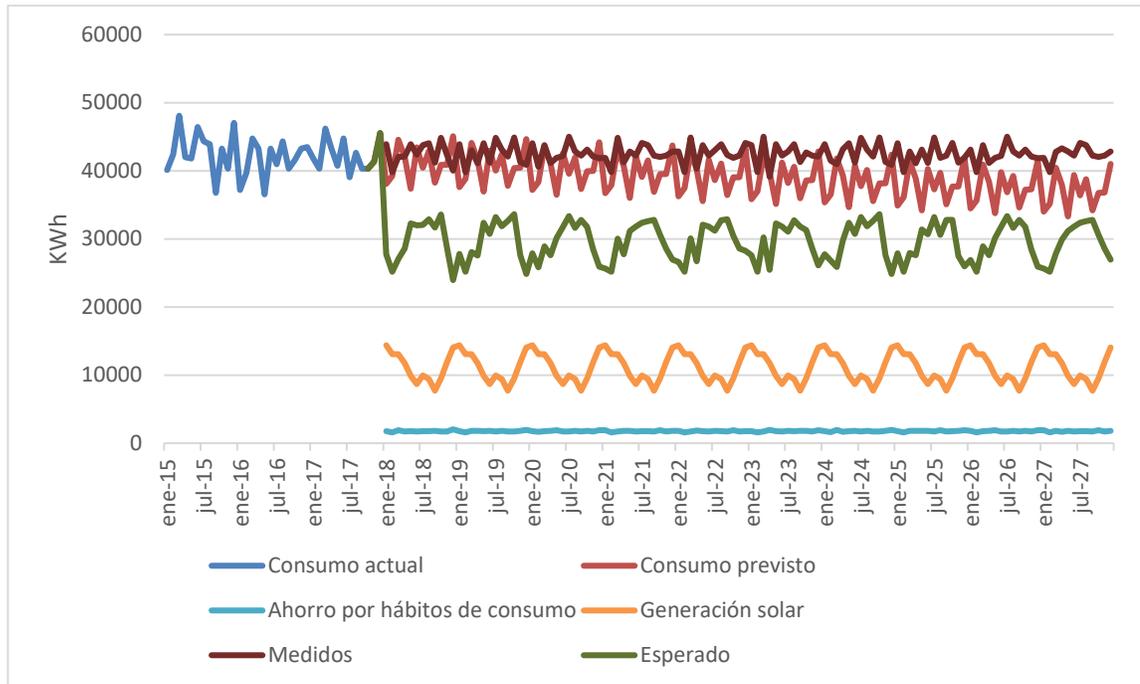
eléctrica y la reducción del consumo de energía de la red eléctrica, además de una reducción de los gastos por consumo y de la emisión de GEI.

### **4.3.3. Línea base energética**

Utilizando la información encontrada en la revisión energética se debe realizar una línea base energética que refleje el ahorro más probable que se puede llegar a tener aplicando mejoras en el desempeño energético.

Esta se debe establecer usando la información reunida de la primera revisión energética, la energía estimada de ahorro por buenos hábitos de consumo y la energía estimada que se puede llegar a generar con la instalación de paneles fotovoltaicos, capítulo 4.9. Los cálculos de los ahorros se observa en los apéndices 2 al 4 y los datos de la línea base en el apéndice 8.

Figura 34. Línea base energética



Fuente: elaboración propia.

Se observa en la figura 34, la línea base energética indica un estimado de cómo puede comportarse el consumo de energía eléctrica, en la línea azul se muestra el consumo histórico del Palacio Nacional de la Cultura, la línea roja el consumo previsto calculado con los datos históricos de consumo, la línea verde muestra cómo sería el consumo de energía eléctrica esperado aplicando cambio de hábitos de consumo energético eléctrico y la instalación de un sistema de generación por energía solar y está se establece como la meta de consumo energético en los próximos años.

#### 4.3.4. Indicadores de desempeño energético

Se establecen indicadores de desempeño energético que sean apropiados para medir el desempeño eléctrico del Palacio. Estos se pueden calcular mensualmente para analizar los cambios en el consumo de energía eléctrica.

Debido a que el Palacio Nacional de la Cultura alberga oficinas, se establecen dos tipos de indicadores:

- Consumo eléctrico por unidad de superficie (kWh/m<sup>2</sup>)
- Consumo eléctrico por trabajador (kWh/trabajador)

El área de construcción del Palacio Nacional de la cultura es de 8 890 m<sup>2</sup> y se utilizaron los consumos estimados para todos los meses del 2019.

Tabla XV. **Energía consumida por metro cuadrado**

Mes	Energía (kWh)		kWh/m <sup>2</sup>	
	Condiciones actuales	Con mejoras	Condiciones actuales	Con mejoras
Enero	37 620,76	21 472,50	4,23	2,42
Febrero	38 807,30	24 171,34	4,37	2,72
Marzo	44 088,16	29 160,06	4,96	3,28
Abril	41 573,94	28 034,91	4,68	3,15
Mayo	36 924,96	25 272,45	4,15	2,84
Junio	42 989,50	32 512,87	4,84	3,66
Julio	40 010,64	28 360,11	4,50	3,19
Agosto	42 410,41	31 170,57	4,77	3,51
Septiembre	37 795,69	28 358,04	4,25	3,19
Octubre	40 408,70	29 172,82	4,55	3,28
Noviembre	40 429,11	26 721,13	4,55	3,01
Diciembre	44 639,36	28 616,10	5,02	3,22

Fuente: elaboración propia.

Para determinar los indicadores de desempeño de consumo eléctrico por trabajador, se utilizó la cantidad de personas que laboran dentro del edificio y se utilizaron los consumos estimados para todos los meses del 2019.

Tabla XVI. **Energía consumida por trabajador**

	Energía (kWh)		kWh/persona	
	Condiciones actuales	Con mejoras	Condiciones actuales	Con mejoras
Enero	37 620,76	21 472,50	34,53	7,91
Febrero	38 807,30	24 171,34	37,59	9,42
Marzo	44 088,16	29 160,06	35,49	11,49
Abril	41 573,94	28 034,91	33,56	13,43
Mayo	36 924,96	25 272,45	36,82	13,54
Junio	42 989,50	32 512,87	33,36	12,36
Julio	40 010,64	28 360,11	36,04	12,46
Agosto	42 410,41	31 170,57	34,44	11,35
Septiembre	37 795,69	28 358,04	36,92	9,88
Octubre	40 408,70	29 172,82	34,53	8,73
Noviembre	40 429,11	26 721,13	37,59	9,77
Diciembre	44 639,36	28 616,10	36,14	9,42

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.5. **Objetivos, metas y planes de acción**

Se deben definir objetivos, metas y planes de acción que tengan como resultado una mejora en el desempeño energético eléctrico del Palacio Nacional de la Cultura, tomando en cuenta plazos para realizarlos, debido a la forma en la que está organizado el personal que trabaja dentro del edificio y la forma en la que ejecutan sus fondos la fijación del tiempo de los plazos puede variar, por lo

tanto el plazo especificado en las tablas que se encuentran en este subcapítulo es solo una recomendación.

Como objetivo principal del plan se tiene una reducción del 30 % consumo de energía para el 2027 en el Palacio Nacional de la Cultura y para lograrlo se pueden seguir los siguientes planes:

- Plan para reducción de consumo de energía en Iluminación.

Tabla XVII. **Plan de consumo en iluminación**

	Objetivo	Meta	Indicador	Responsable	Plazo
1	Tener un plan de mantenimiento de las luminarias.	Diseñar e implementar un plan para el mantenimiento de luminarias.	Factor de mantenimiento	Jefe de mantenimiento	3 meses
2	Reducir la cantidad de luminarias que se quedan encendidas innecesariamente.	Promover el uso correcto de la iluminación.	Número de charlas	Recursos humanos	1 año
		Utilizar controles automáticos para la iluminación, sensores de movimiento, fotoceldas.	Consumo eléctrico	Mantenimiento	4 meses
3	Cambiar progresivamente la tecnología de iluminación.	Utilizar la tecnología más eficiente para iluminación, en el Palacio Nacional de la Cultura.	Niveles de iluminación	Mantenimiento	1 año
4	Cambiar luminarias al cumplimiento de su vida útil.	Implementar un plan de sustitución de luminarias al cumplimiento de su vida útil.	Niveles de iluminación	Mantenimiento	----

Fuente: elaboración propia.

- Plan para reducción de consumo de energía en equipos eléctricos.

Tabla XVIII. **Plan de consumo en equipos eléctricos**

	Objetivo	Meta	Indicador	Responsable	Plazo
1	Sensibilizar a los trabajadores del Palacio Nacional de la Cultura sobre los ahorros energéticos.	Impartir charlas sobre la eficiencia energética a todos los trabajadores.	Núm. de charlas	Recursos humanos	3 meses
2	Informar a los trabajadores sobre la configuración de ahorro de energía en los equipos electrónicos	Impartir charlas sobre la configuración de ahorro de energía de los equipos de trabajo.	Núm. de charlas	Recursos humanos	3 meses
4	Reducir el consumo de energía eléctrica en los equipos de cómputo.	Configurar los equipos en modo ahorro de energía.	Consumo eléctrico	Informática	3 meses
		Incentivar a los trabajadores a apagar impresoras y monitores cuando no los estén utilizando.	Consumo eléctrico	Recursos humanos	1 mes
5	Reducir el número de equipos electrónicos que se quedan conectados al terminar el horario laboral.	Implementar el uso de regletas con interruptor para evitar consumos innecesarios en modo de espera de los aparatos electrónicos.	Consumo eléctrico	Mantenimiento	1 mes
6	Reducir el número de aparatos electrodomésticos en las oficinas	Asignar áreas de comedor para reducir el número de electrodomésticos en las oficinas.	Consumo eléctrico	Dirección	6 meses

Continuación de la tabla XVIII.

7	Realizar la adquisición de equipos considerando el consumo energético con base al etiquetado energético clase A, <i>Energy-Star</i> , entre otros.	Establecer una recomendación para la adquisición de equipo, donde se especifique el etiquetado energético.	Consumo eléctrico	Dirección	1 año
---	--	--	-------------------	-----------	-------

Fuente: elaboración propia.

- Plan para reducción de consumo de energía utilizando energías renovables.

Tabla XIX. **Plan energía renovable**

	Objetivo	Meta
1	Realizar un estudio de irradiación solar para la estimación de la energía eléctrica que se podría generar.	Determinar el potencial de generación del área donde se podrían instalar los paneles solares.
2	Reducir el consumo de energía eléctrica mediante la implementación de paneles fotovoltaicos.	Reducir por lo menos un 25 % de consumo de energía eléctrica mediante la implementación de paneles solares.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Implementación y operación

Esta parte del plan implica la implementación de las mejoras de ahorro de energía eléctrica utilizando la planificación energética. Para la realización de esta fase es necesario establecer los recursos a utilizar.

#### **4.4.1. Competencia, formación y toma de conciencia**

El personal que trabaja en las instalaciones del edificio que está relacionada con los usos significativos de la energía eléctrica debe ser competente para conocer la importancia de sus labores para el logro de los objetivos y metas de ahorro energético.

La administración debe identificar la necesidad de formación del personal para dar a conocer los planes de ahorro de la energía y hacer efectiva la implementación del plan de gestión energética eléctrica.

La administración debe concientizar a los trabajadores sobre los siguientes temas:

- La política energética y el plan de gestión energética eléctrica.
- Sus funciones para cumplir con el plan de gestión energética eléctrica.
- Los beneficios de la implementación del plan para la mejora del desempeño energético.
- El papel que tienen respecto al uso y consumo de energía eléctrica y como sus actividades pueden contribuir a alcanzar los objetivos del plan de gestión energética eléctrica.

Se pueden realizar distintas charlas o capacitaciones donde se formen a los trabajadores como, por ejemplo, las enlistadas en la tabla XII.

Tabla XX. **Plan de formación**

Plan de formación			
Tema de charla o capacitación	Objetivo	Destinatarios	Responsable
Presentación de la política energética y de los objetivos del plan de gestión energética eléctrica.	Dar a conocer la política energética y el plan de gestión energética eléctrica.	Todo el personal.	Recursos humanos
Buenos hábitos de consumo eléctrico.	Instruir buenos hábitos del consumo de energía eléctrica para lograr un ahorro.	Todo el personal.	Recursos humanos
Configuración de ahorro de energía de los equipos de cómputo.	Informar sobre los pasos para configurar un equipo en modo ahorro de energía.	Personal que utiliza computadora.	Informática
Mantenimiento de motores.	Dar a conocer los mantenimientos recomendados por el manual de uso.	Personal de mantenimiento	Jefe de mantenimiento
Mantenimiento de la planta de emergencia.	Dar a conocer los procedimientos para realizar el mantenimiento a la planta de emergencia.	Personal de mantenimiento	Jefe de mantenimiento
Uso y mantenimiento de la planta telefónica.	Capacitar al personal de mantenimiento para manejar la planta telefónica del Palacio Nacional de la Cultura.	Personal de mantenimiento	Jefe de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

#### **4.4.2. Comunicación**

Dar a conocer la información sobre el desempeño energético eléctrico y al plan de gestión energética eléctrica a todas las áreas del Palacio Nacional de la Cultura facilitando que el personal que trabaja dentro del edificio pueda hacer comentarios y sugerencias para tener una retroalimentación. Se requiere que sea identificada la información que se quiere comunicar

#### **4.4.3. Documentación**

Toda la información respecto al plan de gestión energética se documenta para demostrar los avances y la mejora continua del desempeño energético eléctrico del Palacio Nacional de la Cultura.

##### **4.4.3.1. Requisitos de la documentación**

Para mantener la información de todo lo relacionado con el plan de gestión de la energía eléctrica en cualquier medio, sea digital o físico, por lo tanto, se deben establecer criterios que faciliten la organización de la documentación.

Esta documentación debe describir las partes más importantes del plan de gestión energética eléctrica por lo tanto es indispensable que sea incluido:

- El alcance y los límites del plan de gestión energética eléctrica.
- La política energética.
- Los objetivos, metas y planes de acción.
- Los planes de mantenimiento.
- Los documentos y registros requeridos en este plan.
  - La estructura del plan de gestión energética eléctrica.

- La revisión energética.
- La línea base energética.
- Los indicadores de desempeño energético.
- Los planes de formación.
- Los procesos de comunicación del plan de gestión.
- Las especificaciones de adquisición de servicios de energía, productos y equipos.
- Los registros de actividades de diseño.
- Los registros de seguimiento, medición y análisis del desempeño energético.
- Los registros de las evaluaciones de requisitos.
- Los registros de las auditorías internas.
- Los registros de no conformidad y registros de conformidad.
- El control de documentos.
- Revisiones de la administración.

Para facilitar la documentación del plan de gestión energética eléctrica se puede adoptar el uso de diferentes tipos de documentos:

- Manual de gestión energética eléctrica: en este se describe la metodología de la gestión energética eléctrica de forma básica para su fácil seguimiento de operación.
- Procedimientos: estos documentos son complementarios al manual de gestión, describen las actividades y los responsables de ellas.
- Instructivo de trabajo: estos documentos describen la metodología de alguna determinada tarea.
- Registros: son documentos donde se tiene información de distintos requerimientos del plan de gestión energética eléctrica.

#### **4.4.3.2. Control de los documentos**

Las actividades realizadas que afecten el desempeño energético eléctrico tienen que ser documentadas, por lo tanto, se debe aplicar un sistema que ayude a la gestión y organización de los documentos.

Los documentos deben ser aprobados antes de ser archivados, se recomienda que los documentos sean firmados y sellados por los responsables asignados.

Periódicamente, se deben revisar los documentos identificando cuáles deben ser actualizados. Cuando un documento sea actualizado se deben identificar los cambios y las veces que se ha revisado el documento.

Los documentos deben estar disponibles en los puntos donde se utilicen, asegurando que siempre sean las versiones más actualizadas. Para evitar el uso de documentos obsoletos se recomienda que se identifique por algún método su obsolescencia.

Para logra un control de la documentación de forma organizada se recomienda la codificación por medio de abreviaturas y números, la estructura puede ser la siguiente:

Código: XXXX-YYY-ZZZ-número de documento

En la tabla XV se puede observar lo que corresponde cada código.

Tabla XXI. **Código de documentación**

Código	Tipo de documento	Abreviatura
XXX	Manual de gestión energética eléctrica	MGEE
YYY	Procedimiento	PRO
	Instructivo	INS
	Registro	REG
Código	Procedimiento	Abreviatura
ZZZ	Revisión energética	RE
	Línea base energética	LBE
	Indicadores de desempeño energético	IDE
	Control operacional	CO
	Planes de formación	PF
	Procesos de comunicación	PC
	Adquisición de servicios, productos y equipos	ASP
	Actividades de diseño	AD
	Seguimiento, medición y análisis	SMA
	Requisitos legales	RL
	Auditorías internas	AI
	No conformidad	NC
	Control de documentos	CD
Revisiones de la administración	RA	

Fuente: elaboración propia.

Se pueden ir agregando códigos, dependiendo del desarrollo del plan de gestión en el Palacio Nacional de la Cultura.

Un ejemplo del funcionamiento de este código para identificar la segunda revisión del plan de gestión energética eléctrica hecha por la administración se codificaría de la siguiente manera: MGEE-REG-RA-02.

#### **4.4.4. Control operacional**

Se deben identificar las operaciones que se utilizaran dentro del plan de gestión energética y que impliquen un impacto significativo en el desempeño de

la energía eléctrica en el Palacio Nacional de la Cultura. Para definir como se deben operar los equipos utilizados dentro del Palacio se debe tomar en cuenta las manuales de los fabricantes, experiencias del personal de electricidad, características de la instalación, entre otras cosas.

Las operaciones que se identifican dentro del edificio que representan un uso significativo de la energía eléctrica son lo que corresponde a trabajos de oficina y al uso de electrodomésticos.

Los criterios de operación de las actividades antes mencionadas serian principalmente sus horarios de uso los cuales están ilustrados en la figura 13 para los equipos de oficina y para los electrodomésticos el horario donde se concentra su uso es de 1:00 pm a 2:00 pm.

Se debe tomar en cuenta las operaciones de los motores que se utilizan en el edificio y la planta de emergencia, los cuales no representan un uso muy significativo de la energía, pero son esenciales en el funcionamiento del edificio. De estos se debe tomar en cuenta los manuales de uso, sus datos de placa, analizar la posibilidad de cambiarlos por motores de mejor eficiencia, revisiones de los elementos mecánicos, entre otras cosas.

En el control operacional de los equipos se debe tomar en cuenta los mantenimientos necesarios para el correcto funcionamiento de estos por lo tanto es muy importante definir diferentes tipos de mantenimiento y la periodicidad en la que hay que realizarlos. Se pueden efectuar tres tipos de mantenimiento a los equipos que existen en este edificio:

- Mantenimiento conductivo: se realiza una inspección rutinaria del comportamiento de todos los equipos y reparaciones si llegan a ser necesarias.
- Mantenimiento preventivo: se realiza mediante revisiones y reparaciones que den como resultado un buen funcionamiento.
- Mantenimiento modificativo: se realiza cuando se hacen estudios de modificación de las instalaciones, maquinas o equipos para tener una mayor fiabilidad de funcionamiento.

Actualmente, el Palacio Nacional de la Cultura cuenta con planes de mantenimiento de los motores de elevadores y de los motores de las bombas de agua.

Tabla XXII. **Mantenimientos**

Operación	Periodicidad
<b>Mantenimiento conductivo</b>	
Inspección de encendido y apagado de los equipos	Diaria
Inspección de luminarias	Trimestral
Inspecciones termográficas	Anual
Inspección de instalaciones eléctricas	Anual
Sustitución de luminarias	Según necesidad
Localización y reparación de fallos	inmediata
<b>Mantenimiento preventivo</b>	
Limpieza de luminarias	Semestral
Reposición de luminarias	Según necesidad
Pintura de los elementos metálicos de los motores	Según necesidad
Limpieza y mantenimiento de equipo de cómputo	Anual
Mantenimiento de la planta telefónica	Anual
Mantenimientos de la planta de emergencia	Según especificaciones del manual
<b>Mantenimiento modificativo</b>	
Instalación de microondas o refrigeradoras	Según necesidad
Instalación de circuitería extra	Según necesidad

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.5. Diseño

Cuando sea necesario realizar diseños de instalaciones nuevas o modificar las existentes, debe considerarse la oportunidad de hacer un uso eficiente de la energía eléctrica en Palacio Nacional de la Cultura para tener un impacto significativo en su desempeño energético.

En la realización de los diseños energéticamente eficientes se identifican los elementos en donde existan necesidades de instalaciones nuevas o modificaciones como los siguientes:

- El servicio de energía eléctrica: por ejemplo, la potencia contratada de servicio de energía eléctrica, actualmente se tiene una potencia contratada, 245,7 kW, mayor a la potencia máxima demandada, 195,3 kW, cuando se implemente el plan de gestión energética eléctrica es muy probable que la potencia máxima demandada sea menor a la que se demanda actualmente.
- El control operacional: se debe tomar en cuenta que el diseño tiene que facilitar el control operacional de los equipos que se vean involucrados asegurando un buen funcionamiento, por ejemplo, si se desean conectar más equipos en un circuito se debe revisar si las protecciones y los conductores eléctricos aguantarán la variación de carga que los nuevos equipos ocasionarán. En muchas oficinas se han instalado equipos, como electrodomésticos, que consumen mucha corriente, sobrecargando los circuitos y en ocasiones llegan a accionar las protecciones.
- La distribución de las cargas: el edificio cuenta con una red trifásica estrella aterrizada, donde las cargas están distribuidas en las 3 fases, por ejemplo, analizar la necesidad de redistribuir las cargas para que las fases estén

mejor balanceadas o el cambio y redimensionamiento de los conductores eléctricos.

- La subestación eléctrica: estudiar si la subestación necesita ser modificada para que sea más segura y más confiable.
- Los sistemas de control: analizar si los diseños de los sistemas de control de los motores, de la planta generadora, elevadores o de las bombas de agua, sean modificados o cambiados por algunos más modernos, siempre velando porque se haga un uso más eficiente de la energía.
- La planta de emergencia: realizar un estudio para determinar el estado actual y verificando si se puede aumentar su eficiencia o adaptar tecnología más eficiente.

El diseño conforma una gran oportunidad de mejorar el desempeño energético, debido a que existen sistemas o equipos que no han sido diseñados adecuadamente o no se han cambiado por tecnologías más recientes.

Para realizar nuevos diseños de equipos o instalaciones se consideran los siguientes criterios:

- Inversión inicial
- Costos de operación y mantenimiento
- Vida útil
- Normas que regulen el equipo
- Seguridad de operación y mantenimiento
- Garantías del fabricante
- Eficiencia
- Soporte técnico

Es importante que cuando se implemente un diseño, los equipos o sistemas instalados operen de acuerdo con lo especificado en el mismo.

#### **4.4.6. Procesos de adquisición de servicios de energía, productos y equipos eléctricos**

Se debe establecer una metodología para la compra de productos y equipos eléctricos tomando en cuenta un posible ahorro energético, una recuperación de la inversión en determinado tiempo y su desempeño energético.

Es recomendable que se dé a conocer a los proveedores que se posee un plan de gestión energética donde se evalúa el desempeño energético de los equipos a adquirir.

Para seleccionar el equipo necesario se debe tomar en cuenta el ciclo de vida, por lo tanto, es necesario hacer una evaluación de los costos que se relacionan con el equipo. Los criterios por evaluar son:

- Costo inicial
- Consumo de energía eléctrica
- Costo de consumo de energía eléctrica
- Costo de mantenimiento
- Eficiencia
- Vida útil
- Etiqueta energética

En la tabla XXIII se muestra un ejemplo de cómo se podrían evaluar los equipos de iluminación:

Tabla XXIII. **Comparación de productos**

Opciones	Opción 1 10 luminarias incandescentes	Opción 2 10 luminarias fluorescentes	Opción 3 10 luminarias LED
1 Imagen del producto	En este espacio se puede colocar la imagen del producto.	En este espacio se puede colocar la imagen del producto.	En este espacio se puede colocar la imagen del producto.
2 Costo inicial:	Valor de la unidad: Q 18,00 Total: Q 180,00	Valor de la unidad: Q 20,00 Total: Q 200,00	Valor de la unidad: Q 22,00 Total: Q 220,00
3 Potencia	100 W	20 W	13 W
4 Costo de la energía eléctrica:	10 horas/día * 10 luminarias * 100 W * 0,65 Q/kWh= Q 6,50/día	10 horas/día * 10 luminarias * 20 W * 0,65 Q/kWh= Q 1,30/día	10 horas/día * 10 luminarias * 13 W * 0,65 Q/kWh= Q 0,85/día
5 Vida útil	1 000 horas o 100 días	8 000 horas o 800 días	20 000 horas o 2 000 días
6 Eficiencia	Clase E	Clase B	Clase A++
7 Observaciones			

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXIII se muestra un ejemplo de cómo se deben evaluar distintas propuestas de tecnologías de iluminación donde se ve claro cuál es la mejor opción. La misma metodología se puede utilizar para otros tipos de equipos.

También es necesario definir los criterios para la adquisición de servicios de energía, como: capacitaciones, servicios de mantenimiento, consultorías, servicios de suministro de energía eléctrica, modificaciones y expansiones de la instalación eléctrica, entre otras.

Deben ser documentados todos los criterios que se establecen para la adquisición de servicios, productos y equipos.

## **4.5. Verificación**

En esta etapa del plan, ya debió haber sido implementado el plan de gestión energética eléctrica, se hace la verificación de lo que se ha logrado cumplir para hacer posible una mejora continua. Las verificaciones se deben hacer a:

- Los controles operacionales
- Cumplimiento de actividades
- El desempeño energético eléctrico
- Los avances del plan

### **4.5.1. Seguimiento, medición y análisis**

Se deben establecer procedimientos que permitan darle seguimiento, medición y análisis a las actividades, que sean significativas para el desempeño energético, de forma periódica, donde se asegure una mejora continua del plan de gestión energética eléctrica.

Para establecer los procedimientos hay que asegurar que las características clave de las operaciones que están relacionadas con los usos significativos de la energía eléctrica sean controladas.

Entre las características clave las siguientes se tienen que incluir:

- Los usos de energía eléctrica que sean significativos, tales como iluminación y equipos de cómputo, además de lo tomado en cuenta en la revisión energética.
- Todas las variables relacionadas con los usos de iluminación y equipo de cómputo, tales como horas de uso, cantidades de equipos, entre otras.

- Los índices de desempeño energético estimados, energía por metro cuadrado de construcción y energía por trabajador.
- La eficacia de los planes de acción desglosados en el capítulo 4.3.5., verificando el cumplimiento de los objetivos. Además de evaluar si se deben modificar los lapsos de ejecución de actividades para el cumplimiento de los planes.
- La comparación del consumo de energía eléctrica real, obtenido de las facturas de servicio eléctrico, contra el consumo estimado en la línea base energética. Se puede utilizar una herramienta para la comparar dichos datos, ejemplo tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Consumo real contra consumo estimado**

Año:			
Mes	Consumo real	Consumo estimado	Observaciones
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			

Fuente: elaboración propia.

Se debe tomar en cuenta que las características claves antes mencionadas deben ser medibles o verificables para determinar deficiencias en el plan de gestión energética eléctrica y proponer mejoras en el plan para poder cumplirlo.

Para una ordenada etapa de verificación se deben registrar el seguimiento de actividades de monitoreo y medición, la Agencia Chilena de Eficiencia Energética en el documento Guía de implementación de sistemas de gestión de la energía basado en ISO 50001 muestra un ejemplo de cómo registrar estas actividades:

Tabla XXV. **Seguimiento de monitoreos y mediciones**

TEMAS	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ÁREA	RESPONSABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	OBSERVACIÓN

Fuente: AChEE. *Guía de implementación de sistemas de gestión de la energía basado en ISO 50001*, p. 61.

Los responsables del plan de gestión energética deben establecer los parámetros que necesitan medir, los equipos o métodos de medición, fechas de verificación, todo esto para tener una metodología fácil de seguir.

Al realizar las mediciones de los parámetros de las características clave antes mencionadas, se deben mantener los registros y los procedimientos utilizados como los siguientes:

- Resultado de la medición
- Datos de exactitud y precisión de los medidores
- Datos del equipo que se utilizó para medir
- Fecha y hora en la que se realizó la medición

Por último, toda la información recopilada se analiza para determinar la eficiencia del desempeño de la energía eléctrica y los problemas o limitaciones que evitan el cumplimiento del plan de gestión energética eléctrica.

En el análisis de los datos medidos se pueden utilizar los mismos métodos que se emplearon en el capítulo 4.6. Planificación energética eléctrica, además de otros, por ejemplo:

- Análisis de previsión
- Diagrama de Pareto
- Histograma
- Graficas circulares
- Diagramas de causa-efecto
- Comparación de los consumos y posibles ahorros
- Cuadros comparativos
- Diagramas de flujo
- Diagrama de barras

Según las variaciones detectadas entre los primeros análisis con los posteriores a la implementación del plan de gestión energética eléctrica, es posible determinar conclusiones respecto al desempeño energético eléctrico, determinar las deficiencias e identificar las causas de estas para proponer cambios para evitar que ocurran de nuevo.

#### **4.5.2. Evaluación de cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos**

Se debe evaluar el cumplimiento de los requisitos identificados en el plan de gestión energética eléctrica. Para lograr esta evaluación se necesita identificar los procedimientos que faciliten la evaluación periódica del cumplimiento de los requisitos para las actividades relacionadas con el consumo de la energía eléctrica.

Para verificar los requisitos legales mencionados en la parte de planificación se puede por medio de la factura de consumo eléctrica que, cuando hay un incumplimiento de las NTSD, mostrarán una multa.

Para verificar los niveles de *flicker*, de corrientes armónicas y el factor de potencia es necesaria la utilización de un analizador de redes para medir dichos parámetros en la entrada de energía del tablero principal, también se puede verificar el factor de potencia consultando la factura de consumo eléctrico.

Para llevar un seguimiento de los requisitos legales se puede utilizar la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Cumplimiento de requisitos**

Ley, norma o reglamento	Título, capítulo, artículo	Descripción	Responsable de cumplimiento	Fecha de revisión	Valor medido	Valor correcto	Observaciones
NTSD	Título V Capítulo I	Distorsión armónica de la corriente generada por el usuario	Jefe de mantenimiento				
NTSD	Título V Capítulo II	<i>Flicker</i> generado por el usuario	Jefe de mantenimiento				
NTSD	Título V Capítulo III	Factor de potencia	Jefe de mantenimiento				

Fuente: elaboración propia.

El Palacio Nacional de la Cultura no ha tenido sanciones por incumplimiento de las NTSD mencionadas en la planificación. Si llega a existir algún incumplimiento de los requisitos legales se recomienda identificar los factores que lo generan y proponer soluciones para corregirlo.

### 4.5.3. Auditorías internas del plan de gestión energética eléctrica

Se deben realizar auditorías internas para la verificación y evaluación del cumplimiento del plan de gestión energética eléctrica. Las acciones que deben cumplir estas auditorías son:

- Verificar el cumplimiento de los objetivos y metas establecidas en los planes de acción de la gestión energética.
- Asegurar si el plan de gestión energética eléctrica se ha implementado, se mantiene y mejora el desempeño del uso de la energía eléctrica.

Para seleccionar la persona para auditar determinada área se debe asegurar su objetividad e imparcialidad para realizarla.

En la tabla XXVII y XXVIII se sugieren formatos para llevar control de las auditorías para objetivos y metas energéticas y de la implementación del plan.

Tabla XXVII. **Formato para auditoria de objetivos y metas**

Auditoría Núm.				
Departamento:				
Dependencia:				
Fecha:			Auditor:	
Plan:				
Objetivo/meta:				
Cumple	Sí	No	Hora:	
Observaciones:			Inicio	Fin
Nombre de persona encargada de depto.:			Firma:	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Formato para auditoria de implementación, verificación y mejoramiento**

Auditoría Núm.			
Departamento:			
Dependencia:			
Fecha:		Auditor:	
Actividad:			
Cumple	Sí	No	Hora:
Observaciones:		Inicio	
		Fin	
Nombre de persona encargada de depto.:		Firma:	

Fuente: elaboración propia.

Del plan de gestión energética eléctrica se debe auditar todo lo correspondiente a las fases de este, planificación, implementación, verificación y actuación. Por ejemplo, si en la fase de actuación se determinó que debe haber un cambio en la planificación para llegar a una mejora continua, auditar si se realizó el cambio.

Todos los resultados de las auditorias se deben mantener registradas para ser trasladadas a la administración del Palacio Nacional de la Cultura.

#### **4.5.4. No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva**

Al verificar los avances del plan de gestión energética eléctrica en el Palacio Nacional de la Cultura y se detectan no conformidades reales y potenciales en el

comportamiento que se había previsto, se deben realizar correcciones, por medio de acciones correctivas y preventivas. Una no conformidad se define como el incumplimiento de un requisito.

Estos incumplimientos pueden ser detectados por los siguientes medios:

- Análisis de los parámetros de desempeño energético eléctrico
- Auditorías internas
- Revisiones por la administración
- Comunicación por parte de los trabajadores
- Incumplimientos de los objetivos y metas

Toda vez identificados los medios para detectar las no conformidades reales y potenciales, se debe proceder con las acciones para eliminarlas, estas acciones pueden ser:

- Corrección: acción para eliminar una no conformidad real.
- Acción correctiva: acción para eliminar la causa de una no conformidad real.
- Acción preventiva: acción para eliminar la causa de una conformidad potencial.

La administración del Palacio Nacional de la Cultura debe realizar las siguientes acciones para tratar las no conformidades:

- Identificar las causas de las no conformidades reales o potenciales.
- Evaluar las acciones necesarias para que las no conformidades no sucedan o no vuelvan a suceder.
- Determinar y ejecutar la acción necesaria.

- Manejar registros de las acciones realizadas.
- Revisar los resultados de las acciones correctivas o preventivas efectuadas.

Es importante se analice una no conformidad, principalmente su magnitud, para determinar sus causas y definir la acción necesaria para su posible solución. Para tener un mejor control de las acciones efectuadas para las no conformidades se debe tomar en cuenta los siguientes datos:

- Requisito en el cual se encontró la no conformidad
- Fecha en la que se detectó la no conformidad
- Evidencia de la no conformidad
- Causas
- Acciones necesarias para la eliminación de la no conformidad
- Verificación de implementación de las acciones

Un ejemplo de cómo se pueden registrar las no inconformidades se observa en la tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Registro de no conformidad**

Número de no conformidad:		Tipo de no conformidad:	Real	potencial
Área / Dependencia:				
Fecha de detección:		Requisito no cumplido:		
Medio de detección de la no inconformidad:				
Evidencia:				

Continuación de la tabla XXIX.

Causa:			
Tipo de acción:	Corrección	Acción correctiva	Acción preventiva
Descripción de las acciones:			
Verificación de acciones:			

Fuente: elaboración propia.

#### **4.5.5. Control de los registros**

Para demostrar el cumplimiento del plan de gestión energética eléctrica deben realizarse registros de la conformidad de los requisitos definidos en el plan y demostrar los resultados obtenidos en el desempeño energético eléctrico, definiendo e implementando los controles para identificar, almacenar y retener los registros.

Se define lo que debe ser registrado del plan de gestión energética eléctrica, algunos de los registros pueden ser de los resultados de:

- La planificación energética eléctrica
- La formación de los trabajadores
- El seguimiento, medición y análisis
- La evaluación de cumplimiento de requisitos
- Las auditorías internas
- Las revisiones por la administración
- Las acciones correctivas y acciones preventivas

Los registros deben identificarse como se indica en el capítulo 4.4.3.2. Control de los documentos por medio de una codificación, lo cual permitirá una forma fácil para manejarlos. Es importante que los registros tengan una fecha en la que se realizó y tener el nombre de la persona que lo realizó.

Para el almacenamiento de los registros se debe tener claro en qué medios serán archivados los registros para encontrarlos fácilmente, pueden ser medios físicos o manejando una base de datos digital.

Debido a que los registros se van actualizando periódicamente, se puede establecer un determinado tiempo para conservarlos. Retener los registros puede ser útil para ver el progreso de los avances de los objetivos del plan de gestión energética eléctrica. Cuando el tiempo de retención de registros haya terminado se debe decidir cómo eliminarlos, dependiendo en que método se decidan almacenar, si en algún caso se decide almacenar un registro por un tiempo indefinido tiene que indicarse en el lugar donde se guardará.

#### **4.6. Revisión por la dirección**

Esta es la última etapa de la implementación del plan de gestión energética eléctrica, según el ciclo de mejoramiento continuo. En esta fase se debe revisar el plan de gestión energética eléctrica para asegurar la conveniencia, adecuación y eficacia, manteniendo registros de todas las revisiones hechas por la administración del Palacio Nacional de la Cultura.

#### **4.6.1. Información de entrada para la revisión de los requisitos**

Es necesario definir toda la información del plan de gestión energética eléctrica que la administración debe revisar, además de los plazos para hacer la revisión. La información que debe ser revisada es la siguiente:

- Revisiones previas.
- La política energética.
- El desempeño energético eléctrico y los indicadores.
- Los resultados de las evaluaciones del cumplimiento de requisitos, modificaciones en los requisitos y los requisitos que la administración llegue a agregar.
- El nivel de cumplimiento de los objetivos y metas de los planes energéticos.
- Resultados de auditorías energéticas.
- El estado de las acciones correctivas y preventivas.
- El desempeño energético proyectado para el próximo año.
- Las recomendaciones para la mejora.

Después de definir la información se procede a revisar los resultados del plan de gestión energética eléctrica identificando las acciones que se lleguen a tomar para obtener una mejora continua.

#### **4.6.2. Resultados de la revisión**

Después de la revisión de la información por la administración del Palacio Nacional de la Cultura se deben identificar todos los resultados de los cambios de las decisiones y acciones concernientes con lo siguiente:

- Desempeño energético eléctrico.
- Política energética.
- Indicadores de desempeño energético eléctrico.
- Objetivos, metas u otros elementos del plan de gestión de energía eléctrica más apegados al estado del Palacio Nacional de la Cultura, para llegar a tener una mejora continua.
- Recursos asignados.

Hay que tomar en cuenta las sugerencias del personal que labora dentro del edificio, pueden ser de gran ayuda para los resultados de la revisión.

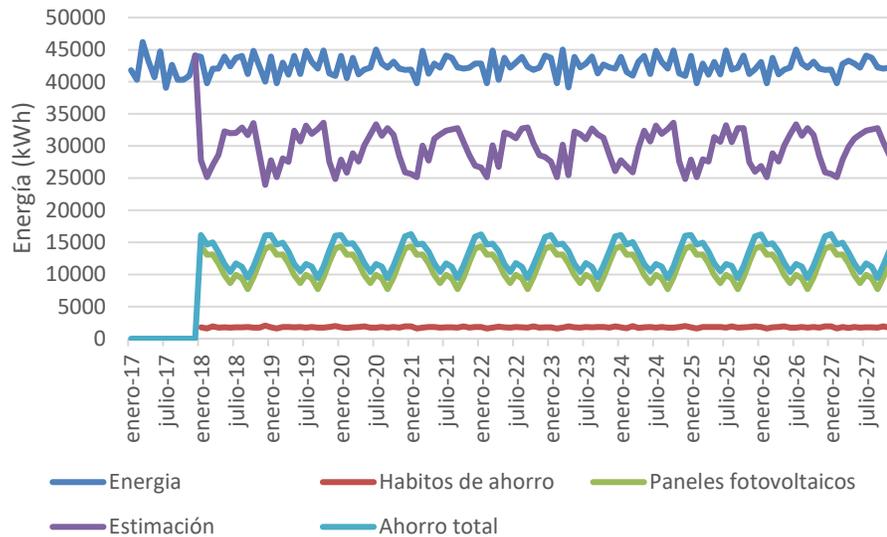
Para determinar el avance que tiene el plan de gestión correspondiente con los objetivos y metas energéticas se recomienda sea analizado con el personal que ha tenido un papel importante para su cumplimiento, con el fin de obtener conclusiones y recomendaciones para tener una mejora continua más eficiente.

#### **4.7. Indicadores de cumplimiento de ahorro energético**

Para la verificación del cumplimiento de las metas de ahorro energético se puede comparar los datos reales con los datos futuros estimados en la siguiente gráfica, figura 35, donde se observa la estimación del consumo de energía eléctrica si se aplican las acciones mencionadas en este documento.

La línea azul indica la energía que se consumiría en los meses del presente año hasta el 2027, esta estimación se hizo con base en las mediciones de energía por día. La línea morada muestra la estimación del consumo aplicando las acciones de mejora.

Figura 35. **Indicadores de cumplimiento de ahorro energético**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.8. **Adecuación de paneles solares**

Como alternativa a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero, se puede aprovechar la irradiación solar que recibe el Palacio Nacional de la Cultura y hacer una instalación de paneles solares en el techo de dicho edificio.

Tomando en cuenta un consumo de energía promedio del 2017 de aproximadamente 42 000 kWh/mes para reducir el consumo de energía un 25 % se puede hacer una instalación de un sistema de generación por paneles solares que genere 10 500 kWh/mes o 350 kWh/diario.

Tabla XXX. Radiación solar diaria

NASA/POWER SRB/FLASHFlux/MERRA2/ 0,5 x 0,5 Degree Climatologies						
22-year Additional Solar Parameter Monthly & Annual Climatologies (July 1983 - June 2005)						
Location: Latitude 14,6429 Longitude -90,5132						
Elevation from MERRA-2: Average for 1/2x1/2 degree lat/lon region = 1 366,56 meters Site = na						
Climate zone: na (reference Briggs et al: <a href="http://www.energycodes.gov">http://www.energycodes.gov</a> )						
MONTH	Relative Humidity at 2 Meters (%)	Surface Pressure (kPa)	Temperature at 2 Meters (C)	Earth Skin Temperature (C)	Wind Speed at 50 Meters (m/s)	Direct Normal Radiation (kW-hr/m <sup>2</sup> /day)
JAN	71,03	86,67	17,69	18,29	4,51	6,59
FEB	64,88	86,63	18,99	19,97	4,05	6,62
MAR	59,60	86,57	20,54	21,98	3,63	6,12
APR	61,00	86,53	21,96	23,53	2,97	5,56
MAY	70,22	86,51	21,58	22,72	2,57	4,53
JUN	80,45	86,53	20,47	21,09	2,68	4,11
JUL	80,95	86,63	19,96	20,47	3,35	4,56
AUG	82,13	86,58	19,93	20,38	3,05	4,31
SEP	85,15	86,49	19,66	20,00	2,73	3,65
OCT	83,77	86,51	19,29	19,66	3,23	4,37
NOV	79,93	86,59	18,33	18,69	4,30	5,64
DEC	76,42	86,65	17,66	18,02	4,46	6,44
ANN	74,63	86,57	19,67	20,40	3,46	5,20

Fuente: NASA. *Prediction Of Worldwide Energy Resources*. Consulta: 19 de Agosto de 2018

Para el dimensionamiento de un sistema de paneles fotovoltaicos se debe tomar en cuenta la inclinación y orientación de los paneles, las HSP y la temperatura. En la tabla XXVIII se puede observar las HSP promedio por mes que recibe el edificio, además de la inclinación que deben llevar los paneles.

- Inclinación óptima anual: 14 grados.
- Orientación óptima: sur.
- Horas solar pico promedio anual: 5,2 HSP.

Con base en las HSP de promedio anual, 5,20 horas, en la ubicación del Palacio Nacional de la Cultura se determinó que será necesaria la instalación de un arreglo de paneles solares de 67,30 kW de potencia.

Para una potencia de 67,30 kW es necesario calcular la cantidad y potencia de los inversores para conectar el sistema de paneles solares a la red. Seleccionando 4 inversores trifásicos, marca Fronius Symo 17,5-3-M, de 17,5 kW podremos llegar a una potencia de 70 kW.

Los paneles solares que se podrían utilizar son los Canadian Solar CS6K-275P Silver Poly los cuales tienen una potencia de 275 W una corriente de operación de 8,88 A y un voltaje de operación de 31 V.

Con base en la potencia máxima a la que se puede llegar con los inversores se estima que la cantidad de paneles necesarios, de 275 W, es la siguiente:

$$\text{Número de paneles} = \frac{70 \text{ kW}}{275 \text{ W}} = 254,54 \approx 255 \text{ Paneles}$$

Se estimó que son necesarios cuatro inversores y el cálculo de paneles solares es de 255 paneles, se debe dividir esta cantidad de paneles entre los inversores, aproximadamente 64 paneles para cada uno.

Los inversores seleccionados tienen un rango de seguimiento del punto de máxima potencia (MTTP) de 200 V a 800 V, se pueden instalar 4 cadenas de 16 paneles solares en cada uno de los inversores, 16 paneles en serie dan un total de 496 V, lo cual está entre los rangos de operación del MTTP de los inversores.

Con el equipo mencionado anteriormente, se puede llegar a generar lo desglosado en la tabla XXXI, donde se compara la generación con los consumos del 2017.

Tabla XXXI. **Cuadro comparativo de consumo y generación**

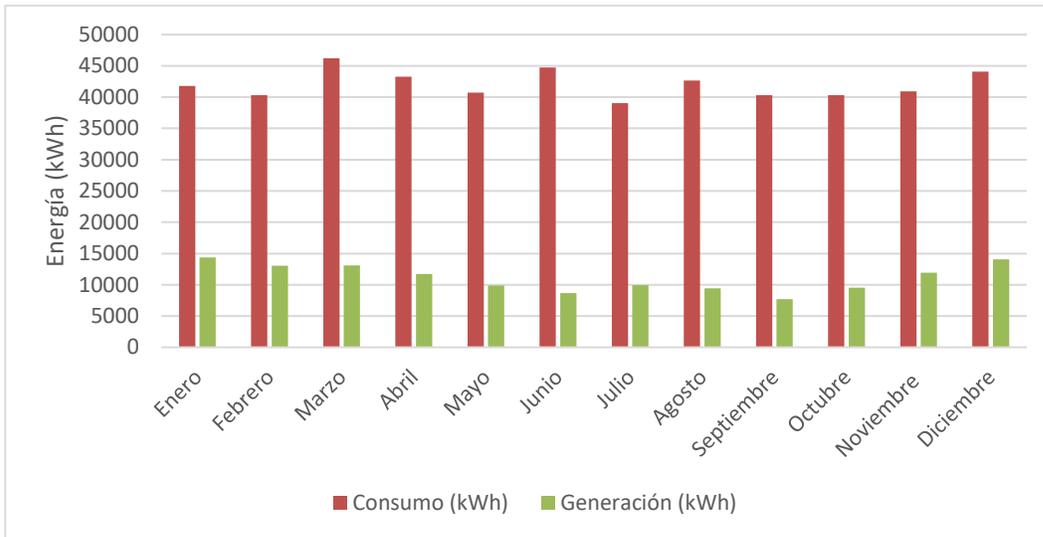
Mes	HSP (kWh/día)	Consumo (kWh)	Generación (kWh)	Ahorro	Quetzales
Enero	6,59	41 790	14 382,02	34,41 %	9 348,31 GTQ
Febrero	6,62	40 320	13 049,34	32,36 %	8 482,07 GTQ
Marzo	6,00	46 200	13 094,40	28,34 %	8 511,36 GTQ
Abril	5,56	43 260	11 742,72	27,14 %	7 632,77 GTQ
Mayo	4,53	40 740	9 886,27	24,27 %	6 426,08 GTQ
Junio	4,11	44 730	8 680,32	19,41 %	5 642,21 GTQ
Julio	4,56	39 060	9 951,74	25,48 %	6 468,63 GTQ
Agosto	4,31	42 630	9 406,14	22,06 %	6 113,99 GTQ
Septiembre	3,65	40 320	7 708,80	19,12 %	5 010,72 GTQ
Octubre	4,37	40 320	9 537,09	23,65 %	6 199,11 GTQ
Noviembre	5,64	40 950	11 911,68	29,09 %	7 742,59 GTQ
Diciembre	6,44	44 100	14 054,66	31,87 %	9 135,53 GTQ
		Total	133 405,18	26 %	86 713,37 GTQ

Fuente: elaboración propia.

El Palacio Nacional puede llegar a obtener un ahorro de 86 713,37 quetzales y un ahorro energético de 133 405,18 kWh en un año, aproximadamente el 26 % menos de los gastos que se tienen.

En la figura 36 se observa que la generación varía dependiendo del mes del año, esto es debido a que las HSP son diferentes para cada mes. Los consumos comparados en la gráfica corresponden a los de 2017.

Figura 36. **Comparación de consumo y generación**



Fuente: elaboración propia.

En el apéndice 30 hay una propuesta de la distribución de los paneles solares en la terraza del edificio, la separación entre filas de paneles es de 1,75 metros para facilitar la limpieza de estos. En el apéndice 32 se observa un diagrama unifilar de la instalación eléctrica del sistema de generación fotovoltaico.

## **5. CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO**

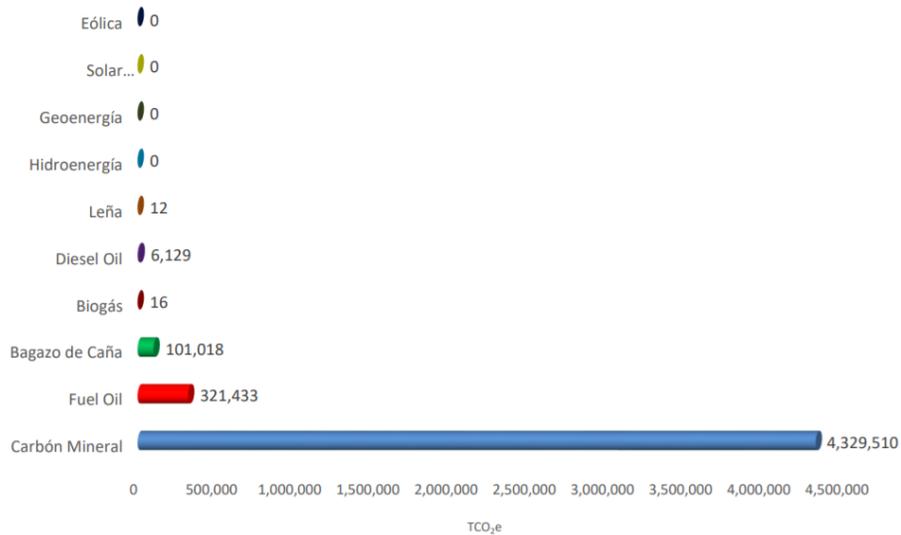
El uso de energía provoca emisiones de gases efecto invernadero y al momento de hacer una correcta gestión de esta se contribuye con la reducción de emisiones de estos gases.

### **5.1. Energía eléctrica**

El uso de energía eléctrica emite gases de efecto invernadero de forma indirecta, debido a que para generarla se utilizan algunos métodos que liberan estos gases, por lo tanto, por medio de un balance energético de la red eléctrica nacional se puede determinar un coeficiente de emisión de GEI, tomando en cuenta las toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas por cada actividad de generación, en Guatemala las actividades de generación de energía eléctrica que emiten más GEI son la generación por carbón mineral, la gasolina y el bagazo de caña.

En la figura 37 se ilustra la aportación de GEI de cada actividad de generación eléctrica en el país.

Figura 37. **Emisiones de GEI en la generación eléctrica**



Fuente: MEM. *Balance energético 2017*. p. 10.

Con base en los datos mostrados en la figura 37, el Ministerio de Energía y Minas determinó un factor de red, el cual es un coeficiente que determina la cantidad de GEI emitidos por el consumo de energía eléctrica en el país.

Tabla XXXII. **Factor de emisión de GEI**

Por energía consumida	Kg CO <sub>2</sub> e / kWh
Factor de emisión (Red)	0,3671

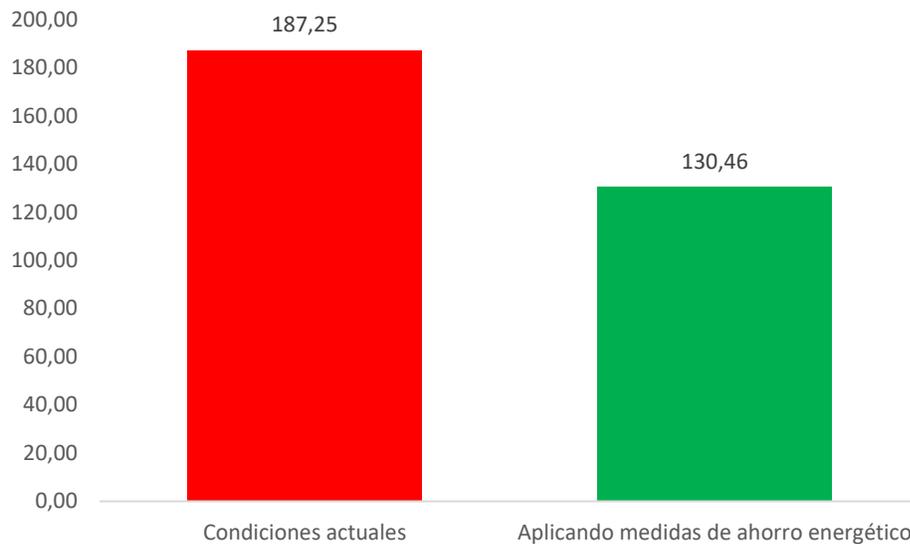
Fuente: MEM. *Balance energético 2017*. p. 11.

### 5.1.1. **Cálculo de emisiones históricas de efecto invernadero**

El Palacio Nacional de la Cultura consume alrededor de 500 000 kWh de energía al año lo cual libera un equivalente a 187,25 toneladas de CO<sub>2</sub>e,

implementando las medidas de ahorro energético las emisiones podrían reducirse a 130,46 toneladas de CO<sub>2</sub>e al año.

Figura 38. **Comparación de emisión de gases efecto invernadero**



Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2. **Proyección de emisión gases efecto invernadero**

En el capítulo 4.3.3. se realizó una estimación de los consumos de energía eléctrica hasta el 2027 de los cuales se puede realizar una proyección de la emisión de gases efecto invernadero por parte del consumo de energía eléctrica en el Palacio Nacional de la Cultura.

Tabla XXXIII. **Comparación de emisiones de GEI**

Año	Toneladas de CO <sub>2</sub> e		
	Condiciones actuales	Cantidad que se puede evitar emitir	Aplicando medidas de ahorro energético
2018	187,35	56,78	130,56
2019	187,28	56,78	130,50
2020	187,51	56,82	130,69
2021	187,24	56,78	130,46
2022	187,69	56,76	130,94
2023	186,82	56,81	130,02
2024	187,90	56,80	131,10
2025	186,60	56,83	129,76
2026	186,88	56,81	130,08
2027	187,24	56,78	130,46
<b>Total</b>	<b>1 872,52</b>	<b>567,94</b>	<b>1 304,57</b>

Fuente: elaboración propia.

Con las condiciones actuales de la gestión de la energía en el Palacio Nacional para el 2027 se habrán emitido 1 872,52 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmosfera, utilizando los métodos de ahorro propuestos en el plan de gestión de la energía eléctrica se puede evitar emitir 567,94 toneladas de CO<sub>2</sub> dando un total de 1 304,57 toneladas de CO<sub>2</sub>, una reducción del 30 % de emisiones.

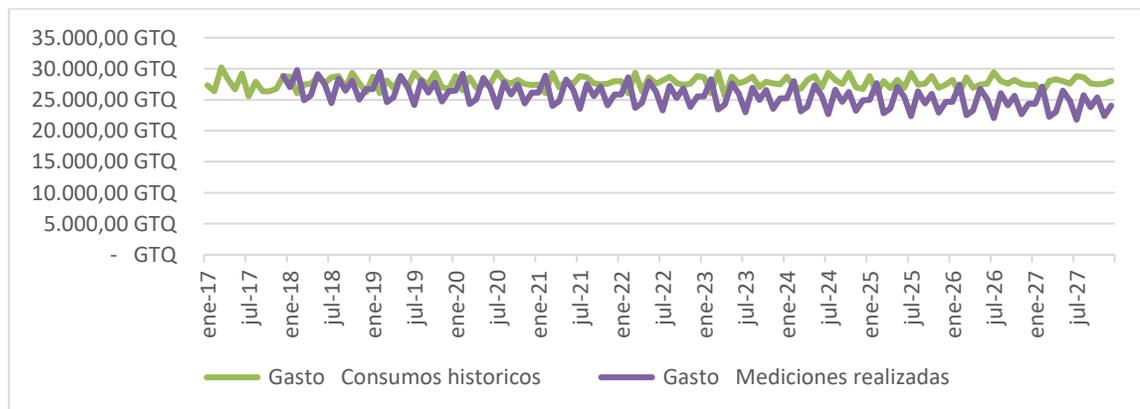
## 6. ANÁLISIS ECONÓMICO

Analizando los datos recopilados de los consumos de energía eléctrica en el Palacio Nacional se establecieron dos propuestas que son viables económicamente. Para todo el análisis económico se calcularon con el precio de 0,654 quetzales el kilo watt hora.

### 6.1. Análisis económico de las propuestas planteadas

Las acciones de mejora propuestas tienen un impacto económico, reduciendo los gastos por consumo de energía eléctrica. Es posible calcular el monto en quetzales que se puede llegar a ahorrar sabiendo cuanta energía se consumirá y el valor del kWh del distribuidor.

Figura 39. **Comparación de pronóstico de gastos por consumo histórico y pronóstico de gastos por mediciones realizadas**



Fuente: elaboración propia.

### 6.1.1. Buenas prácticas y hábitos de consumo

Utilizando los resultados de las encuestas realizadas en el Palacio Nacional de la Cultura y el inventario de equipo, se estimó la energía desperdiciada por los malos hábitos de consumo de energía eléctrica, lo cual se refleja como un gasto monetario evitable adoptando buenas prácticas y hábitos de consumo.

La inversión es nula y representa un ahorro de aproximadamente el 4,5 % del consumo total de energía eléctrica en el edificio.

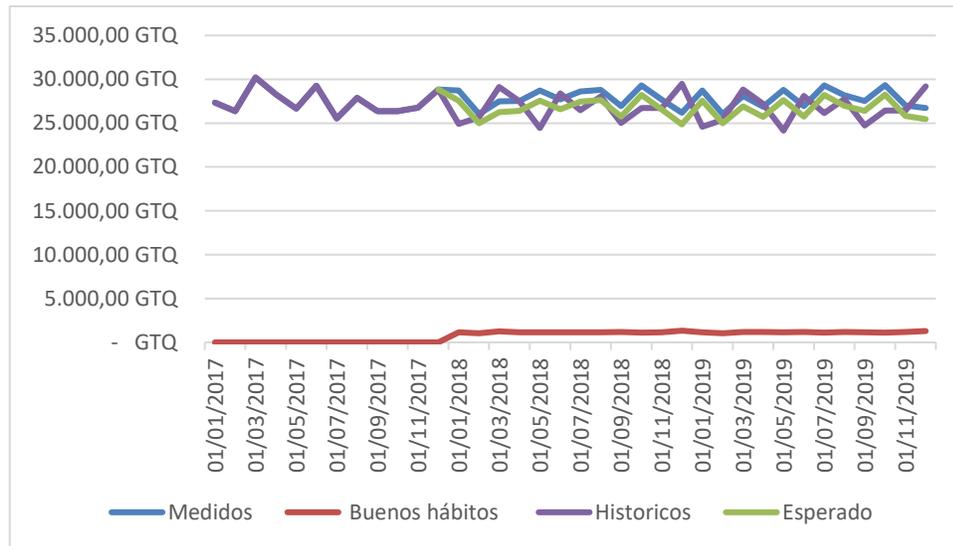
Tabla XXXIV. **Ahorro por buenos hábitos de consumo**

Inversión inicial	Q 0,00
Ahorro mensual	Q 1 161,12
Ahorro anual	Q 13 933,43
Retorno de inversión	No aplica
Vida útil del proyecto	No aplica

Fuente: elaboración propia.

Esta propuesta de ahorro es rentable debido a que se puede lograr un ahorro anual de 13 933,40 quetzales sin realizar una inversión. En la figura 40 se muestran las proyecciones realizadas de los gastos económicos al adoptar buenos hábitos de consumo.

Figura 40. **Comparación de proyecciones de gastos por consumo de energía eléctrica con buenos hábitos de consumo**



Fuente: elaboración propia.

### 6.1.2. **Instalación de sistema fotovoltaico**

Según el análisis realizado del potencial de generación de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico se determinó que el equipo necesario para la instalación tiene un precio de Q 542 027,10.

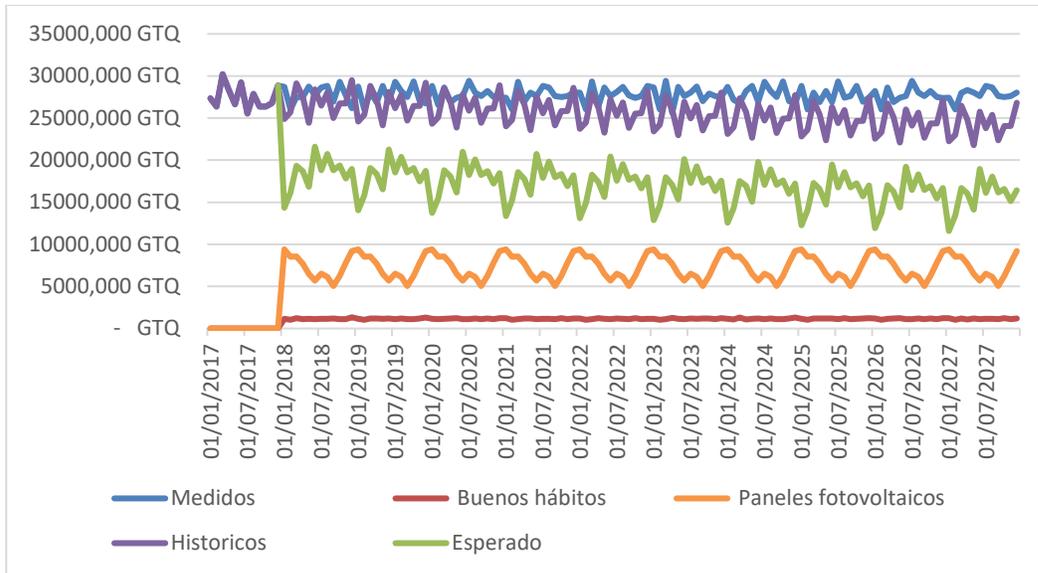
Tabla XXXV. **Ahorro por uso de fuente renovable**

Inversión inicial	Q 542 027,10
Ahorro mensual	Q 7 270,58
Ahorro anual	Q 87 246,99
Retorno de inversión	5,4 años
Vida útil del proyecto	25 años

Fuente: elaboración propia.

El proyecto tiene una vida útil de 25 años y se estimó que el retorno de inversión es de 5,4 años, cuando termine el periodo de retorno se verá reflejado un ahorro promedio mensual de Q 7 270,58 y un ahorro anual de Q 87 246,99.

Figura 41. **Comparación de proyecciones de gastos por consumo de energía eléctrica con buenos hábitos de consumo y paneles fotovoltaicos**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 41 se observa un pronóstico para el 2027 de los gastos por consumo de energía aplicando todas las propuestas planteadas en el plan de gestión de energía eléctrica, la línea verde muestra cómo se podrían comportar los gastos mensuales de energía eléctrica, siendo estos menores a los gastos pronosticados con base a los consumos históricos y a los gastos pronosticados basados en los consumos medidos por día.

## CONCLUSIONES

1. El plan de la gestión energética eléctrica diseñado para el Palacio Nacional de la Cultura propone cambios en los consumos de energía eléctrica, que resultan en un mejor uso de los recursos del estado de Guatemala y en un paso más para el cumplimiento del cuarto eje de la política energética 2013, 2027 del Gobierno de Guatemala.
2. De acuerdo con el análisis realizado de la gestión actual de la energía eléctrica en el Palacio Nacional de la Cultura fueron identificadas las actividades que proponen una gestión más eficiente de la energía eléctrica en el subcapítulo 4.3.5., como: mejor uso de la iluminación, propuesta de mejoras en los hábitos de consumo y la posibilidad de implementar un sistema de generación por energía renovable de paneles fotovoltaicos.
3. Las proyecciones de las emisiones de gases efecto invernadero del Palacio Nacional de la Cultura de 2018 al 2027 que se muestran en la tabla XXXIII fueron realizadas con base en datos históricos de consumo de energía eléctrica y la aplicación de medidas de ahorro energético, evidenciando el beneficio ambiental de la aplicación del plan de gestión energético eléctrico.
4. La adopción del plan de gestión energética eléctrica basado en la Norma ISO 50001 y 50002 es rentable debido a que existe un ahorro económico del gasto por consumo de energía eléctrica como se muestra gráficamente en la figura 41 la comparación de las proyecciones de los gastos por consumo de energía eléctrica.



## RECOMENDACIONES

1. Verificar el cambio en el uso y consumo de la energía eléctrica comparando los resultados después de adoptar el plan de gestión energética eléctrica con los datos obtenidos en la etapa de diagnóstico de este proyecto para la identificación del cumplimiento del cuarto eje de la política energética 2013-2027 del Gobierno de Guatemala.
2. Monitorear el cumplimiento de las acciones de mejora propuestas en el plan, tomando en cuenta los objetivos y metas energéticas fijadas para un uso eficiente de la energía eléctrica.
3. Actualizar el factor de emisión de red, para tener un dato más exacto de las emisiones de gases efecto invernadero anuales por el uso de energía eléctrica, proporcionado en los informes anuales de balance energético del MEM, debido a que este se calcula anualmente por los cambios en la matriz energética nacional.
4. Actualizar el precio del kilo vatio hora periódicamente para el cálculo de los ahorros por buenos hábitos de consumo y los ahorros por la generación solar comparándolos con los pronósticos realizados en el subcapítulo 6.1. de este informe.
5. Mantener comunicación sobre los avances del plan de gestión energética eléctrica con los trabajadores para el fomento de la cultura de eficiencia energética, que los motive en la adopción de buenos hábitos de consumo de energía eléctrica que producen beneficios económicos y ambientales.

6. Realizar una planta de monitoreo para la generación del sistema de paneles fotovoltaicos para facilitar la localización de fallas y la comparación de lo generado mensualmente y lo consumido de la red de distribución.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Chilena De Eficiencia Energética. *Guía de implementación de Sistemas de gestión de la Energía basada en ISO 50001*. Chile: AChEE, 2013. 30, 80 pp.
2. Asociación Española para la calidad. *Gestión de la Energía*. [en línea] <<https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/gestion-de-la-energia>>. [Consulta: 1 octubre 2018].
3. Comisión Guatemalteca de Normas. *Sistemas de gestión de la energía, requisitos con orientación para su uso, COGUANOR NTG/ISO 50001*. COGUANOR, Norma Técnica Guatemalteca, 2013.
4. ISO 50002:2014(en) Energy audits — *Requirements with guidance for use*. ISO. 2014. [en línea] <<https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:50002:ed-1:v1:en>>. [Consulta: 1 octubre 2018].
5. 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: 1 octubre 2018].
6. Ministerio de Energía y Minas. *Plan Nacional de Energía 2017, 2032*. Guatemala: MEM, 2017. 44 p.

7. OLADE. *Planificación energética*. [en línea] <<http://www.olade.org/progproy/planificacion-energetica/>>. [consulta: 1 octubre 2018].
8. Palacio Nacional de la Cultura. *Ministerio de Cultura y Deportes*. [en línea] <<http://mcd.gob.gt/palacio-nacional-de-la-cultura/>>. [Consulta: 7 octubre 2018].
9. Palacio Nacional de la Cultura. *Ministerio de Cultura y Deportes*. [en línea] <<https://mcd.gob.gt/mision-y-vision/>>. [Consulta: 7 octubre 2018].
10. SinCeO2. *La línea base y su importancia en la ISO 50001*. [en línea] <<https://www.sinceo2.com/la-linea-base-y-su-importancia-en-la-iso-50001/>>. [consulta: 1 octubre 2018].

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Consumos históricos de energía (kWh)

Mes	2015	2016	2017
Enero	40 110	37 170	41 790
Febrero	42 420	39 690	40 320
Marzo	48 090	44 730	46 200
Abril	42 000	43 260	43 260
Mayo	41 790	36 540	40 740
Junio	46 410	43 260	44 730
Julio	44 310	40 950	39 060
Agosto	43 890	44 310	42 630
Septiembre	36 750	40 320	40 320
Octubre	43 260	41 580	40 320
Noviembre	40 320	43 260	40 950
Diciembre	47 040	43 470	44 100

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 2. Ahorro de apagado de equipo de cómputo

	Equipo	Cantidad	Consumo individual (Wh)	Tiempo sin utilizar computadora encendida			Energía que se puede ahorrar
				3 horas	4 horas	5 horas	
1	Computadora de escritorio	693	70	173	69	90	87,32
2	Monitor LCD para PC	696	35	174	70	90	43,85
3	Monitor CRT para PC	1	75	0	0	0	0
4	Computadora Mac	22	200	6	2	3	7,92
5	Computadora portatil	50	35	13	5	7	3,15
Suma							142,00

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. Ahorro de consumo de iluminación

	Iluminación	cantidad	consumo total (Wh)	Cantidad que se dejan encendidas	Consumo (Wh)	Energía día laboral (Wh)	Energía día descanso (Wh)
1	Luminarias	1 633	31 172	229	4 364	34 912,64	104 737,92

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 4. Ahorro de equipo de oficina

	Equipo	Cantidad	Consumo individual (Wh)	Consumo apagado (Wh)	Consumo total (Wh)	Día laboral (Wh)	Día descanso (Wh)
1	Computadora de escritorio	693	70	0,4	149,69	2,40	3,59
2	Monitor LCD para PC	696	35	2	751,68	12,03	18,04
3	Monitor CRT para PC	1	75	5,79	3,13	0,05	0,08
4	Computadora Mac	22	200	0,6	7,13	0,11	0,17
5	Computadora portátil	50	35	8,9	240,30	3,84	5,77
6	Aire acondicionado pequeño	7	800	1	3,78	0,06	0,09
7	Impresoras	198	11		0,00	0,00	0,00
8	Impresora multifuncional	11	27		0,00	0,00	0,00
9	Microondas	62	1500	3,8	127,22	2,04	3,05
10	Fotocopiadora simple	7	900		0,00	0,00	0,00
11	Fotocopiadora completa	50	1100	8	216,00	3,46	5,18
12	Trituradoras de papel	11	220		0,00	0,00	0,00
13	Oasis	72	80	80	3110,40	49,77	74,65
14	Scanner	14	38		0,00	0,00	0,00
15	Televisor LCD	24	250	1,13	14,64	0,23	0,35
16	Televisor CRT	1	200		0,00	0,00	0,00
17	Sistema de audio	11	120	8,3	49,30	0,79	1,18
18	Grabadoras	4	16		0,00	0,00	0,00
19	Cañonera	2	500		0,00	0,00	0,00
20	Plotter	3	650		0,00	0,00	0,00
21	Cargador de teléfono	453	5	0,26	63,60	1,02	1,53
					SUMA	75,79	113,68

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 5. Ahorro de cargadores de celular

	Acostumbra a cargar su celular en su oficina	38 %	Potencia (W)	Consumo sin cargar	30 min	1 hora	2 horas	3 horas	Energía (Wh)
1	Cargador de teléfono	453	5	0,26	747,45	1 177,8	249,15	90,6	2 265

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 6. Datos diagrama de Pareto

Equipo	Porcentaje de uso de energía
Equipo de cmputo	26,94 %
Aire acondicionado pequeño	1,21 %
Aire acondicionado para servidores	1,05 %
Impresoras y escáner	0,00 %
Microondas	4,12 %
Horno	0,08 %
Refrigerador grande	5,52 %
Refrigerador pequeño	8,32 %
Cafeteras	5,13 %
Fotocopiadora simple	2,18 %
Fotocopiadora completa	19,05 %
Trituradoras de papel	0,84 %
Oasis	8,98 %
Televisor lcd	0,78 %
Televisor CRT	0,03 %
Sistema de audio	0,11 %
Grabadoras	0,01 %
Extractores de olores	0,09 %
Cañonera	0,09 %
Ventiladores	1,15 %
Deshumidificador	0,35 %
Extractor baños	0,06 %
Plotter	0,68 %
Lámparas de escritorio	0,32 %
Estufas eléctricas	0,58 %
Pulidoras	0,08 %
Motores	0,01 %
Iluminación	11,14 %

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 7. Cotización

Material	Cantidad	Precio	Precio total
metro thhn AWG 8	560	6,51 GTQ	3 645,60 GTQ
Metro de cable unifilar 6 mm2 solar PV ZZ-F	600	14,71 GTQ	8 826,00 GTQ
Inversor	4	25 902,39 GTQ	103 609,56 GTQ
Paneles	256	1 647,84 GTQ	421 847,04 GTQ
			537 928,20 GTQ

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 8. Datos línea base energética

Escala de tiempo	Consumo actual	Consumo previsto	Ahorro por hábitos	Generación solar	Consumo esperado	Medidos	Esperado
ene-15	40 110						
feb-15	42 420						
mar-15	48 090						
abr-15	42 000						
may-15	41 790						
jun-15	46 410						
jul-15	44 310						
ago-15	43 890						
sep-15	36 750						
oct-15	43 260						
nov-15	40 320						
dic-15	47 040						
ene-16	37 170						
feb-16	39 690						
mar-16	44 730						
abr-16	43 260						
may-16	36 540						
jun-16	43 260						
jul-16	40 950						
ago-16	44 310						
sep-16	40 320						
oct-16	41 580						
nov-16	43 260						
dic-16	43 470						
ene-17	41 790						
feb-17	40 320						
mar-17	46 200						

Continuación del apéndice 8.

abr-17	43 260					
may-17	40 740					
jun-17	44 730					
jul-17	39 060					
ago-17	42 630					
sep-17	40 320					
oct-17	40 320	40320		40320		
nov-17	41335,4976			41335		
dic-17	45545,744			45546		
ene-18	38073,9563	1766,37	14382,02	21926	43908,80	27760,4189
feb-18	39260,4898	1586,73	13049,34	24624	39796,94	25160,8658
mar-18	44541,3525	1901,28	13094,40	29546	42038,52	27042,843
abr-18	42027,1335	1728,97	11742,72	28555	42073,67	28601,9746
may-18	37378,1552	1766,37	9886,27	25726	43930,11	32277,4639
jun-18	43442,6884	1728,97	8680,32	33033	42384,61	31975,3196
jul-18	40463,8359	1766,37	9951,74	28746	43757,25	32039,1369
ago-18	42863,6024	1766,37	9406,14	31691	44043,69	32871,1729
sep-18	38248,8808	1796,43	7708,80	28744	41189,15	31683,9206
oct-18	40861,8892	1698,91	9537,09	29626	44839,13	33603,1308
nov-18	40882,306	1728,97	11911,68	27242	42338,80	28698,1496
dic-18	45092,5524	2036,19	14054,66	29002	40039,09	23948,2431
ene-19	37620,7647	1766,37	14382,02	21472	43930,11	27781,7199
feb-19	38807,2983	1586,73	13049,34	24171	39796,94	25160,8658
mar-19	44088,161	1833,83	13094,40	29160	42999,09	28070,866
abr-19	41573,9419	1796,43	11742,72	28035	41091,80	27552,6506
may-19	36924,9636	1766,37	9886,27	25272	44043,69	32391,0449
jun-19	42989,4969	1796,43	8680,32	32513	41189,15	30712,4006
jul-19	40010,6443	1698,91	9951,74	28360	44839,13	33188,4748
ago-19	42410,4108	1833,83	9406,14	31170	43116,54	31876,57
sep-19	37795,6892	1728,97	7708,80	28358	42073,67	32635,8946
oct-19	40408,6976	1698,91	9537,09	29173	44881,76	33645,7598
nov-19	40429,1144	1796,43	11911,68	26721	41306,60	27598,4886
dic-19	44639,3608	1968,74	14054,66	28616	40889,50	24866,1111
ene-20	37167,5731	1766,37	14382,02	21019	44043,69	27895,3009
feb-20	38354,1067	1691,58	13049,34	23613	40574,67	25833,7502
mar-20	43634,9694	1766,37	13094,40	28774	43757,25	28896,4809
abr-20	41120,7503	1796,43	11742,72	27582	41147,21	27608,0576
may-20	36471,772	1901,28	9886,27	24684	41921,08	30133,523
jun-20	42536,3053	1728,97	8680,32	32127	42191,12	31781,8226
jul-20	39557,4527	1698,91	9951,74	27907	45008,12	33357,4628
ago-20	41957,2192	1833,83	9406,14	30717	42851,40	31611,435
sep-20	37342,4977	1728,97	7708,80	27905	42225,22	32787,4486
oct-20	39955,506	1833,83	9537,09	28585	43137,84	31766,927
nov-20	39975,9228	1728,97	11911,68	26335	42073,67	28433,0146
dic-20	44186,1693	1901,28	14054,66	28230	41857,83	25901,895
ene-21	36714,3815	1901,28	14382,02	20431	41921,08	25637,779
feb-21	37900,9151	1586,73	13049,34	23265	39796,94	25160,8658
mar-21	43181,7778	1698,91	13094,40	28388	44839,13	30045,8188
abr-21	40667,5587	1796,43	11742,72	27128	41260,79	27721,6386

Continuación del apéndice 8.

may-21	36018,5804	1833,83	9886,27	24298	42851,40	31131,307
jun-21	42083,1137	1728,97	8680,32	31674	42212,44	31803,1506
jul-21	39104,2612	1766,37	9951,74	27386	44089,50	32371,3829
ago-21	41504,0276	1766,37	9406,14	30332	43757,25	32584,7369
sep-21	36889,3061	1728,97	7708,80	27452	42233,75	32795,9716
oct-21	39502,3145	1901,28	9537,09	28064	42034,66	30596,288
nov-21	39522,7313	1728,97	11911,68	25882	42212,44	28571,7906
dic-21	43732,9777	1833,83	14054,66	27844	42852,09	26963,609
ene-22	36261,19	1833,83	14382,02	20045	42851,40	26635,563
feb-22	37447,7235	1586,73	13049,34	22812	39796,94	25160,8658
mar-22	42728,5862	1698,91	13094,40	27935	44881,76	30088,4478
abr-22	40214,3672	1863,89	11742,72	26608	40333,64	26727,0357
may-22	35565,3889	1766,37	9886,27	23913	43757,25	32104,6089
jun-22	41629,9221	1728,97	8680,32	31221	42225,22	31815,9286
jul-22	38651,0696	1833,83	9951,74	26866	42999,09	31213,522
ago-22	41050,8361	1766,37	9406,14	29878	43908,80	32736,2909
sep-22	36436,1145	1728,97	7708,80	26998	42338,80	32901,0296
oct-22	39049,1229	1901,28	9537,09	27611	41878,45	30440,078
nov-22	39069,5397	1728,97	11911,68	25429	42225,22	28584,5686
dic-22	43279,7861	1766,37	14054,66	27459	44089,50	28268,4709
ene-23	35807,9984	1766,37	14382,02	19660	43757,25	27608,8649
feb-23	36994,532	1586,73	13049,34	22358	39796,94	25160,8658
mar-23	42275,3947	1698,91	13094,40	27482	45008,12	30214,8068
abr-23	39761,1756	1931,34	11742,72	26087	39138,18	25464,1168
may-23	35112,1973	1766,37	9886,27	23460	43908,80	32256,1629
jun-23	41176,7306	1728,97	8680,32	30767	42233,75	31824,4516
jul-23	38197,878	1833,83	9951,74	26412	42851,40	31065,835
ago-23	40597,6445	1766,37	9406,14	29425	43930,11	32757,5919
sep-23	35982,9229	1796,43	7708,80	26478	41306,60	31801,3686
oct-23	38595,9313	1833,83	9537,09	27225	42679,24	31308,322
nov-23	38616,3481	1728,97	11911,68	24976	42233,75	28593,0916
dic-23	42826,5945	1901,28	14054,66	26871	42068,76	26112,826
ene-24	35354,8068	1766,37	14382,02	19206	43908,80	27760,4189
feb-24	36541,3404	1624,12	13049,34	21868	41501,82	26828,3532
mar-24	41822,2031	1968,74	13094,40	26759	40948,12	25884,9821
abr-24	39307,984	1661,52	11742,72	25904	43142,77	29738,5345
may-24	34659,0057	1766,37	9886,27	23006	44043,69	32391,0449
jun-24	40723,539	1796,43	8680,32	30247	41189,15	30712,4006
jul-24	37744,6864	1698,91	9951,74	26094	44839,13	33188,4748
ago-24	40144,4529	1833,83	9406,14	28904	43116,54	31876,57
sep-24	35529,7314	1728,97	7708,80	26092	42073,67	32635,8946
oct-24	38142,7397	1698,91	9537,09	26907	44881,76	33645,7598
nov-24	38163,1565	1796,43	11911,68	24455	41306,60	27598,4886
dic-24	42373,403	1968,74	14054,66	26350	40889,50	24866,1111
ene-25	34901,6152	1766,37	14382,02	18753	44043,69	27895,3009
feb-25	36088,1488	1586,73	13049,34	21452	39796,94	25160,8658
mar-25	41369,0115	1833,83	13094,40	26441	42851,40	27923,179
abr-25	38854,7924	1796,43	11742,72	25316	41125,91	27586,7566
may-25	34205,8141	1833,83	9886,27	22486	43116,54	31396,442

Continuación del apéndice 8.

jun-25	40270,3474	1796,43	8680,32	29794	41143,34	30666,5906
jul-25	37291,4948	1698,91	9951,74	25641	44881,76	33231,1038
ago-25	39691,2613	1901,28	9406,14	28384	41921,08	30613,651
sep-25	35076,5398	1728,97	7708,80	25639	42212,44	32774,6706
oct-25	37689,5482	1766,37	9537,09	26386	44077,79	32774,3349
nov-25	37709,965	1796,43	11911,68	24002	41189,15	27481,0406
dic-25	41920,2114	1901,28	14054,66	25964	41937,31	25981,37
ene-26	34448,4237	1833,83	14382,02	18233	43116,54	26900,698
feb-26	35634,9572	1586,73	13049,34	20999	39796,94	25160,8658
mar-26	40915,8199	1766,37	13094,40	26055	43757,25	28896,4809
abr-26	38401,6009	1796,43	11742,72	24862	41147,21	27608,0576
may-26	33752,6225	1901,28	9886,27	21965	41921,08	30133,523
jun-26	39817,1558	1728,97	8680,32	29408	42191,12	31781,8226
jul-26	36838,3033	1698,91	9951,74	25188	45008,12	33357,4628
ago-26	39238,0698	1833,83	9406,14	27998	42851,40	31611,435
sep-26	34623,3482	1728,97	7708,80	25186	42225,22	32787,4486
oct-26	37236,3566	1833,83	9537,09	25865	43137,84	31766,927
nov-26	37256,7734	1728,97	11911,68	23616	42073,67	28433,0146
dic-26	41467,0198	1901,28	14054,66	25511	41857,83	25901,895
ene-27	33995,2321	1901,28	14382,02	17712	41921,08	25637,779
feb-27	35181,7657	1586,73	13049,34	20546	39796,94	25160,8658
mar-27	40462,6284	1833,83	13094,40	25534	42788,16	27859,935
abr-27	37948,4093	1661,52	11742,72	24544	43311,76	29907,5225
may-27	33299,431	1833,83	9886,27	21579	42851,40	31131,307
jun-27	39363,9643	1728,97	8680,32	28955	42212,44	31803,1506
jul-27	36385,1117	1766,37	9951,74	24667	44089,50	32371,3829
ago-27	38784,8782	1766,37	9406,14	27612	43757,25	32584,7369
sep-27	34170,1566	1728,97	7708,80	24732	42233,75	32795,9716
oct-27	36783,165	1901,28	9537,09	25345	42034,66	30596,288
nov-27	36803,5818	1728,97	11911,68	23163	42212,44	28571,7906
dic-27	41013,8282	1833,83	14054,66	25125	42852,09	26963,609

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Gastos proyectados de consumos históricos y consumos medidos**

	Gasto	
	Consumos históricos	Mediciones realizadas
ene-17	27 330,66 GTQ	
feb-17	26 369,28 GTQ	
mar-17	30 214,80 GTQ	

Continuación del apéndice 9.

abr-17	28 292,04 GTQ	
may-17	26 643,96 GTQ	
jun-17	29 253,42 GTQ	
jul-17	25 545,24 GTQ	
ago-17	27 880,02 GTQ	
sep-17	26 369,28 GTQ	
oct-17	26 369,28 GTQ	
nov-17	26 781,30 GTQ	
dic-17	28 841,40 GTQ	28 841,40 GTQ
ene-18	28 716,36 GTQ	27 033,42 GTQ
feb-18	26 027,20 GTQ	29 786,92 GTQ
mar-18	27 493,19 GTQ	24 900,37 GTQ
abr-18	27 516,18 GTQ	25 676,36 GTQ
may-18	28 730,29 GTQ	29 130,04 GTQ
jun-18	27 719,54 GTQ	27 485,75 GTQ
jul-18	28 617,24 GTQ	24 445,31 GTQ
ago-18	28 804,57 GTQ	28 411,52 GTQ
sep-18	26 937,70 GTQ	26 463,35 GTQ
oct-18	29 324,79 GTQ	28 032,80 GTQ
nov-18	27 689,58 GTQ	25 014,77 GTQ
dic-18	26 185,57 GTQ	26 723,68 GTQ
ene-19	28 730,29 GTQ	26 737,03 GTQ
feb-19	26 027,20 GTQ	29 490,53 GTQ
mar-19	28 121,41 GTQ	24 603,98 GTQ
abr-19	26 874,04 GTQ	25 379,97 GTQ
may-19	28 804,57 GTQ	28 833,66 GTQ
jun-19	26 937,70 GTQ	27 189,36 GTQ
jul-19	29 324,79 GTQ	24 148,93 GTQ
ago-19	28 198,22 GTQ	28 115,13 GTQ
sep-19	27 516,18 GTQ	26 166,96 GTQ
oct-19	29 352,67 GTQ	27 736,41 GTQ
nov-19	27 014,52 GTQ	24 718,38 GTQ
dic-19	26 741,74 GTQ	26 427,29 GTQ
ene-20	28 804,57 GTQ	26 440,64 GTQ
feb-20	26 535,84 GTQ	29 194,14 GTQ
mar-20	28 617,24 GTQ	24 307,59 GTQ
abr-20	26 910,27 GTQ	25 083,59 GTQ
may-20	27 416,38 GTQ	28 537,27 GTQ
jun-20	27 592,99 GTQ	26 892,97 GTQ
jul-20	29 435,31 GTQ	23 852,54 GTQ
ago-20	28 024,82 GTQ	27 818,74 GTQ

Continuación del apéndice 9.

sep-20	27 615,30 GTQ	25 870,57 GTQ
oct-20	28 212,15 GTQ	27 440,02 GTQ
nov-20	27 516,18 GTQ	24 421,99 GTQ
dic-20	27 375,02 GTQ	26 130,90 GTQ
ene-21	27 416,38 GTQ	26 144,25 GTQ
feb-21	26 027,20 GTQ	28 897,75 GTQ
mar-21	29 324,79 GTQ	24 011,21 GTQ
abr-21	26 984,56 GTQ	24 787,20 GTQ
may-21	28 024,82 GTQ	28 240,88 GTQ
jun-21	27 606,94 GTQ	26 596,58 GTQ
jul-21	28 834,53 GTQ	23 556,15 GTQ
ago-21	28 617,24 GTQ	27 522,36 GTQ
sep-21	27 620,87 GTQ	25 574,19 GTQ
oct-21	27 490,67 GTQ	27 143,63 GTQ
nov-21	27 606,94 GTQ	24 125,61 GTQ
dic-21	28 025,27 GTQ	25 834,51 GTQ
ene-22	28 024,82 GTQ	25 847,87 GTQ
feb-22	26 027,20 GTQ	28 601,37 GTQ
mar-22	29 352,67 GTQ	23 714,82 GTQ
abr-22	26 378,20 GTQ	24 490,81 GTQ
may-22	28 617,24 GTQ	27 944,50 GTQ
jun-22	27 615,30 GTQ	26 300,20 GTQ
jul-22	28 121,41 GTQ	23 259,76 GTQ
ago-22	28 716,36 GTQ	27 225,97 GTQ
sep-22	27 689,58 GTQ	25 277,80 GTQ
oct-22	27 388,50 GTQ	26 847,25 GTQ
nov-22	27 615,30 GTQ	23 829,22 GTQ
dic-22	28 834,53 GTQ	25 538,13 GTQ
ene-23	28 617,24 GTQ	25 551,48 GTQ
feb-23	26 027,20 GTQ	28 304,98 GTQ
mar-23	29 435,31 GTQ	23 418,43 GTQ
abr-23	25 596,37 GTQ	24 194,42 GTQ
may-23	28 716,36 GTQ	27 648,11 GTQ
jun-23	27 620,87 GTQ	26 003,81 GTQ
jul-23	28 024,82 GTQ	22 963,38 GTQ
ago-23	28 730,29 GTQ	26 929,58 GTQ
sep-23	27 014,52 GTQ	24 981,41 GTQ
oct-23	27 912,22 GTQ	26 550,86 GTQ
nov-23	27 620,87 GTQ	23 532,83 GTQ

Continuación del apéndice 9.

dic-23	27 512,97 GTQ	25 241,74 GTQ
ene-24	28 716,36 GTQ	25 255,09 GTQ
feb-24	27 142,19 GTQ	28 008,59 GTQ
mar-24	26 780,07 GTQ	23 122,04 GTQ
abr-24	28 215,37 GTQ	23 898,04 GTQ
may-24	28 804,57 GTQ	27 351,72 GTQ
jun-24	26 937,70 GTQ	25 707,42 GTQ
jul-24	29 324,79 GTQ	22 666,99 GTQ
ago-24	28 198,22 GTQ	26 633,19 GTQ
sep-24	27 516,18 GTQ	24 685,02 GTQ
oct-24	29 352,67 GTQ	26 254,47 GTQ
nov-24	27 014,52 GTQ	23 236,44 GTQ
dic-24	26 741,74 GTQ	24 945,35 GTQ
ene-25	28 804,57 GTQ	24 958,70 GTQ
feb-25	26 027,20 GTQ	27 712,21 GTQ
mar-25	28 024,82 GTQ	22 825,66 GTQ
abr-25	26 896,34 GTQ	23 601,65 GTQ
may-25	28 198,22 GTQ	27 055,33 GTQ
jun-25	26 907,74 GTQ	25 411,03 GTQ
jul-25	29 352,67 GTQ	22 370,60 GTQ
ago-25	27 416,38 GTQ	26 336,81 GTQ
sep-25	27 606,94 GTQ	24 388,64 GTQ
oct-25	28 826,88 GTQ	25 958,08 GTQ
nov-25	26 937,70 GTQ	22 940,06 GTQ
dic-25	27 427,00 GTQ	24 648,96 GTQ
ene-26	28 198,22 GTQ	24 662,32 GTQ
feb-26	26 027,20 GTQ	27 415,82 GTQ
mar-26	28 617,24 GTQ	22 529,27 GTQ
abr-26	26 910,27 GTQ	23 305,26 GTQ
may-26	27 416,38 GTQ	26 758,95 GTQ
jun-26	27 592,99 GTQ	25 114,65 GTQ
jul-26	29 435,31 GTQ	22 074,22 GTQ
ago-26	28 024,82 GTQ	26 040,42 GTQ
sep-26	27 615,30 GTQ	24 092,25 GTQ
oct-26	28 212,15 GTQ	25 661,70 GTQ
nov-26	27 516,18 GTQ	22 643,67 GTQ
dic-26	27 375,02 GTQ	24 352,58 GTQ
ene-27	27 416,38 GTQ	24 365,93 GTQ
feb-27	26 027,20 GTQ	27 119,43 GTQ

Continuación del apéndice 9.

mar-27	27 983,46 GTQ	22 232,88 GTQ
abr-27	28 325,89 GTQ	23 008,87 GTQ
may-27	28 024,82 GTQ	26 462,56 GTQ
jun-27	27 606,94 GTQ	24 818,26 GTQ
jul-27	28 834,53 GTQ	21 777,83 GTQ
ago-27	28 617,24 GTQ	25 744,03 GTQ
sep-27	27 620,87 GTQ	23 795,86 GTQ
oct-27	27 490,67 GTQ	25 365,31 GTQ
nov-27	27 606,94 GTQ	22 347,28 GTQ
dic-27	28 025,27 GTQ	24 056,19 GTQ

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 10. Medición lunes

Hora	Potencia activa total min	Potencia activa total med	Potencia activa total max	Cos phi total min	Cos phi total med	Cos phi total max
0:01:00	20730,00	23760,00	33090,00	0,93	0,97	0,98
0:16:00	20700,00	24540,00	34710,00	0,92	0,97	0,98
0:31:00	21150,00	24060,00	33570,00	0,93	0,96	0,97
0:46:00	21180,00	23850,00	33300,00	0,92	0,97	0,98
1:01:00	20730,00	23280,00	29340,00	0,93	0,97	0,98
1:16:00	21630,00	24810,00	34590,00	0,91	0,97	0,98
1:31:00	21270,00	24090,00	33360,00	0,91	0,96	0,97
1:46:00	20250,00	23490,00	33990,00	0,93	0,97	0,98
2:01:00	20610,00	23430,00	33900,00	0,92	0,97	0,98
2:16:00	21300,00	24480,00	35580,00	0,90	0,97	0,98
2:31:00	20430,00	23370,00	32580,00	0,92	0,97	0,98
2:46:00	20490,00	23700,00	33210,00	0,93	0,97	0,98
3:01:00	22230,00	24750,00	35460,00	0,90	0,97	0,98
3:16:00	20220,00	23340,00	32550,00	0,93	0,97	0,98
3:31:00	20340,00	23280,00	33570,00	0,91	0,97	0,98
3:46:00	21510,00	24600,00	36870,00	0,91	0,96	0,98
4:01:00	21330,00	24300,00	31890,00	0,93	0,97	0,98
4:16:00	21810,00	24960,00	33930,00	0,93	0,97	0,98
4:31:00	22320,00	24900,00	34440,00	0,91	0,97	0,98
4:46:00	21300,00	24180,00	33600,00	0,93	0,98	0,99
5:01:00	20790,00	23820,00	34500,00	0,93	0,98	0,98
5:16:00	21450,00	24840,00	33630,00	0,93	0,98	0,98
5:31:00	22770,00	25320,00	32760,00	0,94	0,98	0,99
5:46:00	24060,00	28830,00	43560,00	0,91	0,97	0,98
6:01:00	27330,00	35340,00	48840,00	0,95	0,98	0,99
6:16:00	31350,00	38280,00	55830,00	0,96	0,98	0,99
6:31:00	36480,00	40020,00	48540,00	0,96	0,99	0,99
6:46:00	37260,00	42600,00	57420,00	0,95	0,99	0,99

Continuación del apéndice 10.

7:01:00	37680,00	44400,00	69210,00	0,93	0,99	1,00
7:16:00	40110,00	45810,00	71730,00	0,94	0,99	1,00
7:31:00	40470,00	46260,00	57930,00	0,97	0,99	1,00
7:46:00	45390,00	52320,00	66930,00	0,98	0,99	1,00
8:01:00	51060,00	55380,00	76860,00	0,94	0,99	1,00
8:16:00	53340,00	66390,00	133200,00	0,90	0,98	1,00
8:31:00	77460,00	88020,00	124680,00	0,92	0,97	0,98
8:46:00	77970,00	90930,00	121470,00	0,93	0,98	0,99
9:01:00	78810,00	94800,00	142470,00	0,94	0,98	0,99
9:16:00	100710,00	120870,00	168540,00	0,95	0,98	0,99
9:31:00	139320,00	150180,00	194070,00	0,95	0,98	0,99
9:46:00	134130,00	148410,00	181650,00	0,96	0,98	0,99
10:01:00	135900,00	147600,00	194190,00	0,95	0,98	0,99
10:16:00	130560,00	144390,00	191400,00	0,96	0,99	0,99
10:31:00	109590,00	121200,00	163770,00	0,97	0,99	1,00
10:46:00	114240,00	123930,00	166230,00	0,96	0,99	1,00
11:01:00	106350,00	118800,00	160980,00	0,96	0,99	1,00
11:16:00	108660,00	122790,00	167970,00	0,96	0,99	1,00
11:31:00	111300,00	122700,00	165420,00	0,95	0,99	1,00
11:46:00	108750,00	122040,00	158670,00	0,96	0,99	1,00
12:01:00	113550,00	126660,00	166980,00	0,96	0,99	1,00
12:16:00	114930,00	129030,00	177000,00	0,96	0,99	1,00
12:31:00	111900,00	122460,00	155970,00	0,96	0,99	1,00
12:46:00	112470,00	122220,00	159840,00	0,96	0,99	1,00
13:01:00	115140,00	128610,00	171030,00	0,97	0,99	1,00
13:16:00	119970,00	134940,00	177900,00	0,97	0,99	1,00
13:31:00	119910,00	132540,00	176790,00	0,95	0,99	1,00
13:46:00	114840,00	128460,00	176190,00	0,95	0,99	1,00
14:01:00	111690,00	122670,00	161040,00	0,96	0,99	1,00
14:16:00	111030,00	122520,00	162930,00	0,96	0,99	1,00
14:31:00	113610,00	126150,00	172350,00	0,96	0,99	1,00
14:46:00	117930,00	128250,00	172590,00	0,96	0,99	1,00
15:01:00	115110,00	125670,00	164460,00	0,96	0,99	1,00
15:16:00	112890,00	131130,00	169500,00	0,95	0,99	1,00
15:31:00	121320,00	133740,00	177720,00	0,97	0,99	1,00
15:46:00	123240,00	145830,00	199770,00	0,96	0,99	0,99
16:01:00	145470,00	156390,00	193650,00	0,96	0,98	0,99
16:16:00	139830,00	148260,00	188850,00	0,95	0,98	0,99
16:31:00	139710,00	148800,00	192000,00	0,95	0,98	0,99
16:46:00	111870,00	138240,00	184680,00	0,95	0,99	1,00
17:01:00	96690,00	112140,00	145500,00	0,96	0,99	1,00
17:16:00	72420,00	85080,00	103080,00	0,98	1,00	1,00
17:31:00	63570,00	74220,00	90600,00	0,98	1,00	1,00
17:46:00	63450,00	67830,00	76560,00	0,98	1,00	1,00
18:01:00	60420,00	65100,00	90210,00	0,96	1,00	1,00
18:16:00	49440,00	57780,00	87390,00	0,96	0,99	1,00
18:31:00	47610,00	52020,00	59670,00	0,98	1,00	1,00
18:46:00	46710,00	51360,00	57840,00	0,98	0,99	1,00
19:01:00	43740,00	49440,00	60120,00	0,97	0,99	0,99
19:16:00	41640,00	45450,00	54840,00	0,96	0,99	0,99
19:31:00	42030,00	45900,00	54840,00	0,96	0,99	0,99
19:46:00	40230,00	44670,00	54750,00	0,97	0,99	0,99
20:01:00	38430,00	43110,00	53910,00	0,96	0,99	0,99
20:16:00	34890,00	39330,00	50550,00	0,95	0,99	0,99

Continuación del apéndice 10.

20:31:00	30510,00	36450,00	49770,00	0,95	0,98	0,99
20:46:00	28830,00	31590,00	42120,00	0,93	0,97	0,98
21:01:00	27840,00	31260,00	40560,00	0,93	0,97	0,98
21:16:00	24120,00	28140,00	36840,00	0,94	0,97	0,98
21:31:00	23070,00	27900,00	36060,00	0,92	0,97	0,98
21:46:00	24240,00	28800,00	42360,00	0,93	0,97	0,98
22:01:00	25200,00	27810,00	35790,00	0,93	0,97	0,98
22:16:00	24330,00	28110,00	38550,00	0,92	0,97	0,98
22:31:00	22590,00	25680,00	33510,00	0,93	0,98	0,98
22:46:00	23520,00	26280,00	33810,00	0,93	0,97	0,98
23:01:00	23370,00	26580,00	36270,00	0,93	0,97	0,98
23:16:00	22110,00	25380,00	36810,00	0,91	0,97	0,97
23:31:00	22650,00	25440,00	36120,00	0,92	0,97	0,98
23:46:00	23400,00	26100,00	38010,00	0,91	0,96	0,98

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 11. Medición martes**

Hora	Potencia activa total min	Potencia activa total med	Potencia activa total max	Cos phi total min	Cos phi total med	Cos phi total max
0:01:00	22320,00	24660,00	30300,00	0,93	0,97	0,97
0:16:00	21900,00	25230,00	35670,00	0,93	0,97	0,98
0:31:00	22290,00	25110,00	35820,00	0,93	0,97	0,98
0:46:00	21840,00	25140,00	34500,00	0,92	0,97	0,98
1:01:00	22170,00	25020,00	34350,00	0,93	0,97	0,98
1:16:00	21960,00	24660,00	32700,00	0,91	0,97	0,98
1:31:00	22530,00	25410,00	32850,00	0,93	0,97	0,98
1:46:00	22230,00	24960,00	33180,00	0,91	0,97	0,98
2:01:00	22170,00	25470,00	35430,00	0,92	0,97	0,98
2:16:00	21990,00	24810,00	32940,00	0,94	0,97	0,98
2:31:00	22110,00	25410,00	37890,00	0,92	0,97	0,98
2:46:00	22590,00	25080,00	33450,00	0,92	0,97	0,98
3:01:00	22680,00	25290,00	37140,00	0,92	0,97	0,98
3:16:00	23100,00	25800,00	34800,00	0,94	0,97	0,98
3:31:00	21330,00	24330,00	32520,00	0,92	0,97	0,98
3:46:00	21300,00	24120,00	36360,00	0,93	0,97	0,98
4:01:00	21420,00	25620,00	34740,00	0,93	0,97	0,98
4:16:00	23970,00	26250,00	35310,00	0,92	0,97	0,98
4:31:00	23280,00	26130,00	35850,00	0,92	0,98	0,98
4:46:00	23160,00	25650,00	33360,00	0,96	0,98	0,98
5:01:00	23490,00	26280,00	37320,00	0,92	0,98	0,98
5:16:00	22680,00	27960,00	39990,00	0,94	0,98	0,99
5:31:00	23070,00	30840,00	46530,00	0,94	0,98	0,99
5:46:00	25080,00	32850,00	51360,00	0,93	0,98	0,99
6:01:00	29340,00	34890,00	42900,00	0,95	0,98	0,99
6:16:00	34620,00	39990,00	49650,00	0,95	0,99	0,99
6:31:00	41100,00	45240,00	53850,00	0,96	0,99	0,99
6:46:00	42270,00	46230,00	60210,00	0,95	0,99	0,99
7:01:00	37890,00	42630,00	51330,00	0,96	0,98	0,99

Continuación del apéndice 11.

7:16:00	41940,00	47310,00	74640,00	0,93	0,99	0,99
7:31:00	45660,00	49830,00	57870,00	0,96	0,99	0,99
7:46:00	50640,00	56040,00	84840,00	0,94	0,99	1,00
8:01:00	51720,00	60090,00	86400,00	0,92	0,99	0,99
8:16:00	51720,00	60900,00	92160,00	0,92	0,98	1,00
8:31:00	58950,00	68820,00	102330,00	0,94	0,99	1,00
8:46:00	70290,00	79410,00	112170,00	0,95	0,99	1,00
9:01:00	78750,00	94560,00	144540,00	0,95	0,99	1,00
9:16:00	96720,00	118680,00	162510,00	0,95	0,99	1,00
9:31:00	111690,00	126420,00	162030,00	0,96	0,99	1,00
9:46:00	115320,00	126090,00	172530,00	0,96	0,99	1,00
10:01:00	114660,00	129600,00	181680,00	0,95	0,99	1,00
10:16:00	108570,00	120420,00	160500,00	0,96	0,99	1,00
10:31:00	107310,00	121830,00	160350,00	0,96	0,99	1,00
10:46:00	114360,00	124530,00	167640,00	0,97	0,99	1,00
11:01:00	114750,00	125160,00	167070,00	0,96	0,99	1,00
11:16:00	114840,00	126120,00	172890,00	0,96	0,99	1,00
11:31:00	112470,00	124500,00	162060,00	0,96	0,99	1,00
11:46:00	115710,00	128400,00	163530,00	0,96	0,99	1,00
12:01:00	113040,00	125070,00	165420,00	0,96	0,99	1,00
12:16:00	111810,00	125820,00	177600,00	0,95	0,99	1,00
12:31:00	110610,00	122730,00	167220,00	0,97	0,99	1,00
12:46:00	113070,00	123660,00	169800,00	0,96	0,99	1,00
13:01:00	116880,00	134250,00	182370,00	0,96	0,99	1,00
13:16:00	123900,00	140940,00	187740,00	0,96	0,99	1,00
13:31:00	116160,00	130440,00	168780,00	0,96	0,99	1,00
13:46:00	110790,00	124710,00	202650,00	0,95	0,99	1,00
14:01:00	108150,00	123300,00	167130,00	0,95	0,99	1,00
14:16:00	110190,00	124710,00	169620,00	0,95	0,99	1,00
14:31:00	113640,00	128100,00	165360,00	0,92	0,99	1,00
14:46:00	119790,00	131550,00	180210,00	0,95	0,99	1,00
15:01:00	137820,00	149850,00	202560,00	0,94	0,98	0,99
15:16:00	138180,00	151320,00	192870,00	0,96	0,98	0,99
15:31:00	136020,00	149460,00	187950,00	0,95	0,98	0,99
15:46:00	137160,00	146460,00	187560,00	0,95	0,98	0,99
16:01:00	135660,00	147900,00	185700,00	0,95	0,98	0,99
16:16:00	128970,00	140040,00	189300,00	0,95	0,98	0,99
16:31:00	101940,00	118320,00	183120,00	0,95	0,99	1,00
16:46:00	100410,00	111450,00	157950,00	0,96	0,99	1,00
17:01:00	97860,00	109290,00	149190,00	0,96	0,99	1,00
17:16:00	73140,00	84540,00	101070,00	0,99	1,00	1,00
17:31:00	66330,00	74040,00	85320,00	0,98	1,00	1,00
17:46:00	61410,00	66960,00	76020,00	0,98	1,00	1,00
18:01:00	54390,00	62040,00	69510,00	0,98	1,00	1,00
18:16:00	53970,00	58110,00	70980,00	0,98	1,00	1,00
18:31:00	55200,00	59310,00	70980,00	0,98	1,00	1,00
18:46:00	55140,00	62130,00	72300,00	0,98	0,99	1,00
19:01:00	53250,00	59460,00	69690,00	0,98	1,00	1,00
19:16:00	51630,00	56370,00	67620,00	0,97	0,99	1,00
19:31:00	48570,00	53250,00	67980,00	0,97	0,99	1,00
19:46:00	43380,00	49950,00	74820,00	0,95	0,99	1,00
20:01:00	43980,00	49230,00	57840,00	0,97	0,99	0,99

Continuación del apéndice 11.

20:16:00	40230,00	45930,00	59190,00	0,97	0,99	0,99
20:31:00	40500,00	44280,00	51330,00	0,98	0,99	0,99
20:46:00	41610,00	45300,00	53610,00	0,97	0,99	0,99
21:01:00	39900,00	44160,00	55260,00	0,97	0,99	1,00
21:16:00	38220,00	42600,00	54570,00	0,96	0,99	1,00
21:31:00	38400,00	42600,00	51150,00	0,97	0,99	1,00
21:46:00	29460,00	37560,00	48780,00	0,96	0,99	0,99
22:01:00	26130,00	29790,00	39780,00	0,96	0,98	0,99
22:16:00	25800,00	29190,00	38640,00	0,95	0,98	0,99
22:31:00	24660,00	28260,00	37950,00	0,94	0,98	0,98
22:46:00	22650,00	27960,00	37470,00	0,92	0,97	0,98
23:01:00	21870,00	25410,00	36420,00	0,92	0,96	0,97
23:16:00	22080,00	25230,00	34350,00	0,93	0,96	0,98
23:31:00	22260,00	25680,00	34860,00	0,91	0,96	0,98
23:46:00	23070,00	25620,00	32010,00	0,93	0,97	0,97

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 12. Medición miércoles**

Hora	Potencia activa total min	Potencia activa total med	Potencia activa total max
12:09:57 a.m	20100	22537	29850
12:19:57 a.m	20730	22814	29280
12:29:57 a.m	20220	22671,5	30180
12:39:57 a.m	20760	22322	32160
12:49:57 a.m	20400	22527,5	30900
12:59:57 a.m	19410	22020	32430
1:09:57 a.m.	19470	22147	29040
1:19:57 a.m.	19950	21907	31500
1:29:57 a.m.	19800	21912	33180
1:39:57 a.m.	20220	22302,5	29100
1:49:57 a.m.	20700	22917,5	29850
1:59:57 a.m.	20820	22758,5	29280
2:09:57 a.m.	20430	22264	31470
2:19:57 a.m.	20940	22544	27690
2:29:57 a.m.	20820	22756	33150
2:39:57 a.m.	21000	23258,5	28680
2:49:57 a.m.	21330	22641	32070
2:59:57 a.m.	21420	23734,5	36000
3:09:57 a.m.	19740	21661,5	29430
3:19:57 a.m.	19890	22126,5	29700
3:29:57 a.m.	20070	22665,5	32370
3:39:57 a.m.	20430	22661,5	33150
3:49:57 a.m.	20670	22307,5	31440
3:59:57 a.m.	19650	21568	32820
4:09:57 a.m.	20220	22064,5	29310
4:19:57 a.m.	20760	23269,5	29370

Continuación del apéndice 12.

4:29:57 a.m.	21150	23201	31410
4:39:57 a.m.	21060	22853	29880
4:49:57 a.m.	20820	22882	31380
4:59:57 a.m.	20370	22687	29580
5:09:57 a.m.	22200	24129	38460
5:19:57 a.m.	22890	25246,5	33810
5:29:57 a.m.	21750	24685	41340
5:39:57 a.m.	24720	30213	40230
5:49:57 a.m.	25740	29302	45990
5:59:57 a.m.	24630	30778,5	39540
6:09:57 a.m.	29670	33927	43230
6:19:57 a.m.	29940	33446,5	42810
6:29:57 a.m.	31980	38301,5	67590
6:39:57 a.m.	42270	45212	63720
6:49:57 a.m.	42930	63385,5	83070
6:59:57 a.m.	62820	69459,5	86910
7:09:57 a.m.	69720	72754	88200
7:19:57 a.m.	68820	71804	80310
7:29:57 a.m.	67740	73227,5	78990
7:39:57 a.m.	74100	77046,5	101580
7:49:57 a.m.	67440	75289,5	105150
7:59:57 a.m.	51840	65277	101580
8:09:57 a.m.	54390	61233	90840
8:19:57 a.m.	52440	63660	110280
8:29:57 a.m.	64560	72539,5	107550
8:39:57 a.m.	66690	76747,5	118980
8:49:57 a.m.	72150	84470,5	126690
8:59:57 a.m.	82680	96577	134910
9:09:57 a.m.	98250	110713	149400
9:19:57 a.m.	102030	115896,5	155700
9:29:57 a.m.	106710	123563	166230
9:39:57 a.m.	118080	129842,5	161700
9:49:57 a.m.	121410	133477	172590
9:59:57 a.m.	123450	133300,5	178650
10:09:57 a.m.	124350	135527	173970
10:19:57 a.m.	123420	132563,5	166860
10:29:57 a.m.	123870	134515,5	178920
10:39:57 a.m.	125040	137260	170070
10:49:57 a.m.	130830	143107	171960
10:59:57 a.m.	134070	143342	176850
11:09:57 a.m.	125790	138318	171540
11:19:57 a.m.	128460	146040	188340
11:29:57 a.m.	144030	157904,5	196350
11:39:57 a.m.	147690	156857,5	203010
11:49:57 a.m.	143280	156987,5	193470
11:59:57 a.m.	126120	139837,5	194460
12:09:57 p.m.	134490	146413	195030
12:19:57 p.m.	136500	147881	192480
12:29:57 p.m.	133680	150254,5	203250

Continuación del apéndice 12.

12:39:57 p.m	143730	156268,5	198780
12:49:57 p.m	143670	156263	197760
12:59:57 p.m	149550	163071	208500
1:09:57 p.m.	141990	160282	208320
1:19:57 p.m.	139380	151904	188220
1:29:57 p.m.	134640	149995,5	180750
1:39:57 p.m.	125940	141207,5	183300
1:49:57 p.m.	120420	134678,5	180720
1:59:57 p.m.	106830	135566	182550
2:09:57 p.m.	107790	117335,5	173250
2:19:57 p.m.	104700	115429,5	155220
2:29:57 p.m.	106560	117875,5	153660
2:39:57 p.m.	106440	117233	153540
2:49:57 p.m.	106380	118269	162900
2:59:57 p.m.	107100	118693	161460
3:09:57 p.m.	105000	116971	161880
3:19:57 p.m.	108390	120527,5	163050
3:29:57 p.m.	106140	116128	156420
3:39:57 p.m.	107430	117698,5	157620
3:49:57 p.m.	107010	116657,5	152580
3:59:57 p.m.	106890	116567,5	154830
4:09:57 p.m.	104040	113694,5	158940
4:19:57 p.m.	101400	110602,5	139920
4:29:57 p.m.	102000	110564	150390
4:39:57 p.m.	95400	106293,5	146730
4:49:57 p.m.	93330	102189	141870
4:59:57 p.m.	75570	88803	120420
5:09:57 p.m.	67200	76649	113670
5:19:57 p.m.	81690	87195	98640
5:29:57 p.m.	75420	80480	92280
5:39:57 p.m.	52680	71231	89820
5:49:57 p.m.	47880	53045	64170
5:59:57 p.m.	44190	49824,5	60150
6:09:57 p.m.	43170	47579	58950
6:19:57 p.m.	41730	46407	56400
6:29:57 p.m.	43470	47575	58830
6:39:57 p.m.	42150	46169,5	54600
6:49:57 p.m.	41400	45486,5	57930
6:59:57 p.m.	38940	43825,5	53550
7:09:57 p.m.	38580	43367,5	52890
7:19:57 p.m.	37350	43635,5	54930
7:29:57 p.m.	35340	39465	47460
7:39:57 p.m.	36060	39389	50370
7:49:57 p.m.	34620	42892	67440
7:59:57 p.m.	39060	43326	53190
8:09:57 p.m.	38790	50757,5	90030
8:19:57 p.m.	57660	61252,5	73980
8:29:57 p.m.	57000	60231	71460
8:39:57 p.m.	56730	59940,5	71370

Continuación del apéndice 12.

8:49:57 p.m.	56790	60083	70980
8:59:57 p.m.	54780	58275,5	68910
9:09:57 p.m.	47370	51446	66630
9:19:57 p.m.	27540	45268	59640
9:29:57 p.m.	27630	30188,5	43830
9:39:57 p.m.	28110	30397,5	42420
9:49:57 p.m.	27720	31044,5	43410
9:59:57 p.m.	26580	30053	43890
10:09:57 p.m.	26640	29583,5	41880
10:19:57 p.m.	26310	29802	38490
10:29:57 p.m.	26760	29978	40950
10:39:57 p.m.	26280	29021,5	38760
10:49:57 p.m.	25410	28597,5	39810
10:59:57 p.m.	24900	27780	39870
11:09:57 p.m.	24660	28078	38640
11:19:57 p.m.	24810	28614,5	39150
11:29:57 p.m.	24870	27922,5	37740
11:39:57 p.m.	25080	27786,5	39180
11:49:57 p.m.	24900	28072,5	38670
11:59:57 p.m.	24000	27245,5	36210

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 13. Medición jueves**

Hora	Potencia activa total min	Potencia activa total med	Potencia activa total max	Cos phi total min	Cos phi total med	Cos phi total max
0:01:00	20190,00	23010,00	30270,00	0,93	0,96	0,97
0:16:00	21120,00	24210,00	34800,00	0,91	0,97	0,98
0:31:00	21810,00	24030,00	32010,00	0,92	0,97	0,97
0:46:00	19230,00	22680,00	33390,00	0,92	0,97	0,98
1:01:00	20910,00	22860,00	30450,00	0,92	0,97	0,98
1:16:00	21390,00	23940,00	33210,00	0,91	0,97	0,97
1:31:00	20340,00	23040,00	34170,00	0,92	0,97	0,98
1:46:00	20790,00	22920,00	31050,00	0,94	0,97	0,98
2:01:00	21420,00	23640,00	32850,00	0,90	0,97	0,98
2:16:00	21810,00	23700,00	31320,00	0,94	0,97	0,98
2:31:00	21210,00	23640,00	32460,00	0,92	0,97	0,98
2:46:00	21210,00	23340,00	31950,00	0,93	0,97	0,98
3:01:00	21840,00	24060,00	35520,00	0,91	0,97	0,98
3:16:00	21090,00	23700,00	30570,00	0,93	0,97	0,98
3:31:00	21630,00	23940,00	34080,00	0,92	0,97	0,98
3:46:00	21480,00	23730,00	32370,00	0,94	0,97	0,97
4:01:00	21690,00	24060,00	30000,00	0,93	0,97	0,98
4:16:00	22110,00	24480,00	34350,00	0,93	0,97	0,98
4:31:00	21240,00	23550,00	30810,00	0,94	0,98	0,98
4:46:00	21930,00	24330,00	33930,00	0,94	0,97	0,98
5:01:00	22440,00	24660,00	33840,00	0,90	0,97	0,98

Continuación del apéndice 13.

5:16:00	22950,00	25260,00	39300,00	0,89	0,97	0,98
5:31:00	23910,00	26160,00	38790,00	0,92	0,97	0,98
5:46:00	25110,00	29400,00	39150,00	0,93	0,98	0,98
6:01:00	27180,00	35340,00	54450,00	0,94	0,98	0,99
6:16:00	31260,00	38460,00	47970,00	0,96	0,99	0,99
6:31:00	30120,00	36930,00	46140,00	0,96	0,99	0,99
6:46:00	34290,00	41490,00	63570,00	0,82	0,98	0,99
7:01:00	44460,00	49740,00	59400,00	0,95	0,98	0,98
7:16:00	45090,00	64020,00	91500,00	0,93	0,97	0,99
7:31:00	71550,00	78330,00	96510,00	0,94	0,97	0,98
7:46:00	69390,00	78840,00	105870,00	0,92	0,98	0,99
8:01:00	69960,00	83250,00	110760,00	0,90	0,98	0,99
8:16:00	63390,00	83550,00	114360,00	0,93	0,97	0,99
8:31:00	60630,00	71340,00	109980,00	0,93	0,98	0,99
8:46:00	73020,00	88290,00	123360,00	0,95	0,99	1,00
9:01:00	80280,00	96900,00	140130,00	0,94	0,99	1,00
9:16:00	90840,00	117300,00	160200,00	0,95	0,99	1,00
9:31:00	116970,00	130770,00	172890,00	0,96	0,99	1,00
9:46:00	113370,00	127320,00	168180,00	0,96	0,99	1,00
10:01:00	117600,00	130230,00	170970,00	0,96	0,99	1,00
10:16:00	117060,00	129600,00	174180,00	0,96	0,99	1,00
10:31:00	119790,00	130560,00	183330,00	0,96	0,99	1,00
10:46:00	117570,00	129210,00	177030,00	0,96	0,99	1,00
11:01:00	118500,00	128580,00	167880,00	0,97	0,99	1,00
11:16:00	119940,00	131700,00	173610,00	0,96	0,99	1,00
11:31:00	115290,00	126420,00	167700,00	0,97	0,99	1,00
11:46:00	116400,00	126780,00	168600,00	0,96	0,99	1,00
12:01:00	116310,00	127830,00	181140,00	0,95	0,99	1,00
12:16:00	120240,00	132660,00	178950,00	0,97	0,99	1,00
12:31:00	119460,00	133470,00	179940,00	0,97	0,99	1,00
12:46:00	114150,00	125130,00	165630,00	0,96	0,99	1,00
13:01:00	115350,00	129270,00	176490,00	0,96	0,99	1,00
13:16:00	119430,00	138090,00	185490,00	0,96	0,99	1,00
13:31:00	115920,00	127980,00	164910,00	0,96	0,99	1,00
13:46:00	112020,00	125490,00	169860,00	0,96	0,99	1,00
14:01:00	113790,00	125640,00	172200,00	0,96	0,99	1,00
14:16:00	112290,00	125760,00	165780,00	0,96	0,99	1,00
14:31:00	112740,00	128070,00	181500,00	0,94	0,99	1,00
14:46:00	123780,00	148560,00	185970,00	0,96	0,98	0,99
15:01:00	143370,00	153090,00	195450,00	0,95	0,98	0,99
15:16:00	143670,00	156210,00	204870,00	0,96	0,98	0,99
15:31:00	143160,00	155250,00	196800,00	0,96	0,98	0,99
15:46:00	137760,00	150780,00	198690,00	0,96	0,98	0,99
16:01:00	131430,00	148410,00	195330,00	0,96	0,98	0,99
16:16:00	111240,00	125850,00	171930,00	0,96	0,99	1,00
16:31:00	107490,00	117180,00	159570,00	0,97	0,99	1,00
16:46:00	108600,00	118320,00	158160,00	0,97	0,99	1,00
17:01:00	94350,00	112290,00	157530,00	0,97	0,99	1,00
17:16:00	76950,00	87930,00	115560,00	0,98	1,00	1,00
17:31:00	65280,00	74460,00	100740,00	0,97	1,00	1,00
17:46:00	59430,00	65730,00	79860,00	0,98	1,00	1,00
18:01:00	54390,00	61320,00	76110,00	0,98	0,99	1,00
18:16:00	52200,00	58770,00	68160,00	0,98	0,99	1,00

Continuación del apéndice 13.

18:31:00	52620,00	57210,00	67410,00	0,98	1,00	1,00
18:46:00	50430,00	56010,00	66900,00	0,98	0,99	1,00
19:01:00	49440,00	53730,00	63480,00	0,97	0,99	1,00
19:16:00	47250,00	51030,00	62850,00	0,97	0,99	1,00
19:31:00	46320,00	49740,00	60960,00	0,97	0,99	0,99
19:46:00	45120,00	48750,00	57480,00	0,97	0,99	0,99
20:01:00	41190,00	47400,00	58350,00	0,97	0,99	0,99
20:16:00	37890,00	983010,00	983010,00	0,95	327,67	327,67
20:31:00	34740,00	40500,00	51120,00	0,95	0,98	0,99
20:46:00	31230,00	34440,00	44160,00	0,94	0,97	0,98
21:01:00	30810,00	34080,00	47040,00	0,93	0,98	0,98
21:16:00	28200,00	32160,00	40890,00	0,95	0,97	0,98
21:31:00	27000,00	31710,00	46350,00	0,93	0,97	0,98
21:46:00	26430,00	30960,00	43770,00	0,92	0,96	0,97
22:01:00	25350,00	28860,00	40740,00	0,93	0,97	0,98
22:16:00	25020,00	28200,00	42390,00	0,93	0,97	0,98
22:31:00	24660,00	28770,00	37560,00	0,93	0,97	0,98
22:46:00	24450,00	28200,00	38760,00	0,93	0,97	0,98
23:01:00	23970,00	27300,00	36960,00	0,92	0,97	0,98
23:16:00	23490,00	27360,00	36240,00	0,91	0,97	0,98
23:31:00	22980,00	26550,00	36600,00	0,92	0,96	0,97
23:46:00	22980,00	26820,00	34740,00	0,92	0,97	0,98

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 14. Medición viernes**

Hora	Potencia activa total min	Potencia activa total med	Potencia activa total max	Cos phi total min	Cos phi total med	Cos phi total max
0:01:00	22890,00	26070,00	34620,00	0,93	0,97	0,98
0:16:00	23880,00	27390,00	35910,00	0,93	0,97	0,98
0:31:00	24150,00	26430,00	35160,00	0,93	0,97	0,98
0:46:00	24540,00	27450,00	36360,00	0,91	0,97	0,98
1:01:00	22560,00	27000,00	34680,00	0,93	0,97	0,98
1:16:00	22590,00	26190,00	36570,00	0,91	0,96	0,97
1:31:00	22590,00	26700,00	33630,00	0,90	0,96	0,97
1:46:00	22710,00	26040,00	36300,00	0,93	0,96	0,97
2:01:00	23070,00	26400,00	36690,00	0,91	0,96	0,98
2:16:00	21990,00	25380,00	34710,00	0,93	0,97	0,98
2:31:00	21780,00	24990,00	38040,00	0,93	0,97	0,98
2:46:00	22110,00	26460,00	36690,00	0,90	0,97	0,97
3:01:00	22920,00	25860,00	35700,00	0,92	0,97	0,98
3:16:00	22740,00	26310,00	33900,00	0,92	0,97	0,98
3:31:00	23190,00	27000,00	35610,00	0,94	0,97	0,98
3:46:00	22860,00	27180,00	34080,00	0,92	0,97	0,98
4:01:00	23610,00	27330,00	35940,00	0,92	0,97	0,98
4:16:00	24450,00	27090,00	37650,00	0,93	0,97	0,98
4:31:00	23850,00	27390,00	37740,00	0,94	0,98	0,99
4:46:00	24030,00	26820,00	36660,00	0,94	0,98	0,98

Continuación del apéndice 14.

5:01:00	23070,00	27630,00	42150,00	0,93	0,98	0,99
5:16:00	24120,00	29790,00	44190,00	0,93	0,98	0,99
5:31:00	26220,00	31260,00	49950,00	0,95	0,99	0,99
5:46:00	28710,00	33420,00	44910,00	0,94	0,98	0,99
6:01:00	31920,00	36720,00	51900,00	0,94	0,98	0,99
6:16:00	32340,00	40260,00	60030,00	0,94	0,98	0,99
6:31:00	40050,00	47070,00	55710,00	0,96	0,99	0,99
6:46:00	40950,00	47100,00	63720,00	0,95	0,99	0,99
7:01:00	44220,00	50850,00	71430,00	0,95	0,99	1,00
7:16:00	47160,00	53730,00	66300,00	0,97	1,00	1,00
7:31:00	55050,00	61080,00	91740,00	0,94	0,99	1,00
7:46:00	60540,00	68130,00	84180,00	0,98	0,99	1,00
8:01:00	68430,00	76290,00	108690,00	0,94	0,99	1,00
8:16:00	71880,00	81720,00	119670,00	0,94	0,99	1,00
8:31:00	76170,00	86100,00	122190,00	0,94	0,99	1,00
8:46:00	81330,00	92250,00	134460,00	0,94	0,99	1,00
9:01:00	90570,00	106860,00	148230,00	0,95	0,99	1,00
9:16:00	109380,00	126840,00	171870,00	0,96	0,99	1,00
9:31:00	121920,00	132450,00	177180,00	0,96	0,99	1,00
9:46:00	122610,00	135540,00	175620,00	0,97	0,99	1,00
10:01:00	124740,00	135180,00	176070,00	0,97	0,99	1,00
10:16:00	124140,00	139260,00	171720,00	0,96	0,99	1,00
10:31:00	135870,00	153120,00	197100,00	0,96	0,99	1,00
10:46:00	157650,00	167010,00	198510,00	0,97	0,99	0,99
11:01:00	157590,00	167820,00	210810,00	0,95	0,99	0,99
11:16:00	150450,00	168990,00	205140,00	0,96	0,98	0,99
11:31:00	148140,00	165840,00	200220,00	0,96	0,99	0,99
11:46:00	145410,00	164520,00	197340,00	0,96	0,99	0,99
12:01:00	131220,00	148050,00	194880,00	0,96	0,99	1,00
12:16:00	129450,00	141690,00	176550,00	0,97	0,99	1,00
12:31:00	128520,00	139140,00	184200,00	0,97	0,99	1,00
12:46:00	126390,00	140310,00	178470,00	0,96	0,99	1,00
13:01:00	123180,00	139950,00	182220,00	0,96	0,99	1,00
13:16:00	130680,00	144780,00	195630,00	0,96	0,99	1,00
13:31:00	121050,00	135210,00	176520,00	0,96	0,99	1,00
13:46:00	120750,00	133920,00	181320,00	0,96	0,99	1,00
14:01:00	118050,00	129090,00	165180,00	0,96	0,99	1,00
14:16:00	117720,00	127170,00	158820,00	0,96	0,99	1,00
14:31:00	116970,00	129120,00	167490,00	0,96	0,99	1,00
14:46:00	114930,00	125490,00	168990,00	0,96	0,99	1,00
15:01:00	112950,00	124410,00	159960,00	0,96	0,99	1,00
15:16:00	112470,00	131100,00	174540,00	0,96	0,99	1,00
15:31:00	114000,00	125040,00	168720,00	0,96	0,99	1,00
15:46:00	108630,00	120450,00	157230,00	0,96	0,99	1,00
16:01:00	112500,00	121950,00	167100,00	0,96	0,99	1,00
16:16:00	111630,00	123030,00	162300,00	0,96	0,99	1,00
16:31:00	119460,00	128280,00	172230,00	0,96	0,99	1,00
16:46:00	120450,00	128970,00	166260,00	0,97	0,99	1,00
17:01:00	116520,00	127890,00	171600,00	0,97	0,99	1,00
17:16:00	90810,00	103770,00	122190,00	0,99	1,00	1,00
17:31:00	84330,00	92280,00	104340,00	0,99	1,00	1,00

Continuación del apéndice 14.

17:46:00	72930,00	82860,00	109290,00	0,97	1,00	1,00
18:01:00	70770,00	76140,00	84300,00	0,98	0,99	1,00
18:16:00	66150,00	71310,00	80670,00	0,98	1,00	1,00
18:31:00	60420,00	66780,00	84180,00	0,97	1,00	1,00
18:46:00	57270,00	60960,00	70170,00	0,98	1,00	1,00
19:01:00	54930,00	59490,00	84510,00	0,96	1,00	1,00
19:16:00	53880,00	57810,00	78840,00	0,95	0,99	1,00
19:31:00	49440,00	54750,00	76350,00	0,95	0,99	1,00
19:46:00	48750,00	52950,00	79740,00	0,95	0,99	1,00
20:01:00	47730,00	51600,00	62310,00	0,97	0,99	0,99
20:16:00	45930,00	50100,00	61020,00	0,97	0,99	1,00
20:31:00	34950,00	41820,00	72510,00	0,94	0,99	0,99
20:46:00	32910,00	36720,00	44280,00	0,96	0,98	0,99
21:01:00	30960,00	34230,00	42810,00	0,95	0,98	0,99
21:16:00	30300,00	33600,00	45180,00	0,94	0,98	0,98
21:31:00	29160,00	32310,00	42330,00	0,94	0,98	0,98
21:46:00	28770,00	32040,00	44160,00	0,95	0,98	0,98
22:01:00	26940,00	30630,00	42180,00	0,95	0,98	0,99
22:16:00	26340,00	29610,00	39660,00	0,95	0,98	0,99
22:31:00	26250,00	29040,00	41010,00	0,94	0,98	0,99
22:46:00	25020,00	28410,00	39330,00	0,94	0,97	0,99
23:01:00	24510,00	27120,00	38460,00	0,92	0,97	0,98
23:16:00	23820,00	27090,00	39150,00	0,92	0,97	0,98
23:31:00	24780,00	26490,00	33570,00	0,93	0,97	0,97
23:46:00	23070,00	26370,00	38100,00	0,93	0,97	0,97

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. **Medición sábado**

Hora	Potencia activa total min	Potencia activa total med	Potencia activa total max	Cos phi total min	Cos phi total med	Cos phi total max
0:01:00	24420,00	26790,00	35400,00	0,93	0,96	0,97
0:16:00	24120,00	28170,00	56490,00	0,78	0,96	0,97
0:31:00	32190,00	44940,00	65850,00	0,88	0,95	0,96
0:46:00	51510,00	54750,00	62730,00	0,92	0,94	0,95
1:01:00	51810,00	54420,00	64620,00	0,92	0,94	0,95
1:16:00	43530,00	52800,00	66240,00	0,92	0,94	0,96
1:31:00	24780,00	40440,00	56160,00	0,91	0,95	0,97
1:46:00	23700,00	26370,00	35700,00	0,93	0,97	0,97
2:01:00	23220,00	25980,00	37080,00	0,91	0,97	0,98
2:16:00	23370,00	26610,00	37470,00	0,92	0,97	0,98
2:31:00	23640,00	26160,00	35790,00	0,93	0,97	0,97
2:46:00	24420,00	27120,00	36990,00	0,92	0,97	0,97
3:01:00	23280,00	25950,00	34260,00	0,93	0,97	0,97
3:16:00	23310,00	27060,00	35670,00	0,93	0,97	0,98
3:31:00	23040,00	26010,00	35040,00	0,94	0,97	0,98
3:46:00	23130,00	26310,00	38580,00	0,92	0,97	0,98
4:01:00	24510,00	27720,00	37920,00	0,93	0,97	0,98

Continuación del apéndice 15.

4:16:00	23940,00	26820,00	36120,00	0,93	0,97	0,98
4:31:00	24270,00	26970,00	40560,00	0,91	0,97	0,98
4:46:00	23700,00	27120,00	36150,00	0,93	0,97	0,98
5:01:00	24570,00	27510,00	36510,00	0,90	0,97	0,98
5:16:00	24660,00	28260,00	39690,00	0,93	0,97	0,98
5:31:00	23850,00	27660,00	38850,00	0,93	0,97	0,98
5:46:00	23970,00	30720,00	44520,00	0,94	0,98	0,99
6:01:00	23820,00	27120,00	37920,00	0,94	0,97	0,98
6:16:00	22770,00	26730,00	39090,00	0,93	0,97	0,98
6:31:00	22740,00	26460,00	38640,00	0,92	0,97	0,98
6:46:00	23490,00	27180,00	37350,00	0,94	0,97	0,98
7:01:00	22740,00	26550,00	36900,00	0,92	0,97	0,98
7:16:00	23130,00	27270,00	43170,00	0,93	0,97	0,98
7:31:00	23550,00	28260,00	47010,00	0,92	0,97	0,99
7:46:00	22800,00	26640,00	44340,00	0,92	0,98	0,99
8:01:00	24450,00	27810,00	39660,00	0,93	0,98	0,98
8:16:00	24270,00	29130,00	41610,00	0,93	0,97	0,98
8:31:00	23520,00	27360,00	37050,00	0,93	0,97	0,98
8:46:00	26880,00	35340,00	55950,00	0,82	0,97	0,99
9:01:00	35850,00	39750,00	50700,00	0,93	0,97	0,98
9:16:00	36780,00	51060,00	82710,00	0,90	0,97	0,98
9:31:00	58470,00	62940,00	76020,00	0,94	0,96	0,97
9:46:00	58440,00	65790,00	83640,00	0,94	0,96	0,97
10:01:00	58680,00	63480,00	76140,00	0,94	0,96	0,97
10:16:00	52260,00	62700,00	80280,00	0,94	0,97	0,97
10:31:00	32460,00	43770,00	67680,00	0,95	0,98	0,99
10:46:00	30750,00	35610,00	48240,00	0,96	0,99	0,99
11:01:00	30270,00	35280,00	48360,00	0,95	0,99	0,99
11:16:00	31050,00	37020,00	48990,00	0,95	0,99	0,99
11:31:00	31500,00	38100,00	50100,00	0,96	0,99	0,99
11:46:00	32100,00	36720,00	48870,00	0,95	0,99	0,99
12:01:00	31740,00	36900,00	50580,00	0,95	0,99	1,00
12:16:00	31470,00	37140,00	51330,00	0,97	0,99	1,00
12:31:00	31680,00	37650,00	49320,00	0,97	0,99	1,00
12:46:00	31290,00	37380,00	50910,00	0,95	0,99	0,99
13:01:00	31170,00	36900,00	49650,00	0,96	0,99	0,99
13:16:00	31770,00	36330,00	47760,00	0,96	0,99	0,99
13:31:00	31980,00	36960,00	50460,00	0,96	0,99	0,99
13:46:00	32640,00	36660,00	48900,00	0,96	0,99	0,99
14:01:00	31110,00	36690,00	53550,00	0,96	0,99	0,99
14:16:00	31440,00	36360,00	51480,00	0,96	0,99	0,99
14:31:00	31230,00	36900,00	51390,00	0,96	0,99	0,99
14:46:00	31410,00	35640,00	45960,00	0,95	0,98	0,99
15:01:00	30840,00	35880,00	49890,00	0,95	0,99	0,99
15:16:00	30510,00	34740,00	46770,00	0,95	0,99	0,99
15:31:00	30690,00	34440,00	46200,00	0,95	0,99	0,99
15:46:00	31770,00	34770,00	45750,00	0,95	0,99	0,99
16:01:00	29550,00	32970,00	57630,00	0,91	0,99	0,99
16:16:00	28260,00	33000,00	46050,00	0,96	0,99	0,99
16:31:00	26970,00	32340,00	41940,00	0,95	0,98	0,99
16:46:00	25620,00	30030,00	38700,00	0,93	0,98	0,98

Continuación del apéndice 15.

17:01:00	26790,00	30660,00	42120,00	0,95	0,98	0,99
17:16:00	26160,00	30180,00	40260,00	0,93	0,98	0,98
17:31:00	25590,00	29790,00	38850,00	0,94	0,98	0,98
17:46:00	25740,00	29040,00	42810,00	0,94	0,98	0,99
18:01:00	24870,00	27780,00	38610,00	0,95	0,98	0,99
18:16:00	24630,00	28170,00	37500,00	0,94	0,98	0,99
18:31:00	24120,00	27960,00	38880,00	0,95	0,98	0,99
18:46:00	24570,00	28410,00	38040,00	0,95	0,99	0,99
19:01:00	24960,00	28410,00	41160,00	0,94	0,98	0,99
19:16:00	22590,00	25860,00	38250,00	0,93	0,97	0,98
19:31:00	22320,00	25440,00	35550,00	0,93	0,97	0,98
19:46:00	22020,00	25710,00	34500,00	0,92	0,97	0,98
20:01:00	22170,00	25230,00	36060,00	0,92	0,97	0,98
20:16:00	22440,00	24900,00	37200,00	0,92	0,97	0,98
20:31:00	22380,00	25290,00	35940,00	0,94	0,98	0,98
20:46:00	22260,00	25230,00	36030,00	0,93	0,97	0,98
21:01:00	22500,00	25140,00	31170,00	0,92	0,97	0,98
21:16:00	22950,00	25650,00	34290,00	0,93	0,97	0,98
21:31:00	22560,00	24960,00	34530,00	0,92	0,97	0,98
21:46:00	22050,00	24330,00	36660,00	0,93	0,97	0,98
22:01:00	21270,00	24600,00	33960,00	0,93	0,97	0,98
22:16:00	20430,00	24000,00	32130,00	0,91	0,98	0,98
22:31:00	20910,00	23550,00	33900,00	0,93	0,97	0,98
22:46:00	21240,00	24150,00	32220,00	0,93	0,97	0,98
23:01:00	20730,00	23850,00	33960,00	0,93	0,97	0,98
23:16:00	20460,00	23940,00	34740,00	0,93	0,97	0,98
23:31:00	21360,00	23850,00	32670,00	0,92	0,97	0,98
23:46:00	21600,00	24450,00	31890,00	0,92	0,97	0,98

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 16. Medición domingo**

Hora	Potencia activa total min	Potencia activa total med	Potencia activa total max	Cos phi total min	Cos phi total med	Cos phi total max
0:01:00	21930,00	24690,00	35160,00	0,92	0,97	0,97
0:16:00	22050,00	24150,00	35100,00	0,93	0,97	0,98
0:31:00	21120,00	23790,00	35070,00	0,92	0,98	0,98
0:46:00	21030,00	23550,00	29670,00	0,94	0,98	0,98
1:01:00	21030,00	23610,00	35160,00	0,94	0,97	0,98
1:16:00	21120,00	23730,00	34140,00	0,91	0,97	0,98
1:31:00	20670,00	23820,00	33450,00	0,92	0,97	0,98
1:46:00	20880,00	23820,00	31650,00	0,91	0,97	0,98
2:01:00	20970,00	23910,00	35370,00	0,92	0,97	0,98
2:16:00	21360,00	23790,00	32760,00	0,94	0,97	0,98
2:31:00	20460,00	23100,00	35250,00	0,93	0,98	0,98
2:46:00	18840,00	23670,00	33750,00	0,92	0,97	0,99
3:01:00	20730,00	23490,00	33990,00	0,91	0,97	0,98
3:16:00	21030,00	23430,00	35850,00	0,93	0,97	0,98

Continuación del apéndice 16.

3:31:00	21480,00	24270,00	33630,00	0,92	0,97	0,98
3:46:00	20640,00	23280,00	34260,00	0,92	0,97	0,98
4:01:00	21510,00	24360,00	33000,00	0,94	0,97	0,98
4:16:00	21390,00	24330,00	33300,00	0,93	0,97	0,98
4:31:00	21480,00	24000,00	33570,00	0,93	0,97	0,98
4:46:00	21840,00	23910,00	31350,00	0,92	0,97	0,98
5:01:00	20790,00	23580,00	33780,00	0,92	0,98	0,99
5:16:00	21300,00	23820,00	33750,00	0,92	0,98	0,99
5:31:00	20910,00	23250,00	31320,00	0,94	0,98	0,98
5:46:00	21330,00	23430,00	34530,00	0,93	0,98	0,98
6:01:00	20880,00	23580,00	31950,00	0,93	0,98	0,98
6:16:00	21690,00	23910,00	32550,00	0,92	0,98	0,98
6:31:00	21210,00	23970,00	34890,00	0,92	0,98	0,98
6:46:00	21000,00	23910,00	33090,00	0,94	0,98	0,99
7:01:00	21030,00	24120,00	35640,00	0,95	0,98	0,99
7:16:00	20760,00	24990,00	35880,00	0,93	0,98	0,99
7:31:00	20880,00	27480,00	37650,00	0,93	0,98	0,99
7:46:00	22110,00	26130,00	34380,00	0,94	0,98	0,99
8:01:00	21720,00	25710,00	38010,00	0,93	0,98	0,98
8:16:00	22410,00	26820,00	33900,00	0,96	0,98	0,99
8:31:00	21960,00	26670,00	40320,00	0,94	0,98	0,99
8:46:00	22920,00	27870,00	41760,00	0,94	0,98	0,99
9:01:00	22710,00	30540,00	44670,00	0,95	0,99	0,99
9:16:00	23040,00	27480,00	37860,00	0,94	0,98	0,99
9:31:00	22170,00	26970,00	40020,00	0,94	0,98	0,99
9:46:00	21720,00	27150,00	37590,00	0,93	0,98	0,99
10:01:00	22620,00	26520,00	36030,00	0,93	0,98	0,99
10:16:00	23400,00	27390,00	37800,00	0,91	0,98	0,99
10:31:00	23340,00	27480,00	39450,00	0,93	0,98	0,99
10:46:00	23580,00	27210,00	34380,00	0,94	0,98	0,99
11:01:00	22380,00	26430,00	35550,00	0,93	0,98	0,99
11:16:00	22050,00	26040,00	37470,00	0,94	0,98	0,99
11:31:00	22170,00	25860,00	34050,00	0,94	0,98	0,99
11:46:00	23880,00	27660,00	37020,00	0,94	0,98	0,99
12:01:00	21930,00	25500,00	34920,00	0,94	0,98	0,99
12:16:00	21960,00	25770,00	36300,00	0,94	0,98	0,98
12:31:00	21660,00	25560,00	35610,00	0,93	0,98	0,99
12:46:00	21660,00	25920,00	34260,00	0,94	0,98	0,98
13:01:00	21690,00	25320,00	34560,00	0,92	0,98	0,99
13:16:00	21720,00	25560,00	34110,00	0,92	0,98	0,98
13:31:00	20910,00	25170,00	39780,00	0,94	0,98	0,98
13:46:00	21480,00	25920,00	38730,00	0,91	0,97	0,99
14:01:00	21540,00	25860,00	37710,00	0,94	0,98	0,98
14:16:00	21000,00	25500,00	35640,00	0,94	0,98	0,98
14:31:00	21090,00	26220,00	34530,00	0,94	0,98	0,99
14:46:00	21780,00	26070,00	35220,00	0,95	0,98	0,99
15:01:00	22110,00	26040,00	33750,00	0,94	0,98	0,98
15:16:00	22680,00	29370,00	42120,00	0,94	0,98	0,99
15:31:00	26460,00	30360,00	39570,00	0,93	0,98	0,99
15:46:00	22500,00	31290,00	40470,00	0,94	0,98	1,00
16:01:00	27960,00	31590,00	38580,00	0,95	0,98	0,99

Continuación del apéndice 16.

16:16:00	26310,00	31920,00	42510,00	0,93	0,98	0,98
16:31:00	21810,00	27120,00	36900,00	0,93	0,98	0,99
16:46:00	21990,00	26220,00	37110,00	0,93	0,97	0,98
17:01:00	22920,00	27180,00	36810,00	0,93	0,98	0,99
17:16:00	21720,00	27330,00	40560,00	0,94	0,98	0,99
17:31:00	22080,00	26100,00	34530,00	0,92	0,97	0,98
17:46:00	21180,00	25170,00	33630,00	0,93	0,97	0,98
18:01:00	21930,00	25020,00	35580,00	0,93	0,98	0,99
18:16:00	20940,00	24990,00	36450,00	0,93	0,98	0,99
18:31:00	23190,00	26520,00	36030,00	0,93	0,97	0,98
18:46:00	23280,00	26730,00	36330,00	0,92	0,97	0,98
19:01:00	23070,00	26400,00	36030,00	0,93	0,97	0,98
19:16:00	22590,00	25350,00	34080,00	0,94	0,97	0,98
19:31:00	23490,00	26640,00	36360,00	0,92	0,97	0,98
19:46:00	23130,00	26580,00	38670,00	0,92	0,97	0,98
20:01:00	23790,00	26430,00	36270,00	0,93	0,97	0,98
20:16:00	22680,00	26040,00	35610,00	0,94	0,98	0,98
20:31:00	22980,00	25770,00	33750,00	0,94	0,97	0,98
20:46:00	22800,00	25950,00	38700,00	0,93	0,97	0,98
21:01:00	22950,00	25680,00	35550,00	0,92	0,97	0,98
21:16:00	22260,00	25380,00	34710,00	0,93	0,98	0,98
21:31:00	22440,00	24990,00	38340,00	0,93	0,97	0,98
21:46:00	22620,00	25050,00	34740,00	0,92	0,97	0,97
22:01:00	21270,00	24810,00	36990,00	0,92	0,97	0,97
22:16:00	21660,00	24540,00	33510,00	0,90	0,97	0,98
22:31:00	21300,00	23790,00	33720,00	0,94	0,97	0,98
22:46:00	20700,00	23580,00	32460,00	0,91	0,97	0,99
23:01:00	20520,00	23640,00	32730,00	0,91	0,97	0,98
23:16:00	21240,00	24270,00	34890,00	0,92	0,97	0,98
23:31:00	22080,00	24930,00	37320,00	0,90	0,96	0,97
23:46:00	21270,00	24030,00	32790,00	0,90	0,97	0,98

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 17. **Medición asueto**

Hora	Potencia activa total min	Potencia activa total med	Potencia activa total max	Cos phi total min	Cos phi total med	Cos phi total max
0:01:00	21300,00	24450,00	31680,00	0,91	0,97	0,98
0:16:00	22410,00	25830,00	36180,00	0,93	0,96	0,97
0:31:00	22170,00	24840,00	32790,00	0,92	0,97	0,97
0:46:00	21300,00	24330,00	34110,00	0,92	0,96	0,97
1:01:00	22740,00	25890,00	36930,00	0,90	0,96	0,98
1:16:00	22110,00	25560,00	32700,00	0,93	0,96	0,98
1:31:00	21180,00	25290,00	37110,00	0,91	0,97	0,97
1:46:00	22770,00	24990,00	30480,00	0,94	0,96	0,97
2:01:00	22140,00	25260,00	35490,00	0,92	0,96	0,97
2:16:00	21420,00	24690,00	30630,00	0,93	0,97	0,98
2:31:00	21690,00	24900,00	34620,00	0,93	0,97	0,98

Continuación del apéndice 17.

2:46:00	20400,00	23550,00	30390,00	0,95	0,97	0,98
3:01:00	21990,00	25650,00	34680,00	0,92	0,97	0,97
3:16:00	21390,00	24120,00	34080,00	0,93	0,97	0,98
3:31:00	20700,00	24150,00	34710,00	0,92	0,96	0,97
3:46:00	21210,00	24870,00	35820,00	0,93	0,97	0,97
4:01:00	22530,00	25770,00	35430,00	0,92	0,97	0,98
4:16:00	23130,00	26160,00	36570,00	0,94	0,97	0,98
4:31:00	23580,00	26010,00	33450,00	0,93	0,97	0,98
4:46:00	23760,00	26460,00	34410,00	0,95	0,97	0,98
5:01:00	24180,00	26700,00	36570,00	0,92	0,97	0,97
5:16:00	24090,00	26580,00	33960,00	0,93	0,97	0,98
5:31:00	23340,00	26010,00	34650,00	0,92	0,97	0,97
5:46:00	21180,00	24300,00	35880,00	0,92	0,97	0,98
6:01:00	22320,00	26100,00	32880,00	0,94	0,98	0,98
6:16:00	21840,00	24330,00	34890,00	0,91	0,97	0,98
6:31:00	22290,00	25440,00	34620,00	0,95	0,98	0,99
6:46:00	22470,00	26070,00	34710,00	0,91	0,97	0,98
7:01:00	22050,00	25440,00	35670,00	0,94	0,97	0,98
7:16:00	22680,00	26370,00	39120,00	0,91	0,98	0,98
7:31:00	22830,00	27030,00	35190,00	0,93	0,97	0,98
7:46:00	23340,00	27780,00	32340,00	0,95	0,98	0,98
8:01:00	25260,00	28530,00	35490,00	0,93	0,97	0,98
8:16:00	25020,00	28080,00	38670,00	0,93	0,98	0,99
8:31:00	22950,00	27330,00	34260,00	0,96	0,98	0,99
8:46:00	26730,00	31740,00	41700,00	0,95	0,99	0,99
9:01:00	32130,00	40470,00	65910,00	0,91	0,98	1,00
9:16:00	39540,00	47760,00	74370,00	0,94	0,99	1,00
9:31:00	45450,00	49350,00	72690,00	0,95	1,00	1,00
9:46:00	46260,00	50430,00	59430,00	0,98	1,00	1,00
10:01:00	46770,00	51390,00	77250,00	0,95	1,00	1,00
10:16:00	45750,00	51810,00	75330,00	0,95	1,00	1,00
10:31:00	48060,00	53160,00	75420,00	0,96	1,00	1,00
10:46:00	46860,00	50700,00	77670,00	0,95	1,00	1,00
11:01:00	45420,00	50670,00	64830,00	0,98	1,00	1,00
11:16:00	46830,00	50310,00	72660,00	0,96	1,00	1,00
11:31:00	45210,00	50250,00	59010,00	0,99	1,00	1,00
11:46:00	41400,00	49110,00	73050,00	0,96	1,00	1,00
12:01:00	28380,00	36450,00	48390,00	0,97	0,99	1,00
12:16:00	25110,00	29220,00	59820,00	0,81	0,98	0,99
12:31:00	31650,00	35400,00	45900,00	0,94	0,96	0,97
12:46:00	32220,00	50910,00	84990,00	0,89	0,96	0,97
13:01:00	55650,00	58200,00	81330,00	0,89	0,95	0,95
13:16:00	53790,00	57690,00	68970,00	0,92	0,95	0,96
13:31:00	46740,00	54990,00	65730,00	0,93	0,96	0,97
13:46:00	27090,00	39870,00	59700,00	0,93	0,97	0,99
14:01:00	24750,00	29760,00	40560,00	0,95	0,98	0,98
14:16:00	24240,00	29010,00	39450,00	0,93	0,98	0,99
14:31:00	24900,00	29820,00	37830,00	0,93	0,98	0,98
14:46:00	25230,00	29280,00	38190,00	0,94	0,98	0,98
15:01:00	25200,00	29760,00	40260,00	0,93	0,98	0,99
15:16:00	24180,00	27810,00	35610,00	0,94	0,98	0,98
15:31:00	24270,00	28200,00	33120,00	0,94	0,97	0,98
15:46:00	24270,00	27960,00	38970,00	0,94	0,97	0,98
16:01:00	25320,00	28470,00	39720,00	0,93	0,97	0,98

Continuación del apéndice 17.

16:16:00	23370,00	27210,00	35880,00	0,93	0,98	0,98
16:31:00	23430,00	27390,00	37350,00	0,93	0,97	0,98
16:46:00	23340,00	27150,00	37050,00	0,93	0,97	0,98
17:01:00	23130,00	26730,00	32910,00	0,94	0,97	0,98
17:16:00	24120,00	26700,00	34290,00	0,93	0,97	0,98
17:31:00	23850,00	26730,00	35880,00	0,93	0,97	0,98
17:46:00	23250,00	25830,00	33270,00	0,95	0,98	0,98
18:01:00	22950,00	26100,00	38130,00	0,93	0,97	0,98
18:16:00	23430,00	26580,00	34620,00	0,92	0,97	0,98
18:31:00	23550,00	26220,00	39360,00	0,93	0,97	0,98
18:46:00	23550,00	25830,00	35700,00	0,93	0,97	0,98
19:01:00	23700,00	25950,00	34650,00	0,93	0,98	0,99
19:16:00	23070,00	25830,00	33120,00	0,95	0,98	0,98
19:31:00	23010,00	25650,00	36870,00	0,91	0,97	0,98
19:46:00	22770,00	25470,00	35820,00	0,93	0,97	0,98
20:01:00	22080,00	25350,00	33840,00	0,92	0,98	0,99
20:16:00	22710,00	25140,00	33180,00	0,91	0,97	0,99
20:31:00	20760,00	25380,00	34920,00	0,93	0,98	0,98
20:46:00	21900,00	24720,00	34500,00	0,90	0,96	0,98
21:01:00	21420,00	24540,00	34770,00	0,91	0,96	0,97
21:16:00	20640,00	24180,00	32160,00	0,92	0,97	0,98
21:31:00	21510,00	24240,00	32580,00	0,93	0,96	0,98
21:46:00	21360,00	24450,00	33600,00	0,92	0,97	0,97
22:01:00	20970,00	23670,00	30360,00	0,93	0,97	0,98
22:16:00	20310,00	23700,00	34200,00	0,92	0,97	0,98
22:31:00	20430,00	23580,00	30570,00	0,91	0,97	0,98
22:46:00	20370,00	23520,00	34590,00	0,90	0,96	0,98
23:01:00	20430,00	22980,00	32040,00	0,91	0,97	0,98
23:16:00	19440,00	22140,00	31830,00	0,91	0,97	0,98
23:31:00	19980,00	23220,00	32940,00	0,92	0,97	0,98
23:46:00	19230,00	22710,00	31950,00	0,89	0,96	0,97

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 18. Proyecciones de consumos**

	Energía	Hábitos ahorro	de	Paneles fotovoltaicos	Ahorro total	Estimación
enero-17	41790				0,00	
febrero-17	40320				0,00	
marzo-17	46200				0,00	
abril-17	43260				0,00	
mayo-17	40740				0,00	

Continuación del apéndice 18.

junio-17	44730			0,00	
julio-17	39060			0,00	
agosto-17	42630			0,00	
septiembre-17	40320			0,00	
octubre-17	40320			0,00	
noviembre-17	40950			0,00	
diciembre-17	44100			0,00	44100,00
enero-18	43908,80	1766,37	14382,02	16148,39	27760,42
febrero-18	39796,94	1586,73	13049,34	14636,07	25160,87
marzo-18	42038,52	1901,28	13094,40	14995,68	27042,84
abril-18	42073,67	1728,97	11742,72	13471,69	28601,97
mayo-18	43930,11	1766,37	9886,27	11652,64	32277,46
junio-18	42384,61	1728,97	8680,32	10409,29	31975,32
julio-18	43757,25	1766,37	9951,74	11718,11	32039,14
agosto-18	44043,69	1766,37	9406,14	11172,51	32871,17
septiembre-18	41189,15	1796,43	7708,80	9505,23	31683,92
octubre-18	44839,13	1698,91	9537,09	11236,00	33603,13
noviembre-18	42338,80	1728,97	11911,68	13640,65	28698,15
diciembre-18	40039,09	2036,19	14054,66	16090,85	23948,24
enero-19	43930,11	1766,37	14382,02	16148,39	27781,72
febrero-19	39796,94	1586,73	13049,34	14636,07	25160,87
marzo-19	42999,09	1833,83	13094,40	14928,23	28070,87
abril-19	41091,80	1796,43	11742,72	13539,15	27552,65
mayo-19	44043,69	1766,37	9886,27	11652,64	32391,04
junio-19	41189,15	1796,43	8680,32	10476,75	30712,40
julio-19	44839,13	1698,91	9951,74	11650,66	33188,47
agosto-19	43116,54	1833,83	9406,14	11239,97	31876,57
septiembre-19	42073,67	1728,97	7708,80	9437,77	32635,89
octubre-19	44881,76	1698,91	9537,09	11236,00	33645,76
noviembre-19	41306,60	1796,43	11911,68	13708,11	27598,49
diciembre-19	40889,50	1968,74	14054,66	16023,39	24866,11
enero-20	44043,69	1766,37	14382,02	16148,39	27895,30
febrero-20	40574,67	1691,58	13049,34	14740,92	25833,75
marzo-20	43757,25	1766,37	13094,40	14860,77	28896,48
abril-20	41147,21	1796,43	11742,72	13539,15	27608,06
mayo-20	41921,08	1901,28	9886,27	11787,55	30133,52
junio-20	42191,12	1728,97	8680,32	10409,29	31781,82
julio-20	45008,12	1698,91	9951,74	11650,66	33357,46
agosto-20	42851,40	1833,83	9406,14	11239,97	31611,43

Continuación del apéndice 18.

septiembre-20	42225,22	1728,97	7708,80	9437,77	32787,45
octubre-20	43137,84	1833,83	9537,09	11370,91	31766,93
noviembre-20	42073,67	1728,97	11911,68	13640,65	28433,01
diciembre-20	41857,83	1901,28	14054,66	15955,94	25901,90
enero-21	41921,08	1901,28	14382,02	16283,30	25637,78
febrero-21	39796,94	1586,73	13049,34	14636,07	25160,87
marzo-21	44839,13	1698,91	13094,40	14793,31	30045,82
abril-21	41260,79	1796,43	11742,72	13539,15	27721,64
mayo-21	42851,40	1833,83	9886,27	11720,10	31131,31
junio-21	42212,44	1728,97	8680,32	10409,29	31803,15
julio-21	44089,50	1766,37	9951,74	11718,11	32371,38
agosto-21	43757,25	1766,37	9406,14	11172,51	32584,74
septiembre-21	42233,75	1728,97	7708,80	9437,77	32795,97
octubre-21	42034,66	1901,28	9537,09	11438,37	30596,29
noviembre-21	42212,44	1728,97	11911,68	13640,65	28571,79
diciembre-21	42852,09	1833,83	14054,66	15888,48	26963,61
enero-22	42851,40	1833,83	14382,02	16215,84	26635,56
febrero-22	39796,94	1586,73	13049,34	14636,07	25160,87
marzo-22	44881,76	1698,91	13094,40	14793,31	30088,45
abril-22	40333,64	1863,89	11742,72	13606,61	26727,04
mayo-22	43757,25	1766,37	9886,27	11652,64	32104,61
junio-22	42225,22	1728,97	8680,32	10409,29	31815,93
julio-22	42999,09	1833,83	9951,74	11785,57	31213,52
agosto-22	43908,80	1766,37	9406,14	11172,51	32736,29
septiembre-22	42338,80	1728,97	7708,80	9437,77	32901,03
octubre-22	41878,45	1901,28	9537,09	11438,37	30440,08
noviembre-22	42225,22	1728,97	11911,68	13640,65	28584,57
diciembre-22	44089,50	1766,37	14054,66	15821,03	28268,47
enero-23	43757,25	1766,37	14382,02	16148,39	27608,86
febrero-23	39796,94	1586,73	13049,34	14636,07	25160,87
marzo-23	45008,12	1698,91	13094,40	14793,31	30214,81
abril-23	39138,18	1931,34	11742,72	13674,06	25464,12
mayo-23	43908,80	1766,37	9886,27	11652,64	32256,16
junio-23	42233,75	1728,97	8680,32	10409,29	31824,45
julio-23	42851,40	1833,83	9951,74	11785,57	31065,83
agosto-23	43930,11	1766,37	9406,14	11172,51	32757,59
septiembre-23	41306,60	1796,43	7708,80	9505,23	31801,37
octubre-23	42679,24	1833,83	9537,09	11370,91	31308,32
noviembre-23	42233,75	1728,97	11911,68	13640,65	28593,09

Continuación del apéndice 18.

diciembre-23	42068,76	1901,28	14054,66	15955,94	26112,83
enero-24	43908,80	1766,37	14382,02	16148,39	27760,42
febrero-24	41501,82	1624,12	13049,34	14673,47	26828,35
marzo-24	40948,12	1968,74	13094,40	15063,14	25884,98
abril-24	43142,77	1661,52	11742,72	13404,24	29738,53
mayo-24	44043,69	1766,37	9886,27	11652,64	32391,04
junio-24	41189,15	1796,43	8680,32	10476,75	30712,40
julio-24	44839,13	1698,91	9951,74	11650,66	33188,47
agosto-24	43116,54	1833,83	9406,14	11239,97	31876,57
septiembre-24	42073,67	1728,97	7708,80	9437,77	32635,89
octubre-24	44881,76	1698,91	9537,09	11236,00	33645,76
noviembre-24	41306,60	1796,43	11911,68	13708,11	27598,49
diciembre-24	40889,50	1968,74	14054,66	16023,39	24866,11
enero-25	44043,69	1766,37	14382,02	16148,39	27895,30
febrero-25	39796,94	1586,73	13049,34	14636,07	25160,87
marzo-25	42851,40	1833,83	13094,40	14928,23	27923,18
abril-25	41125,91	1796,43	11742,72	13539,15	27586,76
mayo-25	43116,54	1833,83	9886,27	11720,10	31396,44
junio-25	41143,34	1796,43	8680,32	10476,75	30666,59
julio-25	44881,76	1698,91	9951,74	11650,66	33231,10
agosto-25	41921,08	1901,28	9406,14	11307,42	30613,65
septiembre-25	42212,44	1728,97	7708,80	9437,77	32774,67
octubre-25	44077,79	1766,37	9537,09	11303,46	32774,33
noviembre-25	41189,15	1796,43	11911,68	13708,11	27481,04
diciembre-25	41937,31	1901,28	14054,66	15955,94	25981,37
enero-26	43116,54	1833,83	14382,02	16215,84	26900,70
febrero-26	39796,94	1586,73	13049,34	14636,07	25160,87
marzo-26	43757,25	1766,37	13094,40	14860,77	28896,48
abril-26	41147,21	1796,43	11742,72	13539,15	27608,06
mayo-26	41921,08	1901,28	9886,27	11787,55	30133,52
junio-26	42191,12	1728,97	8680,32	10409,29	31781,82
julio-26	45008,12	1698,91	9951,74	11650,66	33357,46
agosto-26	42851,40	1833,83	9406,14	11239,97	31611,43
septiembre-26	42225,22	1728,97	7708,80	9437,77	32787,45
octubre-26	43137,84	1833,83	9537,09	11370,91	31766,93
noviembre-26	42073,67	1728,97	11911,68	13640,65	28433,01
diciembre-26	41857,83	1901,28	14054,66	15955,94	25901,90
enero-27	41921,08	1901,28	14382,02	16283,30	25637,78
febrero-27	39796,94	1586,73	13049,34	14636,07	25160,87

Continuación del apéndice 18.

marzo-27	42788,16	1833,83	13094,40	14928,23	27859,93
abril-27	43311,76	1661,52	11742,72	13404,24	29907,52
mayo-27	42851,40	1833,83	9886,27	11720,10	31131,31
junio-27	42212,44	1728,97	8680,32	10409,29	31803,15
julio-27	44089,50	1766,37	9951,74	11718,11	32371,38
agosto-27	43757,25	1766,37	9406,14	11172,51	32584,74
septiembre-27	42233,75	1728,97	7708,80	9437,77	32795,97
octubre-27	42034,66	1901,28	9537,09	11438,37	30596,29
noviembre-27	42212,44	1728,97	11911,68	13640,65	28571,79
diciembre-27	42852,09	1833,83	14054,66	15888,48	26963,61

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 19. Comparación de gastos proyectados

Meses	Gastos	
	Consumo actual	Consumo aplicando medidas de ahorro
enero-17	27 330,66 GTQ	0,00 GTQ
febrero-17	26 369,28 GTQ	0,00 GTQ
marzo-17	30 214,80 GTQ	0,00 GTQ
abril-17	28 292,04 GTQ	0,00 GTQ
mayo-17	26 643,96 GTQ	0,00 GTQ
junio-17	29 253,42 GTQ	0,00 GTQ
julio-17	25 545,24 GTQ	0,00 GTQ
agosto-17	27 880,02 GTQ	0,00 GTQ
septiembre-17	26 369,28 GTQ	0,00 GTQ
octubre-17	26 369,28 GTQ	0,00 GTQ
noviembre-17	26 781,30 GTQ	0,00 GTQ
diciembre-17	28 841,40 GTQ	0,00 GTQ
enero-18	28 716,36 GTQ	18 155,39 GTQ
febrero-18	26 027,20 GTQ	16 455,28 GTQ
marzo-18	27 493,19 GTQ	17 686,10 GTQ
abril-18	27 516,18 GTQ	18 705,77 GTQ
mayo-18	28 730,29 GTQ	21 109,54 GTQ
junio-18	27 719,54 GTQ	20 911,94 GTQ
julio-18	28 617,24 GTQ	20 953,68 GTQ
agosto-18	28 804,57 GTQ	21 497,83 GTQ

Continuación del apéndice 19.

septiembre-18	26 937,70 GTQ	20 721,36 GTQ
octubre-18	29 324,79 GTQ	21 976,53 GTQ
noviembre-18	27 689,58 GTQ	18 768,67 GTQ
diciembre-18	26 185,57 GTQ	15 662,24 GTQ
enero-19	28 730,29 GTQ	18 169,33 GTQ
febrero-19	26 027,20 GTQ	16 455,28 GTQ
marzo-19	28 121,41 GTQ	18 358,43 GTQ
abril-19	26 874,04 GTQ	18 019,51 GTQ
mayo-19	28 804,57 GTQ	21 183,82 GTQ
junio-19	26 937,70 GTQ	20 085,99 GTQ
julio-19	29 324,79 GTQ	21 705,34 GTQ
agosto-19	28 198,22 GTQ	20 847,36 GTQ
septiembre-19	27 516,18 GTQ	21 343,95 GTQ
octubre-19	29 352,67 GTQ	22 004,41 GTQ
noviembre-19	27 014,52 GTQ	18 049,49 GTQ
diciembre-19	26 741,74 GTQ	16 262,52 GTQ
enero-20	28 804,57 GTQ	18 243,61 GTQ
febrero-20	26 535,84 GTQ	16 895,35 GTQ
marzo-20	28 617,24 GTQ	18 898,38 GTQ
abril-20	26 910,27 GTQ	18 055,75 GTQ
mayo-20	27 416,38 GTQ	19 707,41 GTQ
junio-20	27 592,99 GTQ	20 785,39 GTQ
julio-20	29 435,31 GTQ	21 815,86 GTQ
agosto-20	28 024,82 GTQ	20 673,96 GTQ
septiembre-20	27 615,30 GTQ	21 443,07 GTQ
octubre-20	28 212,15 GTQ	20 775,65 GTQ
noviembre-20	27 516,18 GTQ	18 595,27 GTQ
diciembre-20	27 375,02 GTQ	16 939,92 GTQ
enero-21	27 416,38 GTQ	16 767,19 GTQ
febrero-21	26 027,20 GTQ	16 455,28 GTQ
marzo-21	29 324,79 GTQ	19 650,04 GTQ
abril-21	26 984,56 GTQ	18 130,03 GTQ
mayo-21	28 024,82 GTQ	20 359,96 GTQ
junio-21	27 606,94 GTQ	20 799,34 GTQ
julio-21	28 834,53 GTQ	21 170,96 GTQ
agosto-21	28 617,24 GTQ	21 310,50 GTQ
septiembre-21	27 620,87 GTQ	21 448,64 GTQ
octubre-21	27 490,67 GTQ	20 010,05 GTQ
noviembre-21	27 606,94 GTQ	18 686,03 GTQ
diciembre-21	28 025,27 GTQ	17 634,28 GTQ
enero-22	28 024,82 GTQ	17 419,74 GTQ

Continuación del apéndice 19.

febrero-22	26 027,20 GTQ	16 455,28 GTQ
marzo-22	29 352,67 GTQ	19 677,92 GTQ
abril-22	26 378,20 GTQ	17 479,56 GTQ
mayo-22	28 617,24 GTQ	20 996,49 GTQ
junio-22	27 615,30 GTQ	20 807,70 GTQ
julio-22	28 121,41 GTQ	20 413,72 GTQ
agosto-22	28 716,36 GTQ	21 409,61 GTQ
septiembre-22	27 689,58 GTQ	21 517,35 GTQ
octubre-22	27 388,50 GTQ	19 907,89 GTQ
noviembre-22	27 615,30 GTQ	18 694,39 GTQ
diciembre-22	28 834,53 GTQ	18 487,66 GTQ
enero-23	28 617,24 GTQ	18 056,28 GTQ
febrero-23	26 027,20 GTQ	16 455,28 GTQ
marzo-23	29 435,31 GTQ	19 760,56 GTQ
abril-23	25 596,37 GTQ	16 653,61 GTQ
mayo-23	28 716,36 GTQ	21 095,61 GTQ
junio-23	27 620,87 GTQ	20 813,27 GTQ
julio-23	28 024,82 GTQ	20 317,14 GTQ
agosto-23	28 730,29 GTQ	21 423,55 GTQ
septiembre-23	27 014,52 GTQ	20 798,17 GTQ
octubre-23	27 912,22 GTQ	20 475,72 GTQ
noviembre-23	27 620,87 GTQ	18 699,96 GTQ
diciembre-23	27 512,97 GTQ	17 077,87 GTQ
enero-24	28 716,36 GTQ	18 155,39 GTQ
febrero-24	27 142,19 GTQ	17 545,82 GTQ
marzo-24	26 780,07 GTQ	16 928,86 GTQ
abril-24	28 215,37 GTQ	19 449,08 GTQ
mayo-24	28 804,57 GTQ	21 183,82 GTQ
junio-24	26 937,70 GTQ	20 085,99 GTQ
julio-24	29 324,79 GTQ	21 705,34 GTQ
agosto-24	28 198,22 GTQ	20 847,36 GTQ
septiembre-24	27 516,18 GTQ	21 343,95 GTQ
octubre-24	29 352,67 GTQ	22 004,41 GTQ
noviembre-24	27 014,52 GTQ	18 049,49 GTQ
diciembre-24	26 741,74 GTQ	16 262,52 GTQ
enero-25	28 804,57 GTQ	18 243,61 GTQ
febrero-25	26 027,20 GTQ	16 455,28 GTQ
marzo-25	28 024,82 GTQ	18 261,84 GTQ
abril-25	26 896,34 GTQ	18 041,82 GTQ

Continuación del apéndice 19.

mayo-25	28 198,22 GTQ	20 533,35 GTQ
junio-25	26 907,74 GTQ	20 056,03 GTQ
julio-25	29 352,67 GTQ	21 733,22 GTQ
agosto-25	27 416,38 GTQ	20 021,41 GTQ
septiembre-25	27 606,94 GTQ	21 434,71 GTQ
octubre-25	28 826,88 GTQ	21 434,50 GTQ
noviembre-25	26 937,70 GTQ	17 972,68 GTQ
diciembre-25	27 427,00 GTQ	16 991,90 GTQ
enero-26	28 198,22 GTQ	17 593,14 GTQ
febrero-26	26 027,20 GTQ	16 455,28 GTQ
marzo-26	28 617,24 GTQ	18 898,38 GTQ
abril-26	26 910,27 GTQ	18 055,75 GTQ
mayo-26	27 416,38 GTQ	19 707,41 GTQ
junio-26	27 592,99 GTQ	20 785,39 GTQ
julio-26	29 435,31 GTQ	21 815,86 GTQ
agosto-26	28 024,82 GTQ	20 673,96 GTQ
septiembre-26	27 615,30 GTQ	21 443,07 GTQ
octubre-26	28 212,15 GTQ	20 775,65 GTQ
noviembre-26	27 516,18 GTQ	18 595,27 GTQ
diciembre-26	27 375,02 GTQ	16 939,92 GTQ
enero-27	27 416,38 GTQ	16 767,19 GTQ
febrero-27	26 027,20 GTQ	16 455,28 GTQ
marzo-27	27 983,46 GTQ	18 220,48 GTQ
abril-27	28 325,89 GTQ	19 559,60 GTQ
mayo-27	28 024,82 GTQ	20 359,96 GTQ
junio-27	27 606,94 GTQ	20 799,34 GTQ
julio-27	28 834,53 GTQ	21 170,96 GTQ
agosto-27	28 617,24 GTQ	21 310,50 GTQ
septiembre-27	27 620,87 GTQ	21 448,64 GTQ
octubre-27	27 490,67 GTQ	20 010,05 GTQ
noviembre-27	27 606,94 GTQ	18 686,03 GTQ
diciembre-27	28 025,27 GTQ	17 634,28 GTQ

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 20. Banco de transformadores



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 21. Interruptor principal



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 22. **Transferencia automática**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 23. **Tablero principal, lado izquierdo**



Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 24. Tablero principal, lado derecho**



Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 25. Parte interna del tablero principal**



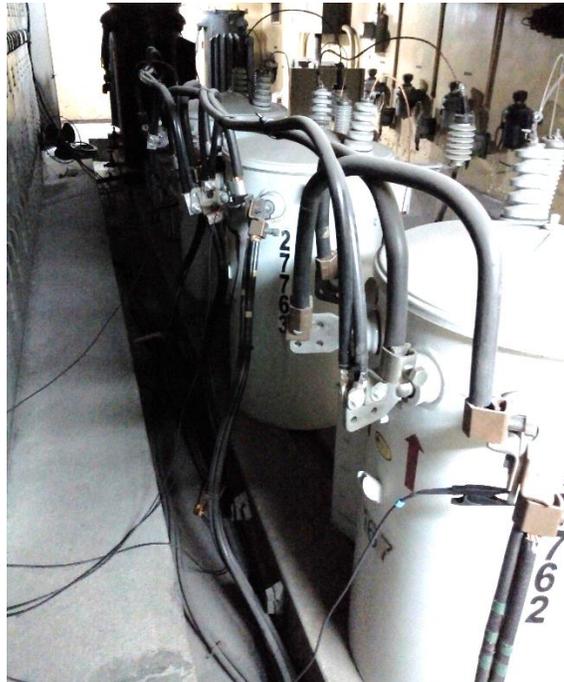
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 26. **Conexión del analizador de redes en el breaker principal**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 27. **Conexión del analizador de redes en los transformadores**



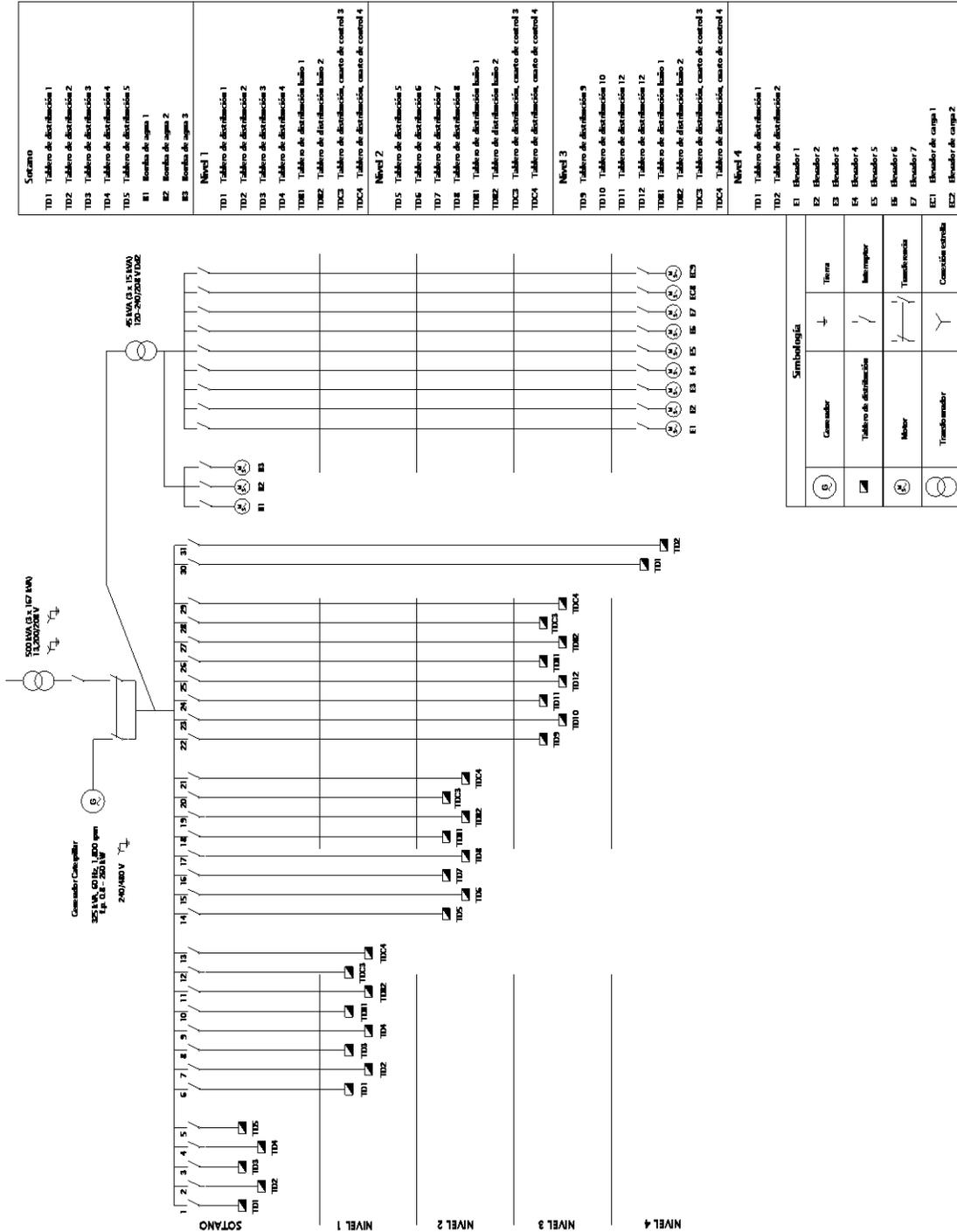
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 28. **Analizador de redes**



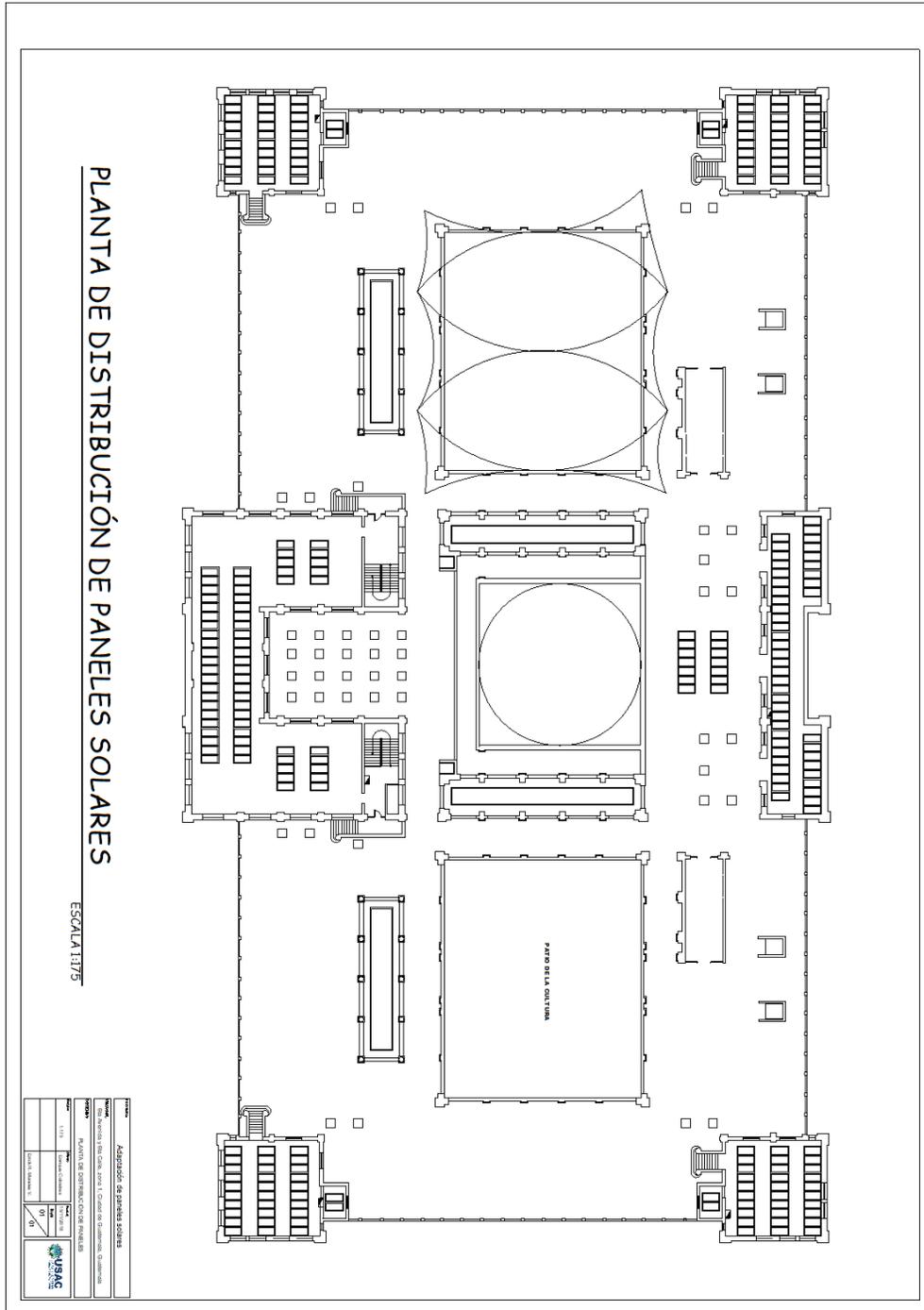
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 29. Diagrama unifilar



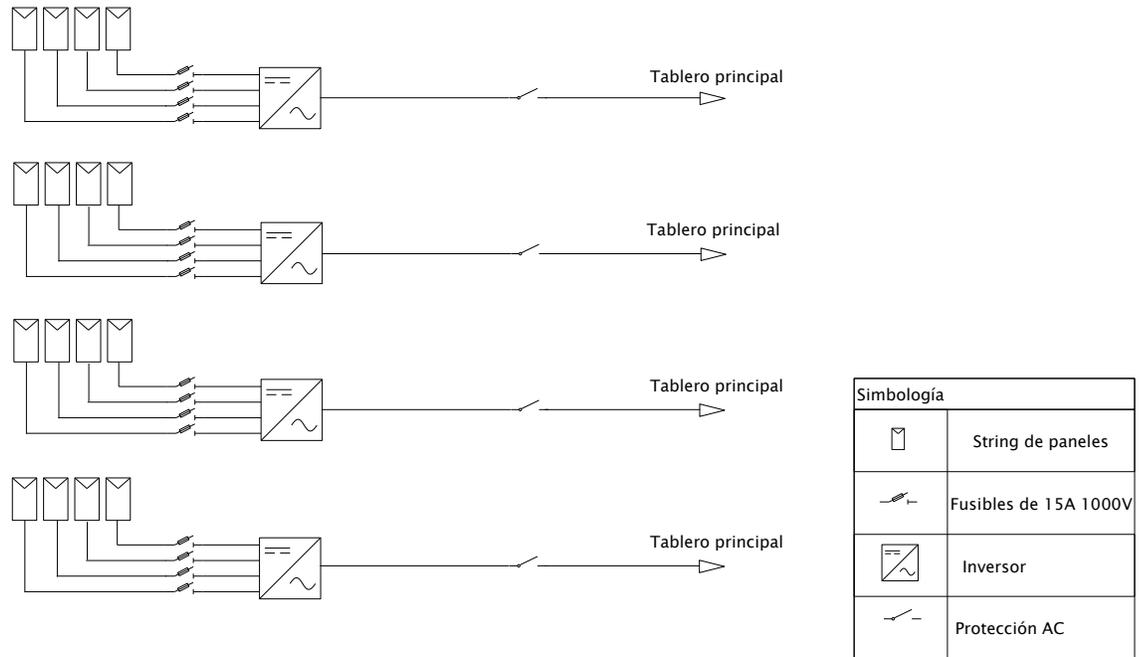
Fuente: elaboración propia, empleando programa DraftSight 2018.

Apéndice 30. **Distribución de paneles solares**



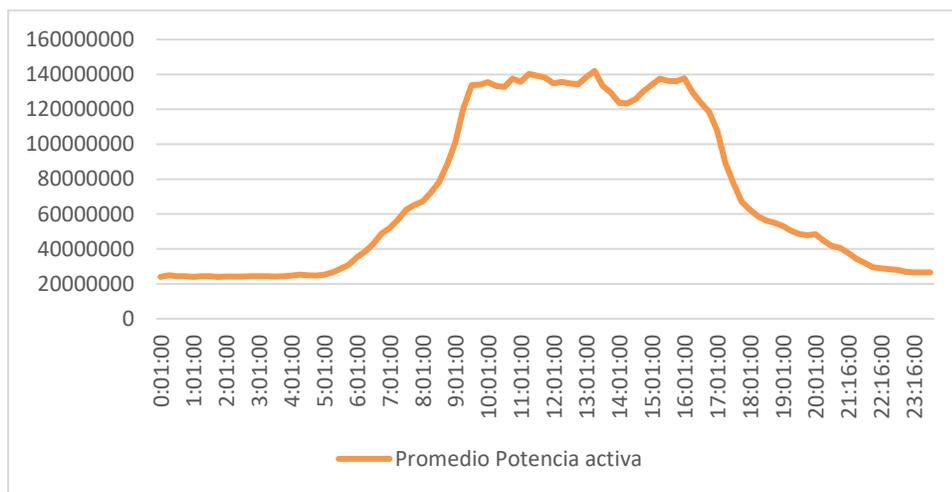
Fuente: elaboración propia, empleando una plantilla de la azotea del Palacio Nacional de la Cultura en el programa DraftSight 2018

### Apéndice 31. Diagrama unifilar del sistema de generación fotovoltaico



Fuente: elaboración propia, empleando programa DraftSight 2018.

### Apéndice 32. Potencia activa promedio de lunes a viernes



Fuente: elaboración propia.





