



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE CALIDAD
ENERGÉTICA BAJO LA NORMA ISO 50001, APLICADAS A EQUIPOS DE
CONTROL DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE POTENCIA, COMO MEDIO
PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD**

Esvin Jepzer Gómez López

Asesorado por el MSc. Ing. César Adrián Estrada Duque

Guatemala, noviembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE CALIDAD
ENERGÉTICA BAJO LA NORMA ISO 50001, APLICADAS A EQUIPOS DE
CONTROL DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE POTENCIA, COMO MEDIO
PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ESVIN JEPZER GÓMEZ LÓPEZ

ASESORADO POR EL MSC. ING. CÉSAR ADRIÁN ESTRADA DUQUE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier González López
EXAMINADOR	Ing. Armando Gálvez Castillo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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:

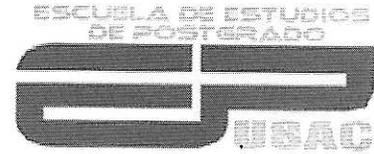
**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE CALIDAD
ENERGÉTICA BAJO LA NORMA ISO 50001, APLICADAS A EQUIPOS DE
CONTROL DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE POTENCIA, COMO MEDIO
PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 25 de septiembre de 2014.


Esvin Jepzer Gómez López



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
 Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226

AGS-MGIPP-013-2015

Guatemala, 11 de agosto de 2015.

Director
 Guillermò Antonio Puente Romero
 Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
 Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Esvin Jepzer Gómez López** carné número **2003-12879**, quien optó la modalidad del **“PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO”**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

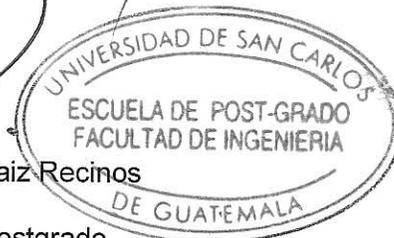
“Id y Enseñad a Todos”

César Adrián Estrada Duque
 MSc. Ing. César Adrián Estrada Duque
 M.Sc. CESAR ADRIAN ESTRADA DUQUE
 INGENIERO INDUSTRIAL
 COLEGIADO 5538

César Augusto Akú Castillo
 MSc. Ing. César Augusto Akú Castillo
 Coordinador de Área
 Gestión y Servicios

César Akú Castillo
 MSc.
 INGENIERO INDUSTRIAL
 COLEGIADO No. 4,373

Murphy Olympo Paiz Recinos
 MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
 Director
 Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
 /la



REF. EIME 192.2014.
25 DE SEPTIEMBRE 2014.

FACULTAD DE INGENIERIA

Doctora
Mayra Virginia Castillo Montes
Directora Escuela de Estudios de Postgrados
Presente.

Estimada Doctora Castillo:

Reciba un cordial y atento saludo, a la vez aprovecho la oportunidad para hacerle de su conocimiento que he revisado el: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE CALIDAD ENERGÉTICA BAJO LA NORMA ISO 50001, APLICADAS A EQUIPOS DE CONTROL DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE POTENCIA, COMO MEDIO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD**, del estudiante **Esvin Jepzer Gómez López**, quien se identifica con número de carné 2003-12879 y como Director de la Escuela Mecánica Eléctrica, doy el aval correspondiente para la aprobación del mismo.

Sin otro particular, atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

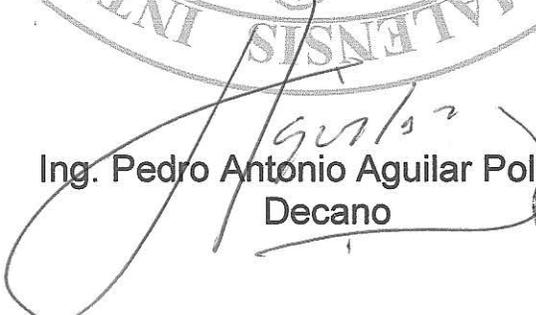


S/O



El Decano 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 INVESTIGACIÓN DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE CALIDAD ENERGÉTICA BAJO LA NORMA ISO 50001, APLICADAS A EQUIPOS DE CONTROL DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE POTENCIA, COMO MEDIO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD**, presentado por el estudiante universitario: **Esvin Jepzer Gómez López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, noviembre de 2015

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Señor nuestro, por darme la sabiduría y la vida para permitirme este honor en mi carrera académica y compartirlo con mis seres queridos.
- Mis padres** Miguel Gómez y Dominga de Gómez, por su apoyo incondicional, paciencia, amor y esfuerzo en todo momento. Gracias por enseñarme a confiar en Dios y mostrarme la importancia del esfuerzo, las decisiones y la disciplina para alcanzar mis metas.
- Mis hermanos** Allan y Aleida Gómez, por ser la alegría, compañía y apoyo en los distintos momentos de mi vida.
- Mis familiares** Abuelos, tíos, tías y primos por el apoyo, consejos y buenos deseos en el transcurso de mi formación.
- Mis amigos** Por las vivencias, el tiempo compartido y el apoyo brindado.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por proveer los medios para mi formación académica.
Facultad de Ingeniería	Por servir de influencia para mi formación académica.
Mi asesor	MSc. Ing. César Adrián Estrada Duque, por brindarme su valioso tiempo, apoyo y conocimiento en la elaboración del presente trabajo de graduación.
Mis amigos	Por compartir esfuerzos, conocimiento y tiempo en el transcurso de nuestra formación académica.
Mis catedráticos	Por compartir sus conocimientos para desarrollar mi formación académica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
JUSTIFICACIÓN	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. ANTECEDENTES	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
2.1. Pregunta principal	8
2.2. Preguntas auxiliares	8
3. ALCANCES	9
4. MARCO TEÓRICO	11
4.1. Eficiencia y calidad energética.....	11
4.1.1. ¿Qué es eficiencia de la energía?.....	12
4.1.2. ¿Qué es calidad de la energía?	13
4.1.3. La eficiencia y calidad energética en la industria	14
4.1.4. Energía y ambiente	15

4.1.5.	Generación de energía eléctrica.....	16
4.1.6.	Cambio climático	17
4.1.7.	Tratados internacionales sobre eficiencia energética.....	18
4.2.	Gestión de la calidad	19
4.2.1.	¿Qué es gestión de la calidad?	19
4.2.2.	Gestión de la calidad energética	19
4.2.3.	¿Por qué implementar un sistema de calidad energético?.....	20
4.2.4.	Diseño de un sistema de gestión energético	23
4.2.4.1.	Implicados en el diseño de gestión energético	24
4.2.4.2.	Planificación de diseño de gestión energético	25
4.2.4.3.	Implementación y operación de SGE (sistema de gestión energético).....	25
4.3.	Normas de calidad energética ISO 50001	26
4.3.1.	¿Porque las normas ISO 50001?.....	27
4.3.2.	Diferencia entre las normas ISO 50001 y la 9001.....	28
4.3.3.	Implementación de las normas ISO 50001	29
4.3.3.1.	Requerimientos de implementación.....	30
4.3.3.2.	Responsabilidades de la gestión	33
4.3.3.3.	Política energética	35
4.3.3.4.	Planificación energética	35
4.3.3.5.	Aplicación de la norma ISO 50001.....	37
4.3.3.6.	Revisión de la dirección	38

4.3.3.7.	Verificación de la implementación.....	39
4.4.	Gestión y mantenimiento de equipos eléctricos de potencia.....	41
4.4.1.	Tipos de mantenimiento de equipos eléctricos de potencia	43
4.4.1.1.	Mantenimiento correctivo	43
4.4.1.2.	Mantenimiento preventivo	44
4.4.1.3.	Mantenimiento cero horas.....	44
4.4.1.4.	Mantenimiento predictivo.....	45
4.4.2.	Evaluación de estado de procedimientos para mantenimiento y su relación con la eficiencia y calidad energética	45
4.5.	Estrategias de gestión energética basadas en la norma ISO 50001, aplicadas a sistemas de control de potencia eléctricos.....	47
4.5.1.	Cadena de suministros y gestión de la calidad	48
4.5.2.	Beneficios económicos de la implementación de estrategias de gestión energética.....	49
4.5.3.	Relación de productividad y aplicación de estrategias de calidad energética	49
5.	PROPUESTA DE ÍNDICE	51
6.	MARCO METODOLÓGICO	55
6.1.	Tipo de investigación	55
6.2.	Diseño de investigación	55
6.3.	Tipo de muestreo, población y muestra	56

6.4.	Medición de la muestra.....	56
6.5.	Método de investigación	57
6.6.	Instrumentos de recolección de la información.....	58
6.7.	Fases de la investigación.....	58
6.7.1.	Fase 1: revisión	59
6.7.2.	Fase 2: control operacional	59
6.7.3.	Fase 3: monitoreo.....	60
6.7.4.	Fase 4: medición	60
6.7.5.	Fase 5: análisis.....	61
7.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	63
8.	RECURSOS.....	65
9.	FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	67
10.	CRONOGRAMA.....	69
	BIBLIOGRAFÍA.....	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de un sistema integrado de gestión que incluye un sistema de gestión energético.....	20
2.	Gráfico de una gestión sistematizada.....	22
3.	Gráfico de una gestión no sistematizada.....	23
4.	Modelo del sistema de gestión de la energía	28
5.	Actividades modulares	31
6.	Matriz de modelo y requerimientos de implementación de la norma ISO 50001	32
7.	Diagrama de organización de SGE	34
8.	Modelo propuesto para la planificación energética.....	36
9.	Flujograma de comunicación interna a seguir	39
10.	Información de entrada a la dirección.....	40
11.	Resultados de la revisión de la información de entrada	41
12.	Modelo de gestión a través del sistema de clase mundial.....	42

TABLAS

I.	Pasos de implementación de la norma ISO 50001.....	30
II.	Gastos para la elaboración de la investigación	65
III.	Recursos para la elaboración de la investigación	67
IV.	Cronograma de actividades.....	69

LISTADO DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
K	Kilo
Kw	Kilovatios
Kwh	Kilovatios–hora
%	Porcentaje
v. rms	Valor efectivo de voltaje
v.	Voltaje

GLOSARIO

ACHEE	Agencia Chilena de Eficiencia Energética.
<i>Benchmarking</i>	Transferencia de conocimientos de las mejores prácticas y su aplicación en otra.
Calidad	Percepción que el cliente tiene de un producto o servicio.
CO₂	Gas efecto invernadero dióxido de carbono.
Eficiencia	Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.
Energía	Capacidad de un cuerpo de producir un trabajo.
Estrategia	Técnica y conjunto de actividades destinadas a conseguir un objetivo.
ISO	Organización Internacional para la Estandarización.
JIT	Metodología de trabajo justo a tiempo.
SGE	Sistema de Gestión Energética.
TPM	Metodología de mantenimiento productivo total.

RESUMEN

En la industria actual, tanto en el ámbito comercial y tecnológico, se están dando muchos cambios de una manera muy singular y rápida, que conllevan a tomar decisiones y estrategias que permitan estar a la vanguardia de las exigencias del mercado, los clientes y la opinión pública.

El enfoque de este trabajo de graduación es proporcionar una nueva herramienta a través de las normas internacionales ISO 50001 sobre calidad energética, estableciendo una estandarización y una integración a los sistemas de gestión existentes para el mejoramiento de la productividad.

Durante el desarrollo de este trabajo, se realiza un estudio de las causas que afectan la implementación de las normas, en los aspectos relacionados con el mantenimiento y posteriormente, con la elección de los suministros adecuados para un mejor desempeño en el trabajo que se está realizando, como productos y servicios, que a su vez impactan en el desempeño laboral y la imagen de la organización hacia el cliente.

Basado en los principios de las normas internacionales ISO, se establecerán las estrategias necesarias para desarrollar la calidad integrada hacia la mejora continua y sus posteriores beneficios.

OBJETIVOS

General

Diseñar estrategias de gestión de calidad energética bajo la norma ISO 50001, aplicada a equipos de control de circuitos eléctricos de potencia, para la mejora de la productividad.

Específicos

1. Describir los fundamentos de los sistemas de gestión de calidad energética.
2. Describir la metodología de implementación de sistemas de gestión energética bajo la norma ISO 50001; enfocadas a calidad y eficiencia energética de una organización.
3. Relacionar los procedimientos de mantenimiento y administración energética en los sistemas de control eléctricos.
4. Diseñar políticas de eficiencia energética que contribuyan a la mejora continua de los procesos productivos dentro de una organización y su cadena de suministros, utilizando la norma ISO 50001.
5. Describir los beneficios administrativos y financieros en el uso de gestión energética bajo la norma ISO 50001, en el desempeño productivo de la cadena de suministros de una organización.

JUSTIFICACIÓN

El diseño de investigación se acopla a las líneas de la planeación estratégica y el gerenciar de la calidad en la maestría de Gestión Industrial, en el aspecto de la búsqueda de la mejora productiva y valoraciones económicas de los procesos industriales, con base en los procedimientos que delinean su metodología.

En la industria de los últimos 10 años, se ha vuelto, de forma sistemática y muy importante el concepto de calidad en todos sus aspectos, debido a que la calidad es inherente a todos los procedimientos de un sistema o proceso; los cuales a su vez poseen una cadena de suministros asociada. En la cadena de suministros existen también subcadenas que dependen de ciertos insumos para que puedan operar de manera adecuada. Este es el caso de la energía eléctrica dentro de un proceso de producción, por lo que, se justifica la búsqueda de la mejora continua dentro de los procesos industriales, a través de la eficiencia energética, desde el punto de vista de una gestión de calidad.

La norma de calidad energética ISO 50001 (2011), surge con la necesidad de normalizar y estandarizar los procedimientos que ayuden a mejorar el consumo de energía en las actividades industriales de cualquier parte del mundo, gestionando de forma gerencial las políticas y estrategias necesarias para mejorar la calidad que fomenta la eficiencia. De la misma forma, las necesidades de un uso razonable e inteligente de la energía son el motivo por el cual se utilizan las normas ISO 50001 como una herramienta para la mejora de la productividad.

El beneficio de la implementación de normas es el uso de estándares que ayudarán a crear nuevos sistemas de gestionamiento con base en la calidad, con el fin de fomentar la eficiencia en todo aspecto, unificando los sistemas de gestión de calidad de las organizaciones.

El fin de esta investigación es, entonces, proveer herramientas que ayuden a gestionar la calidad y eficiencia energética como un medio para el desarrollo de políticas y procedimientos que también impacten en la productividad y el estado financiero de las empresas, haciendo de esto un sistema de renovación constante y autosostenible que, además, permita a las empresas estar a la vanguardia tecnológica para competir a nivel internacional con industrias de mucho prestigio y altas exigencias medioambientales.

Por lo tanto, la motivación del investigador es la de dar a conocer las herramientas necesarias para diseñar y aplicar las políticas y estrategias que permitan una mejora en la productividad de la industria nacional, con sus posteriores beneficios.

INTRODUCCIÓN

La industria actual, así como la tecnología, van caminando de la mano junto con las estrategias de mercado, en donde los costos, la eficiencia y la manera de gestionar el sistema se han convertido en objeto de estudio para mejorar y estar a la altura de las máximas exigencias.

En el medio se obvian muchos procedimientos a causa de la falta de estudios enfocados en la unificación de la calidad; por ello se realiza una investigación con el fin de fomentar la creación de estrategias, a través del uso de normas de calidad energética enfocadas en los procedimientos productivos que involucran a los sistemas de control de potencia eléctricos y la interacción de la energía como insumo, la cual tiene una injerencia del 100 % de los procesos productivos.

El desarrollo de una investigación con un enfoque mixto pretende demostrar, mediante aspectos cualitativos, las estrategias y, mediante aspectos cuantitativos, los beneficios en cuanto a rendimiento, finanzas e indicadores de productividad. Por lo tanto, se trata de demostrar cuáles serían los beneficios si se realizan los procedimientos a través de políticas de gestión de calidad, implementando normas basadas en calidad energética que conllevan aspectos cualitativos y, al construir un sistema de gestión, dar a conocer los aspectos cuantitativos de implementación de las políticas y las estrategias.

Primero se deben evaluar los procedimientos actuales para determinar las deficiencias y, luego, proporcionar los resultados esperados con la herramienta de calidad, los cuales permitirán la mejora continua de los

procedimientos en las cadenas de suministros, con el fin de incrementar la productividad, no solo en el área de producción sino también en cada una de las piezas de la cadena de suministros.

Por lo anterior surge la interrogante ¿Cómo podría realizarse una mejora en la calidad y productividad de los procesos industriales utilizando estrategias de gestión energética? Al hacer la investigación, surgen las normas ISO 50001, dedicadas específicamente a la calidad y gestión energética, proveyendo de las herramientas necesarias para la aplicación de estrategias y políticas energéticas destinadas a la mejora continua.

En la presente investigación se plantean, por lo tanto, los objetivos destinados a mostrar los puntos de mejora y el uso de las estrategias para mejorar el rendimiento y la competitividad de una organización.

En el primer capítulo se darán a conocer los aspectos técnico-literarios que relacionan la calidad, la eficiencia, el medio ambiente y la responsabilidad social del entorno mundial, al crear normas y organismos que se dedican a fomentar la calidad energética a beneficio de la economía y el medio ambiente del futuro.

El segundo capítulo tratará las bases que describen los sistemas de gestión energética, sus beneficios y su relación con los demás sistemas de gestión de calidad en una organización, para dar la idea central de lo importante que resulta conocer el porqué de los sistemas de gestión.

El tercer capítulo describirá, específicamente, a la norma ISO 50001 como una herramienta de calidad energética y mejora continua, sus

aplicaciones, diferencias con respecto de otros sistemas de gestión de calidad y los requerimientos necesarios para su implementación.

El cuarto capítulo enfatizará la importancia de la relación del mantenimiento y la gestión de la calidad energética, debido a que están relacionados analógicamente, su importancia se compara a la de los sistemas de gestión integrados y la cadena de suministros. Se nombran, además, los diferentes tipos de mantenimiento.

En el quinto capítulo se hará el análisis de los resultados de la implementación de las normas de calidad energética, identificando sus beneficios técnicos y económicos a través de las herramientas de la gestión industrial, también se darán a conocer las estrategias que pueden ser utilizadas para mejorar un sistema de operaciones y una cadena de suministros con un sistema de gestión de calidad energético.

1. ANTECEDENTES

Durante el último siglo, la industria ha desarrollado nuevas metodologías para la mejora continua, diseñando sistemas autosostenibles y de gran aceptación. Sin embargo, para esto se debieron considerar muchos factores que determinan el éxito y el buen funcionamiento de un sistema, como las gestiones y planificaciones adecuadas de las actividades, pero, durante este tiempo también han aparecido y se han desarrollado nuevos insumos y tecnologías para el aprovechamiento de los recursos y la transformación de los mismos, además de uno de los descubrimientos más revolucionarios para la industria, como es el efecto de la energía eléctrica.

Durante los últimos 40 años se ha disparado la demanda de energía. Schneider Electric (2013), proveedor de equipo eléctrico a nivel mundial y empresarial, calcula un aumento, desde 1980, de 45 % y prevé que esta demanda siga su ritmo ascendente durante los próximos 25 años, con un incremento del 75 %, lo que da la idea del ritmo y la necesidad de valorar este insumo, debido a factores ambientales y financieros dentro de una organización.

A nivel mundial se han implementado normas de calidad y de eficiencia energética basadas en las normas ISO¹ 9000, 14000 y 16000, sin embargo, no fue hasta hace algunos años en los que apareció una norma específica para el gestionamiento de la calidad energética, la cual es llamada ISO 50001 (2011). En ella se establece como objetivo habilitar a las organizaciones para que establezcan los sistemas y procesos necesarios para mejorar el rendimiento

¹ ISO: *International Organization for Standardization*, Organización Internacional para la Estandarización.

energético, debido a la alta demanda y también a la contribución en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

La eficiencia energética se ha convertido, entonces, en algo muy importante en los últimos años y, debido al uso excesivo de hidrocarburos para producir electricidad, es de esperar un alto impacto en el medio ambiente. Otro factor es el alto costo de la misma, constituido por la fuente de generación, lo que influye directamente en el desarrollo productivo de una organización y que impacta en el desempeño global de un estado político volviéndolo menos competitivo. Entonces, es necesario el estudio de la eficiencia y el uso racional de este insumo. En muchas ocasiones, en las industrias se toman decisiones a corto plazo, realizando cambios superficiales, dejando de lado la gerencia y gestión de este insumo, creando soluciones solo para la punta del iceberg, según Artequim.com (2012) en su manual de gestión de la energía para la industria chilena.

La gestión permite observar y manejar, con conocimiento, la relación técnico-económica de una matriz energética, como sería dentro de una cadena de suministros.

Observando otro escenario, en la industria nacional, tal como cita en Artequim.com en su manual de gestión de la energía (2012), solo se han establecido soluciones de corto plazo que no sustentan la necesidad de un verdadero ahorro energético y financiero, debido a que no hay estándares ni políticas específicas actuales que ayuden a un correcto planeamiento que realmente la mejora sustentable de equipos y procedimientos en un sistema de producción y, al mismo tiempo, para competir se debe estar a la altura de las innovaciones tecnológicas.

Las soluciones actuales de muchas compañías proveedoras de equipo eléctrico proporcionan herramientas que pueden ayudar a sustentar una gestión de la energía, sin embargo, esto no es suficiente si no se tienen las bases, como normas internacionales que ayuden a delimitar, bajo las necesidades de las empresas nacionales, las nuevas políticas de implementación de procedimientos y planificaciones estandarizados.

Otro antecedente, en el que se enfoca la mejora continua y la gestión de insumos a otro tipo de recursos como las materias primas y el procesamiento de las mismas o la atención al cliente tal como las normas ISO 9001, sin tomar en cuenta la gestión de la energía como un elemento más de la cadena de distribución que está implícito en todos los movimientos y recursos de una organización. Esto se debe, quizás al poco enfoque que implica el desarrollo de políticas internas, al financiamiento o se han limitado a la implementación de equipos que proporcionan indicadores que aparentemente sustentan un ahorro energético, mas no son sistemas que realimenten y propongan cambios del uso racional y las ventajas económicas que supondría el uso de procedimientos correctos para una mejora productiva y eficiencia energética.

Otros indicadores han sido los altos índices de consumo eléctrico en las industrias nacionales, lo cual afecta la productividad nacional y de las mismas empresas. Esto se debe también a que, dentro de las mismas, no hay una correcta planificación ni una gestión de calidad unificada, la cual pueda influir en los departamentos internos de la empresa, como lo podría ser, en el ejemplo más común, el departamento de mantenimiento, el cual, al no tener una planificación sustentable, gasta más de lo necesario en reparaciones del momento, que si se tuviera una correcta planificación y eficiencia en cuanto a la gestión de energía, englobando también las necesidades de los involucrados dentro de un proceso de producción. Como lo describe Marín, J. y Martínez, R.

(2013) en su estudio de barreras y facilitadores de la implantación del TPM², donde hacen alusión a la importancia de la buena estructuración organizacional y productiva, mediante la utilización de herramientas como el TPM para garantizar que el proceso de mantenimiento sea rentable y así involucrar a toda la organización.

Estudios realizados en varios países europeos dan como resultado una mejora sustentable en la aplicación de nuevos procedimientos y nuevas tecnologías en el ahorro y eficiencia energética, lo cual los posiciona en un lugar de alta competitividad a nivel mundial para la producción de insumos y servicios. Tanto así, que muchas de las tecnologías utilizadas en la industria han sido trasplantadas a las viviendas de muchos sectores de los países que promueven estas mejoras energéticas, tal como lo plantea el plan de eficiencia energética (2011) de la Unión Europea.

Uno de los países latinoamericanos en implementar las normas ISO 50001 en sus sistemas de comercio ha sido Chile que, en los últimos cuatro años, ha desarrollado políticas de eficiencia energética que están cumpliendo con los más altos estándares y que ya se han puesto en funcionamiento. Un claro ejemplo es el de la planta central térmica Quintero de Endesa, que es parte de su sistema interconectado central de electricidad, la cual había implementado normas como ISO 9001 (2008); ISO 14000 (2001) y OHSAS 18001 (2009) para el mejoramiento de la calidad de servicio al cliente y a sus colaboradores. Esta planta tenía el problema de costos variables de producción en su despacho por detención de la planta y arranque bajo órdenes expresas de su ente rector de mercado eléctrico nacional, lo cual la convierte en una planta de reserva, por lo que fue necesario que la Agencia Chilena de Eficiencia

² TPM: *Total productive maintenance* – Mantenimiento productivo total.

Energética (AChEE³) (2013) buscara los indicadores que le sirvieran a la planta para mejorar sus indicadores de calidad energética, para eficientar el proceso y así generar no solo menos pérdidas en el arranque, sino un menor impacto medioambiental, debido al tipo de combustible que se utiliza en la central, el cual es GLP (gas licuado).

Otros casos estudiados por la Agencia de Eficiencia Energética Chilena (2013) fueron una productora de papel y algunos centros comerciales de gran tamaño, en donde realizaron un análisis a fondo de sus operaciones y su relación con la energía que consumían, para luego dar un diagnóstico en el cual se detallan las falencias, oportunidades y cambios sustentables que pudiesen ayudar a cambiar las políticas y la cultura de uso energético. En todos los casos se buscó la manera de mostrar los indicadores viables en los cuales se pudiera basar un cambio sostenible y de mejora en la eficiencia y uso de electricidad, todo basado en la norma ISO 50001.

A nivel nacional se está tratando de tomar las medidas necesarias para hacer conciencia del uso racional de electricidad. El Ministerio de Energía y Minas (MEM) ha propuesto el anteproyecto de una ley de eficiencia energética (2012) que promueve, a través del protocolo de Kyoto, la conformación de un ente que regule la matriz energética de Guatemala en pro de los beneficios que esto causaría, debido a la dependencia de los derivados del petróleo como fuente primaria de energía y sus altos costos. Por lo tanto, el desarrollo de estas políticas sugiere que el cambio de cultura y el fomento de la adecuada regulación y gestión del uso de energía en el país es algo nuevo y de gran aceptación, debido a los beneficios que esto conlleva a nivel productivo integral.

³ AChEE: Agencia Chilena de Eficiencia Energética

Otras de las medidas tomadas por las autoridades están expuestas en las consultorías apoyadas por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) a través del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), que, en seguimiento a las normas ISO 14000 dedicadas a la calidad del medio ambiente, proponen auditorías y consultorías para el uso racional y eficiente de los recursos como la electricidad.

Tal como se describe, “La sociedad actual es dependiente del comportamiento de sus dispositivos motorizados e informáticos. Cuando suceden anomalías en el suministro eléctrico, el comportamiento de estos sistemas se ve afectado, los beneficios económicos y de bienestar que proporciona la tecnología se eliminan y se desprenden numerosos problemas, tanto para los suministradores como para los usuarios” (Harper, 2008, p. 17). Entonces, se evidencia la dependencia del recurso energético y de la importancia de su gestión y su calidad.

En todo caso, se están tomando, de alguna manera, las acciones que puedan reformar el uso de la energía eléctrica en el país. Pero, a nivel organizacional, aún faltan algunas herramientas que puedan crear métodos sostenibles de calidad y certificaciones, las cuales puedan ratificar a la sociedad guatemalteca como una sociedad comprometida no solo con el medio ambiente, sino también con el entorno de trabajo, aplicando eficientemente los procedimientos, que permitan alcanzar la calidad que muchos de los países desarrollados ostentan y que ahora no son un lujo sino una necesidad, debido al entorno competitivo actual.

2. PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los procesos industriales guatemaltecos generalmente no se aplican políticas ni estrategias para garantizar la eficiencia y la eficacia de los sistemas operativos, recursos humanos y de producción.

Debido a que en los procesos industriales se utilizan muchos recursos para el control y manejo de los mismos; creándose políticas para su gestión, lo cual conlleva, además, a la creación de procedimientos para la mejora continua, es necesario que las normas y gestiones integradas jueguen un papel importante. Sin embargo, en la industria nacional solo se han tomado en cuenta tácticas específicas para remediar deficiencias de la operación y la aplicación de la calidad enfocada al cliente, mas no a la integración de los sistemas de gestión, por lo que es posible que no se estén tomando en cuenta a largo plazo las estrategias que permitan relacionar las prácticas de calidad con las políticas de mejora continua y la integración de los sistemas de gestión, teniendo como consecuencia un desperdicio de los recursos humanos, energéticos y financieros.

Entonces, en la industria nacional no se aplican los procedimientos para una gestión energética correcta dentro de los procesos industriales para garantizar la calidad total y la productividad.

De lo anterior se formulan las siguientes preguntas:

2.1. Pregunta principal:

¿Cómo podría realizarse una mejora en la calidad y productividad de los procesos industriales utilizando estrategias de gestión energética?

2.2. Preguntas auxiliares:

- ¿Cuáles son los fundamentos de la gestión de calidad energética?
- ¿Cómo se implementa un sistema de gestión energético bajo normas ISO?
- ¿Cómo identificar si se están tomando las medidas necesarias para la correcta administración de la calidad de energía en los sistemas de control de equipos de potencia?
- ¿Existen en la industria políticas y gestiones de calidad de energía que influyan en el desempeño de una cadena de suministros y la productividad?
- ¿Cuál sería el impacto financiero y administrativo de la aplicación de gestión y planificación de los recursos energéticos en los distintos departamentos de una misma organización?

3. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología que se utilizará en la investigación es un enfoque mixto (cualitativo–cuantitativo), ya que se busca analizar los beneficios de la implementación de normas basadas en la calidad de la energía, gestionando los procesos para que esto impacte en los sistemas, relacionándolos con la eficiencia del uso de los insumos, como la electricidad, mediante el análisis de indicadores.

Los límites están establecidos de forma que sea una investigación de tipo descriptivo–correlacional, ya que se busca diseñar la aplicación de estrategias en el uso correcto de sistemas de control de potencia para sistemas productivos de una organización mediante el comportamiento de dichos sistemas de control, los cuales pueden ser o llegar a ser estandarizados para un mejor desempeño de la planificación entre departamentos y así fomentar una productividad mayor, que no solo se refleje en el área de producción, sino también dentro de los distintos subsistemas que conforman las subcadenas y cadenas de suministros de un proceso, realizando las comparaciones necesarias.

Los alcances en cuanto a resultados, aplicando normas de calidad energética, serían evitar gastos innecesarios debido a procedimientos y formas inadecuadas de la gestión de energía, además de aplicar políticas y estrategias para generar beneficios e innovación autosostenible dentro de una organización. También, tomando en cuenta que, al aplicar las normas de gestión energética se podrían tener ahorros de hasta un 40 % en el consumo energético, un 15 % del aumento de la productividad, derivado de la eficiencia y

eficacia de los equipos y personal, relacionado con una correcta aplicación de políticas y estrategias de gestión de calidad energética.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Eficiencia y calidad energética

A lo largo de la evolución de la humanidad ha existido la necesidad de ir desarrollando técnicas y métodos para sustentar carencias que harían muy difícil la vida. Ligado a esto existe un costo relacionado con los insumos y las materias primas, en especial uno que desde mucho tiempo ha significado un bien estratégico, la energía. Indistintamente cual sea su fuente, es y será siendo uno de los problemas y oportunidades que la humanidad tendrá a lo largo de su existencia.

Actualmente se ha visto en la necesidad de implementar nuevas estrategias para realizar cambios en el uso y aplicación de las fuentes energéticas. También, debido al incremento de la demanda a nivel mundial, una de las fuentes de energía, la electricidad, juega un papel muy importante, ya que va desde la economía de un hogar hasta el desarrollo integral del estado de una nación.

El Instituto Nacional de Canarias, España (2008, p. 17) cita:

Todo este intervalo de tiempo se ha caracterizado por la búsqueda por parte del hombre de nuevos artificios y combustibles que facilitasen su trabajo y mejorasen su nivel de vida, pero también por un crecimiento del consumo energético, al principio lentamente y en los últimos doscientos años de forma mucho más rápida, coincidiendo con un aumento del nivel de vida de los denominados países desarrollados. Problemas derivados de este cambio de modelo energético han sido el incremento de la

contaminación, el aumento de las desigualdades sociales y el aumento de las diferencias entre los países pobres y ricos.

4.1.1. ¿Qué es eficiencia de la energía?

La eficiencia se describe como la mejor manera de aprovechar un recurso sin desperdicios ni pérdidas de tiempo. En el contexto de la energía, el uso adecuado y mediante los medios que permitan el mejor aprovechamiento de la energía sin modificar el estilo de vida y que lo mejoren, es a lo que se puede describir como la eficiencia energética.

El Instituto Nacional de Canarias, España (2008, p. 122) cita “La eficiencia energética es el hecho de minimizar la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda sin afectar a su calidad”. Entonces, la eficiencia está ligada estrechamente con el ahorro, por lo tanto, el cumplimiento de esto impacta en la calidad de la energía. Pero, puede ayudar también a dar las ideas claras de lo significarían tomar las acciones necesarias para lograr una estrategia de ahorro mediante la eficiencia, que logre no afectar la calidad sino aumentarla o mantenerla con menos recursos.

Como todo proceso, existen medidas que pueden ayudar a la implementación y fomento del ahorro mediante técnicas y tácticas de eficiencia relacionadas con los siguientes puntos:

- Medidas de carácter tecnológico, donde se utilicen e innoven fuentes de energía renovable.
- Medidas de consumo responsable, donde se fomenten las pautas de cultura y ahorro.

- Medidas instrumentales, donde se utilicen herramientas económicas, normativas, fiscales y de gestión.

Todas estas pautas pueden ser dirigidas tanto a productores como a consumidores, ya que con esto se pueden realizar los principios de gestión que ayuden a reducir los efectos de un mal aprovechamiento energético reflejado en los efectos de emisiones de dióxido de carbono y calentamiento global.

4.1.2. ¿Qué es calidad de la energía?

La calidad es un grado de aceptación de un producto o insumo necesario para un proceso y que además permite su comparación con otros de su misma relación.

En cuanto a la calidad de energía en el medio actual, se define como el aspecto bajo el cual se posee un control y un estándar para que la calidad de la fuente de energía sea del mayor provecho y rentabilidad posibles. Uno de los tipos de energía que se utiliza más en la actualidad es la energía eléctrica, por medio de la cual se desarrollan muchas de las actividades que proporcionan la calidad de vida que hoy se conoce. Entonces, la definición de calidad de energía eléctrica es algo que es muy determinado, debido a la gran cantidad de fenómenos que se presentan en ella, tanto por sí misma como sus efectos.

Según cita Harper, E. (2009, p. 20) “La calidad de energía es algo indeterminado. Pero que se puede definir como una ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidos por armónicos en la red y variaciones de voltaje rms suministrado al usuario”. Entonces, se concluye que el efecto de la calidad de energía hacia un usuario es determinante en sus costos si esta es deficiente, ya que, por ejemplo, provocaría problemas en los

sistemas de producción de una organización o dificultaría el buen uso y la deficiencia de los equipos más comunes del hogar.

4.1.3. La eficiencia y calidad energética en la industria

En la industria y las organizaciones es donde la energía juega un papel muy importante para el desarrollo de un estado y de las personas que lo conforman, debido a que es donde se producen todos los servicios y se crean soluciones a las necesidades para el estilo de vida contemporáneo.

Debido a la importancia energética en todas las actividades, el impacto de las buenas prácticas y la cultura del uso de energía juegan un papel muy importante, por lo que, el fomento del ahorro mediante la eficiencia y la gestión de la calidad utilizando normativas y políticas, puede ayudar a crear procedimientos y sistemas sostenibles para una mejor calidad de energía, tanto a quienes producen como a quienes consumen.

Según Harper, E (2009, p. 21), dentro de las industrias y áreas comerciales, los factores que influyen en la calidad energética son los siguientes, aunque no existe un consenso en la terminología que los define:

- Fluctuaciones de voltaje
- Sobretensiones transitorias
- Interrupciones de energía
- Ruido eléctrico (interferencias)
- Armónicos

Los fenómenos anteriores corresponden a los efectos nocivos que se encuentran por una baja calidad de una instalación o de un suministro eléctrico,

por lo que su mitigación es muy importante, ya que los costos absorbidos por los daños causados por estos fenómenos pueden ser demasiado altos, ya sea en la producción, el mantenimiento y la logística de coordinación entre departamentos de una organización que resulten relacionados con los efectos.

4.1.4. Energía y ambiente

Según la *Física universitaria* (Sears, Zemansky, 2009, p. 181), la energía se define como la capacidad que tienen los cuerpos de realizar un trabajo y que se puede convertir de una forma a otra; esta también puede manifestarse de diferentes formas en el medio ambiente.

Durante la historia de la humanidad, siempre se han buscado soluciones a la necesidad de la energía, llegando a investigar y descubrir la forma de utilizar los fenómenos físicos de combustión, químicos, eléctricos, solares, eólicos y atómicos para satisfacer la creciente demanda de energía alrededor del mundo. Esto también ha llevado a explorar el medio ambiente, utilizando los recursos naturales, pero, debido a la demanda, han sido necesarios muchos de ellos, con el inconveniente de la contaminación, calentamiento climático y el uso irracional de algunas fuentes no renovables.

Tal como se cita en *Energías renovables y eficiencia energética* (Instituto Nacional de Canarias, 2008, p. 18) “EE.UU. con el 6 % de la población mundial, consume el 30 % de la energía mundial. La India, con el 20 % de la población mundial, consume solo el 2 % de la energía mundial. El 20 % de la población mundial consume el 80 % de la energía producida”. Lo que muestra una perspectiva de la magnitud y la importancia de la energía con respecto del ambiente.

4.1.5. Generación de energía eléctrica

La energía eléctrica es una de las formas de energía más complejas de la actualidad, pero también es una forma efectiva y económica para realizar trabajo. Existen muchas formas de generación de energía eléctrica, la más antigua se realiza por medio de la combustión de una energía primaria (combustibles fósiles o gas natural) que provoca vapor o movimiento mecánico para el subsiguiente movimiento de los generadores, que producen la electricidad en su interior; otros métodos son a través de métodos renovables como el agua, el sol, el viento o la biomasa.

En la actualidad se han modernizado las formas y métodos para la producción de electricidad, según *Energías renovables y eficiencia energética* (Instituto Nacional de Canarias, 2008, p. 17) en promedio el 80 % de la energía generada se realiza por medio de combustibles fósiles y gas natural, lo que impacta directamente en el sistema medioambiental y se convierte en tema de discusión. La relación medioambiental de la energía con la sociedad ha llevado a la creación de normas internacionales que promueven e impulsan los métodos de producción renovables, como las centrales hidroeléctricas, solares y eólicas.

La calidad de la energía en la producción de electricidad es uno de los temas más discutidos, debido a los efectos por el uso de combustibles fósiles y los nuevos sistemas electrónicos, los cuales causan perturbaciones en el sistema, disminuyendo la cantidad suministrada en los sistemas y que influye en la eficiencia de los sistemas de producción.

Los tipos de centrales eléctricas dedicadas a la generación de electricidad que existen en la actualidad son:

- Centrales térmicas
- Centrales hidroeléctricas
- Centrales nucleares
- Parques eólicos
- Centrales solares
- Centrales marinas
- Centrales geotérmicas

En la producción de energía eléctrica se utiliza un principio de reversibilidad, en donde las máquinas encargadas de la producción de energía, llamadas generadores, pueden utilizarse también como motores; por lo que analógicamente tanto la producción como la demanda de energía eléctrica sufren los mismos efectos, entonces, también son susceptibles al ahorro, la eficiencia y la calidad.

4.1.6. Cambio climático

El cambio climático es uno de los temas mundiales abordados por las sociedades más importantes del mundo, debido a su gran importancia en el estilo de vida de los humanos y muchas de las especies vivientes en el planeta.

Gran parte de los efectos son producidos por las emisiones del consumo de combustibles fósiles en la generación de electricidad y la fabricación de insumos en la industria a lo largo del mundo, por lo tanto, si los sistemas no son lo suficientemente eficientes, estos están contribuyendo a la contaminación y el cambio climático que afecta a numerosas regiones del planeta.

Para mitigar los efectos del cambio climático han sido necesarias la implementación de varios tratados y normativas. También han aparecido

organizaciones a nivel mundial que luchan por fortalecer, fomentar la innovación y crear políticas para la concientización en el uso de la energía eléctrica, ya que según cita el PNUMA⁴ (2012) “El cambio climático es un factor determinante en el desarrollo de los países pobres, por lo que es muy importante que los efectos nocivos del cambio climático no repercutan ya que se podrían perder los avances en desarrollo que se llevan hasta el momento”.

4.1.7. Tratados internacionales sobre eficiencia energética

A nivel mundial, la preocupación sobre el cambio climático, eficiencia y calidad energética y el aprovechamiento correcto de los recursos naturales han fomentado la creación de organismos internacionales que tratan de regular las actividades de los diferentes ámbitos antes mencionados.

Entre los países más involucrados, están los denominados del primer mundo, los cuales poseen los conocimientos, medios y recursos económicos para financiar investigaciones e incentivar la innovación, conocimientos e implementación de procedimientos y políticas relacionadas a evitar el cambio climático, a través de tratados y normas internacionales que se enfocan en el uso inteligente de la energía en los procesos industriales, a fin de mejorar también la calidad de vida de quienes están involucrados en los procesos de los tratados y normas. Entre los tratados y normativas más conocidas están:

- Protocolo de Kyoto. Tratado Sobre Cambio Climático
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)
- Normativa 2003/32/CE Europea para las políticas de eficiencia energética.
- Agencia Internacional de Energía

⁴ PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

- Normas internacionales ISO 50001, ISO 9000, ISO 16000

4.2. Gestión de la calidad

Todos los procesos industriales están sujetos a cambios, debido a esto, junto con la alta competitividad es necesario realizar cambios para mejorar la productividad y la eficiencia de los insumos y productos; por medio de los sistemas de gestión de calidad.

4.2.1. ¿Qué es la gestión de la calidad?

La gestión de la calidad se puede definir como el conjunto de procedimientos que permiten llevar un orden y control de la implementación de estrategias para el mejoramiento sustancial de un sistema.

4.2.2. Gestión de la calidad energética

Para las empresas y organizaciones debe quedar claro que la implementación de tácticas para el ahorro energético no significa que se esté implementando un sistema de control para lograr la eficiencia energética; sino que será necesaria la implementación de un sistema de calidad que garantice la mejora continua.

“Un sistema de gestión energético es una parte del sistema integrado de gestión de una organización, que se ocupa de desarrollar e implementar su política energética y de organizar los aspectos energéticos” (Fundación MAPFRE⁵, 2011, p. 15).

⁵ MAPFRE: Fundación sin fines de lucro para el fomento de la responsabilidad social, España.

Figura 1. **Esquema de un sistema integrado de gestión que incluye también un sistema de gestión energético**



Fuente: MAFPRE. *Guía práctica para la implantación de SGE*⁶. p. 15.

Por lo anterior se deduce que el sistema de gestión energético está directamente vinculado a los demás sistemas de calidad de una organización. En este sistema de gestión energético se puede contemplar la política de la organización sobre el uso de la energía y cómo se verán gestionadas las actividades, productos y servicios que interactúan con este uso, todo bajo el enfoque de sostenibilidad y eficiencia energética.

4.2.3. ¿Por qué implementar un sistema de calidad energético?

El hecho de implementar un sistema de calidad energético, conlleva a que las industrias u organizaciones tengan conocimiento de su estado interno con respecto al uso que se le dé a la energía y el posible ahorro de la misma.

⁶ SGE: Sistema de gestión energético.

“El autoconocimiento proporciona a las organizaciones elementos para la toma de decisiones que permiten mantener y aumentar su competitividad”. (Fundación MAPFRE, 2011, p. 20).

El uso de un sistema de gestión energética aplicada, puede resultar de lo más beneficioso, ya que, se tendrán los instrumentos documentales para la toma de decisiones y la implementación de políticas para el gestionamiento de la energía de forma activa, ya que si se consume menos energía se tendrá el efecto de menor coste en la generación de la misma, disminuyendo sus precios y el efecto en la fabricación de productos.

La implementación conlleva beneficios entre los que están:

- Beneficios medioambientales
- Beneficios económicos
- Responsabilidad social

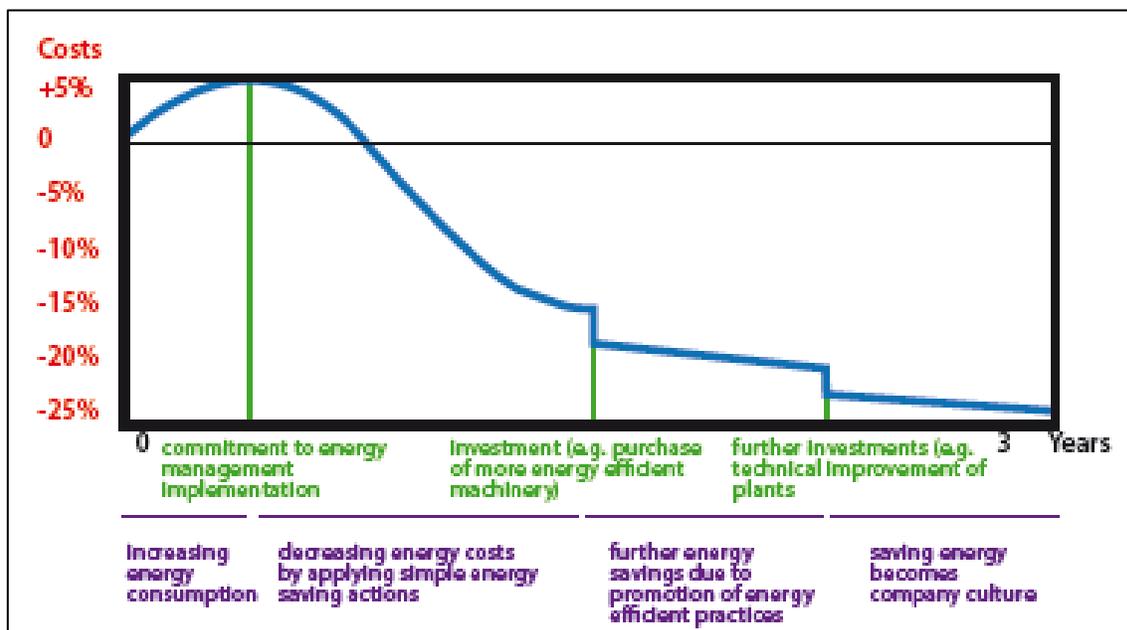
En cuanto al beneficio de la aplicación medioambiental, supone que, si se implementan los sistemas de SGE, podrán perfectamente ser compatibles, contribuyendo al avance de la gestión medioambiental, trayendo beneficios de responsabilidad social y un efecto en las políticas que apliquen a la organización en cuanto a su relación con la emisión de gases de efecto invernadero.

Los beneficios económicos suponen, a través del ahorro energético, una integración de resultados en los distintos departamentos de una organización, fomentando la productividad y la eficiencia. Además, supone una ventaja competitiva debido al ahorro de costes.

Para lograr estos beneficios económicos, es necesaria la implementación del SGE de forma sistematizada, ya que esta permite un mejor control a lo largo del tiempo.

Según MAPFRE, en su *Guía de implementación de SGE (2011)*, se puede comprobar que la gestión sistematizada, con un coste inicial, rápidamente genera una disminución de los costos en cadena, y los resultados son visibles en tres años, logrando ahorros cercanos al 23 % del costo inicial.

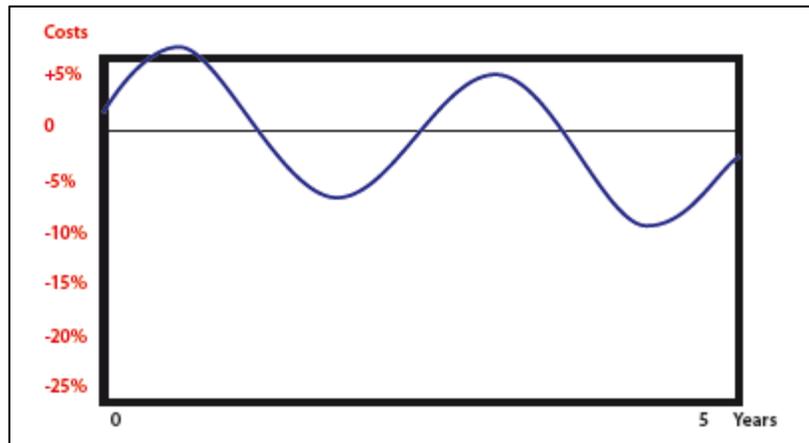
Figura 2. **Gráfico de una gestión sistematizada**



Fuente: MAPFRE. *Guía práctica para la implantación de SGE*. p. 22.

Mientras que, con una gestión no sistematizada, se pueden lograr picos de rebaja, con esfuerzos puntuales, pero no se lograrían ahorros más allá del 10 %.

Figura 3. **Gráfico de una gestión no sistematizada**



Fuente: MAFPRE. *Guía práctica para la implantación de SGE*. p. 22.

En cuanto a los beneficios de responsabilidad social, cabe destacar, que, al realizar un documento en donde se evidencien las carencias y las oportunidades de mejora de la empresa para el uso correcto de la energía, impactarán directamente en su imagen y responsabilidad social, lo cual otorga prestigio y pone en evidencia las buenas costumbres de la organización.

4.2.4. Diseño de un sistema de gestión energético

En el ámbito internacional se están haciendo los esfuerzos por lograr una estandarización de procedimientos, sin embargo, la implementación de algunos de ellos suele ser difícil. No obstante, se están llevando a cabo para que los sistemas cumplan con el objetivo de la calidad total.

El uso y diseño de sistemas de gestión energético, es de por sí complicado, ya que se necesita de consultorías externas, lo que supone tener

criterios de selección debido a costos, cercanía geográfica, tipo de servicios, plazos de implantación y experiencia de la entidad.

En el medio, además, debe considerarse el aval de Coguanor⁷, el cual se encarga de homologar ciertas normas, para tener una certeza de implementación dentro del territorio nacional.

Además se debe tener en cuenta si dentro de la organización existe la posibilidad de designar y formar un perfil de gestor energético.

4.2.4.1. Implicados en el diseño de gestión energético

Según MAPFRE en su *Guía de implementación de SGE* (2011), se deben tener en cuenta a los siguientes miembros de la organización para la gestión de diseño de un SGE:

- Alta dirección de la empresa
- Encargado del SGE (consultor externo)
- Departamento Jurídico
- Gerencia/Departamento Financiero
- *Marketing*
- Recursos Humanos
- Administración
- Ingeniería/ Departamento Técnico

⁷ Coguanor: Comisión Guatemalteca de Normas.

4.2.4.2. Planificación de diseño de gestión energético

Según MAPFRE en su *Guía de implementación de SGE (2011)*, se deben considerar los aspectos energéticos significativos y controlables por la organización, tales como:

- Pasado y presente de la energía en la organización
- Identificación de actividades, equipo y sistemas con impacto significativo
- Identificación de personas/ funciones en la organización
- Identificación de las oportunidades de mejora
- Fuentes de energía utilizadas
- Seguridad y calidad del aprovisionamiento de energía
- Identificar requisitos legales
- Establecer objetivos, metas y programas energéticos

4.2.4.3. Implementación y operación de SGE (sistema de gestión energético)

Según MAPFRE en su *Guía de implementación de SGE (2011)*, se deben tomar en cuenta:

- Definición de funciones, responsabilidades y autoridad, y asignación de los recursos necesarios.
- Formación y concienciación del personal en la política energética y su impacto.
- Establecer procedimientos de comunicación interna que permitan la participación de todos.
- Documentación del sistema

- Control de las operaciones asociadas a los aspectos energéticos significativos.
- Establecer procedimientos y criterios operacionales
- Comunicación de los procedimientos y requisitos del personal, suministradores, contratistas, entre otros.
- Evaluación de los aspectos energéticos en la adquisición de equipos, materias primas, productos y servicios.
- Evaluación de los aspectos energéticos en el diseño de nuevos proyectos, actividades, instalaciones y edificaciones desde sus etapas más tempranas.

La dirección se debe encargar de revisar todo lo anterior periódicamente y evaluar cambios necesarios, oportunidades de mejora y su conveniencia.

4.3. Norma de calidad energética ISO 50001

Las normas ISO 50001 proporcionan los requisitos para la implementación de sistemas de gestión de energía (SGE). Además, es una herramienta que proporciona beneficios para todo tipo de industrias, grandes y pequeñas, en los sectores públicos y privados, en la manufactura y los servicios, en cualquier región del mundo, todo para la gestión energética.

“Se estima que la norma, dirigida a una amplia aplicabilidad a través de los sectores económicos nacionales, podría influir hasta en un 60% del consumo de energía del mundo” (ISO 50001, 2012, p. 1).

4.3.1. ¿Por qué la norma ISO 50001?

La implementación de nuevas tecnologías para el ahorro y la creación de nuevas fuentes de energía renovables pueden llevar mucho tiempo, por lo tanto, se han tomado en cuenta las consideraciones en cuanto a las distintas actividades de las organizaciones y su relación con la actividad de consumo energético para crear las normas ISO 50001, las cuales relacionan y consideran el uso de la energía a través de la cadena de suministro de las organizaciones.

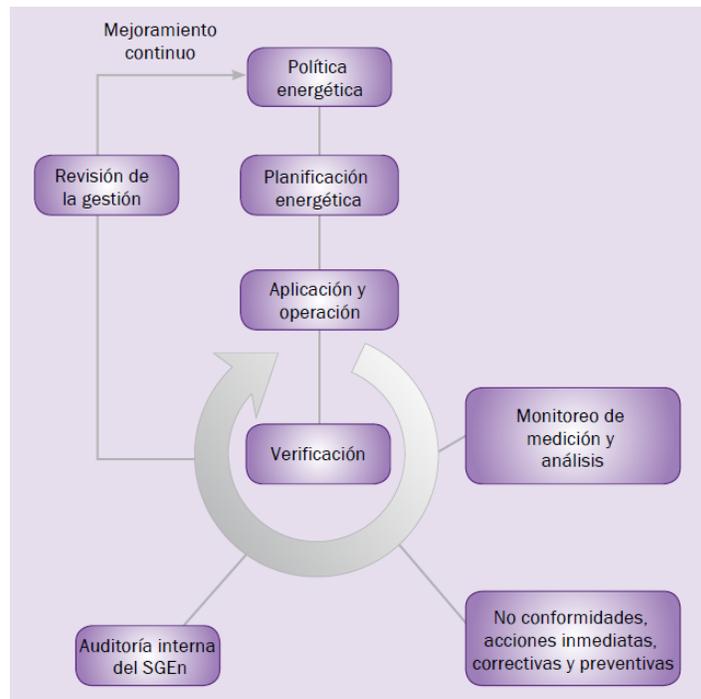
“Las organizaciones individuales no pueden controlar los precios de la energía, las políticas de gobierno o la economía global, pero pueden mejorar la forma como gestionan la energía del aquí y ahora” (ISO 50001, 2012, p. 2).

La norma ISO 50001, se basan en el modelo de sistemas de gestión de las demás normas de la familia ISO, por lo tanto, su aplicación es indiferente de la organización o región del mundo.

La aplicación se basa en la implementación de estrategias de gestión para aumentar la eficiencia energética a través de la calidad y sus conceptos lógicos y coherentes, desarrollados a través de los estudios de la calidad total.

La metodología utilizada por la norma ISO 50001, como anteriormente se expuso, se basan en las demás normas de la familia ISO y sigue el proceso de planificar – hacer – verificar, por lo tanto esta puede ser utilizada para relacionar a las demás estrategias de calidad implementadas en una organización.

Figura 4. **Modelo del sistema de gestión de la energía**



Fuente: ISO. *Guía de Normas ISO 50001*. p. 8.

El uso de las normas en la industria nacional puede significar una ventaja competitiva, ya que se puede gestionar de forma correcta los recursos y crear, en el proceso, mecanismos de autosostenibilidad que generen mayores y mejores beneficios a lo largo de la cadena de suministros de la organización.

4.3.2. Diferencia entre la norma ISO 50001 y la 9001.

Los diferentes tipos de sistemas de las organizaciones requieren, en distinta manera, aplicaciones que puedan ayudar a la mejora continua y fomentar la competitividad de diferente manera, potenciando distintos sectores de los mismos.

Tras la creación de los sistemas de gestión, se ayuda a potenciar y promover el desarrollo sostenible de la cadena de suministro, ordenándola y creando un sistema autosostenible; este es el caso de la norma ISO 9001, enfocada a la calidad de servicio al cliente y sus necesidades. Mientras tanto, la norma ISO 50001 se enfoca en el uso correcto e inteligente del insumo energético, provee las herramientas para la creación de políticas y estrategias de uso de la energía, debido a que afecta de forma directa los procesos productivos y administrativos, es esencial crear las políticas y gestiones necesarias para la correcta gestión energética a través de la misma, fomentando una responsabilidad social y ambiental asociada.

4.3.3. Implementación de la norma ISO 50001

El 15 de junio de 2011, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) lanza de manera oficial el estándar sobre SGE, la ISO 50001 *Energy Management Systems*. Esta norma busca proveer una estructura de sistemas y procesos para la mejora del desempeño energético, incluyendo la eficiencia, uso y consumo de la energía eléctrica.

La implementación de la norma ISO 50001 es de forma tal que puede adaptarse a cualquier sistema de gestión de calidad que haya sido implementado anteriormente, ya que, es parte y pertenece al sistema integrado de gestión, tal como muestra la figura 1.

“La ISO 50001, especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un SGE, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático para alcanzar una mejora continua en el desempeño energético” (AChEE, 2013, p. 10).

El modelo de implementación se basa en cuatro pasos esenciales, los cuales son: planificar – hacer – verificar – actuar; en ese orden respectivamente.

Tabla I. **Pasos de implementación de la ISO 50001**

Planificar Se centra en entender el comportamiento energético de la organización para establecer los controles y objetivos necesarios que permitan mejorar el desempeño energético.
Hacer Busca implementar procedimientos y procesos regulares, con el fin de controlar y mejorar el desempeño energético.
Verificar Consiste en monitorear y medir procesos y productos, en base a las políticas, objetivos y características claves de las operaciones, así como reportar los resultados.
Actuar Es la toma de acciones para mejorar continuamente el desempeño energético en base a los resultados.

Fuente: AChEE. *Guía de implementación de SGE basado en ISO 50001*. p. 10.

La tabla I es la base del modelo de SGE propuesto por la ISO 50001, mostrado en la figura 4.

4.3.3.1. Requerimientos de implementación

Según la *Guía de implementación de SGE bajo la norma ISO 50001* (2013), es necesario tomar en cuenta dos tipos de requerimientos, los cuales son medulares y estructurales.

Los requerimientos medulares son todos aquellos que proporcionarán los datos esenciales para observar y mejorar la eficiencia energética, en todo caso, es la base de la calidad energética. Estos requerimientos están establecidos en la gestión misma de la energía. Esto quiere decir que si la organización desea solo trabajar con estos, igualmente estará cumpliendo con integrar el desempeño energético óptimo con sus variables de proceso, ya que se podrán observar los beneficios de costos asociados a ellos. Estos se refieren esencialmente a las actividades de análisis del uso y consumo de energía y el desempeño energético, así como los requerimientos de diseño, operaciones y monitoreo.

Figura 5. **Actividades modulares**

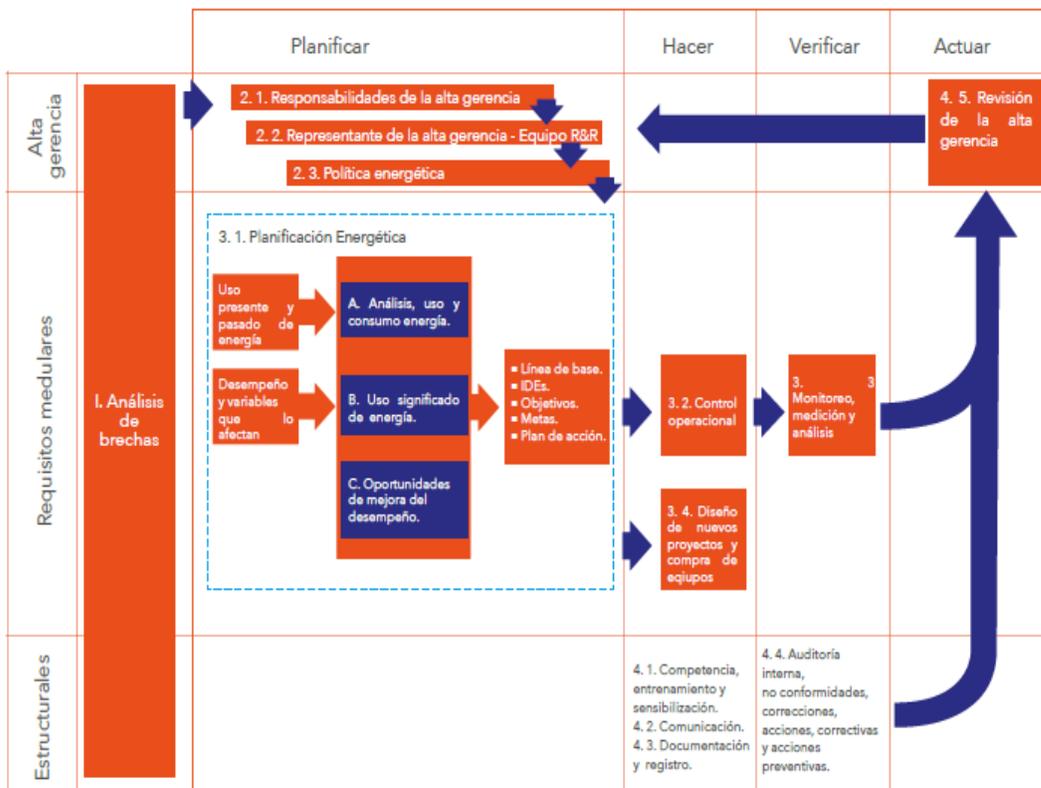


Fuente: AChEE. *Guía de implementación de SGE bajo la norma ISO 50001*. p. 12.

Los requerimientos estructurales, como su nombre lo indica, son la base para crear una estructura alrededor de los requerimientos medulares, para elaborar así un SGE como un proceso sistemático controlado. Por lo tanto, son considerados como apoyo para la realización de los procedimientos técnicos, ya que a través de estos se da a conocer y concientizar a la organización de las políticas energéticas a ser aplicadas, todo mediante la responsabilidad de la alta gerencia, quien bajo su jerarquía enviará la información verticalmente en la estructura organizacional.

Una vez que se tienen las intenciones de los colaboradores de tomar en cuenta las nuevas políticas, se procede a la planificación energética, con la cual se obtiene la información del uso de energía para analizarla y determinar su uso significativo y las variables involucradas. Luego, se definen los controles que se tendrán para mejorar el desempeño analizado, para establecer las actividades de control, monitoreo y análisis de mejora. De esta forma, se asocian los requerimientos con todas las áreas operacionales de la organización, dejando entrever qué puede afectar a los eslabones de la cadena de suministros de una u otra forma.

Figura 6. **Matriz de modelo y requerimientos de implementación de la norma ISO 50001**



Fuente: AChEE. *Guía de implementación de SGE bajo la norma ISO 50001*. p. 13.

4.3.3.2. Responsabilidades de la gestión

Las responsabilidades están fijadas desde la alta gerencia, la cual tiene las tareas de asignar los recursos necesarios para la implementación, no solo financieros, sino también, recursos humanos para la divulgación y apoyo a las nuevas políticas y estrategias que se tomarán con el nuevo sistema de estudio SGE.

Por lo tanto, para mantener, establecer, documentar, implementar y mejorar un sistema a través de SGE, la alta gerencia deberá asumir las responsabilidades que aseguren el funcionamiento a todos los niveles de la organización. Para llevar a cabo este procedimiento, la gerencia deberá fomentar la delegación de autoridad, motivación, reconocimiento, formación y participación. Se deberán establecer los alcances y límites del sistema.

También se tendrán que tener en cuenta los indicadores de estudio, para establecer de manera adecuada los cálculos para el desempeño esperado y que sean apropiados para la organización.

“La alta gerencia, tal y como se detalla en puntos posteriores de la norma, deberá llevar a cabo revisiones periódicas del sistema, en las que comprobara el estado de los objetivos y metas establecidas, así como del sistema de gestión en general” (Guía de implementación de SGE bajo la norma ISO 50001 Chile, AChEE, 2013, p. 24).

Bajo sus responsabilidades también destaca la asignación de un responsable que vele por la implementación y correcta aplicación de la norma, dándole un seguimiento adecuado con personas competentes y realizando la documentación necesaria. En todo caso, dependiendo del tipo y tamaño de la

organización, también pueden designarse comités de SGE, donde las diferentes responsabilidades del conocimiento del sistema estarán a cargo de personas con conocimientos en energía y equipos de la organización. Entre los designados se podrían sugerir los siguientes perfiles:

- Operaciones
- Mantenimiento
- Legal
- Capacitación/recursos humanos
- Comunicaciones
- Ingeniería/proyectos
- Compras/abastecimiento

Figura 7. Diagrama de organización de SGE



Fuente: AChEE. *Guía de implementación de SGE bajo la norma ISO 50001*, p. 26.

4.3.3.3. Política energética

Las políticas energéticas son declaraciones en las cuales los miembros de una organización se comprometen a cumplir con ciertos lineamientos establecidos y adaptados de los actuales del sistema de la organización y que, además, se pueda garantizar que estas lleguen a todos los niveles de la organización.

Según la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, en su *Guía de implementación de SGE bajo la norma ISO 50001* cita:

La política energética es un documento esencial a la hora de implementar un SGE, ya que se trata del impulsor de la implementación y la mejora del mismo, así como el desempeño energético de la organización dentro del alcance y los límites definidos. Debe ser concretada por la alta gerencia, mediante un documento firmado que incluya las principales líneas de actuación en materia de gestión de la energía. (2013, p. 29)

Las políticas asegurarán la disponibilidad de la información y de recursos necesarios para alcanzar los objetivos y metas, e incluir los compromisos necesarios relacionados con el uso y consumo de energía, además deberá apoyar la implementación, adquisición e innovación de servicios y equipos energéticamente eficientes, de acuerdo a los diseños de mejora en el SGE.

4.3.3.4. Planificación energética

La planificación energética será necesaria al momento de la aplicación, por lo tanto, a través de esta es que se deben plasmar los objetivos técnicos para la medición y el camino que se trazará para conseguirlos, además debe ser coherente con la política energética, ya que esta dará el apoyo para la aplicación y desarrollo de la planificación energética del SGE.

La planificación energética deberá contemplar los siguientes puntos, según la norma ISO 50001:

- Requisitos legales
- Revisión de la energía
- Línea base de la energía
- Indicadores de eficiencia energética
- Objetivos de la energía, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía.

Figura 8. **Modelo propuesto para la planificación energética**



Fuente: AChEE. *Guía de implementación de SGE bajo las normas ISO 50001*. p. 34.

4.3.3.5. Aplicación de la norma ISO 50001

El establecimiento de una metodología tiene como fin mejorar sustancialmente un procedimiento o proporcionar los pasos para alcanzar los objetivos del mismo.

En el caso de las normas ISO 50001, la implementación es una base para el establecimiento de un sistema de gestión de calidad energética sostenible, que pueda tener un impacto positivo en la cadena de suministros de una organización y así tener los beneficios, no solo de las estrategias de gestión energética, sino también de la mejora de los procesos relacionados a la energía dentro de la cadena de suministros.

El procedimiento de la norma tiene como elementos principales la observación, el seguimiento y el análisis de resultados. Por lo tanto, es indispensable tratar de implementar la metodología tal como se observa en la norma, teniendo en cuenta que se divide en dos partes estructurales, las cuales son: los medulares y los estructurales; teniendo en cuenta que si se implementan los requerimientos medulares se podrán establecer y percibir los beneficios de la norma, sin embargo, la implementación de los medulares tendrá el efecto de sistema completo de gestión en su totalidad.

La norma ISO 50001, por su similitud de metodología de implementación, puede adaptarse a los demás sistemas de gestión de calidad y otro sistema de normas establecido dentro de la organización, simplemente tomando en cuenta las características de diferenciación entre cada una.

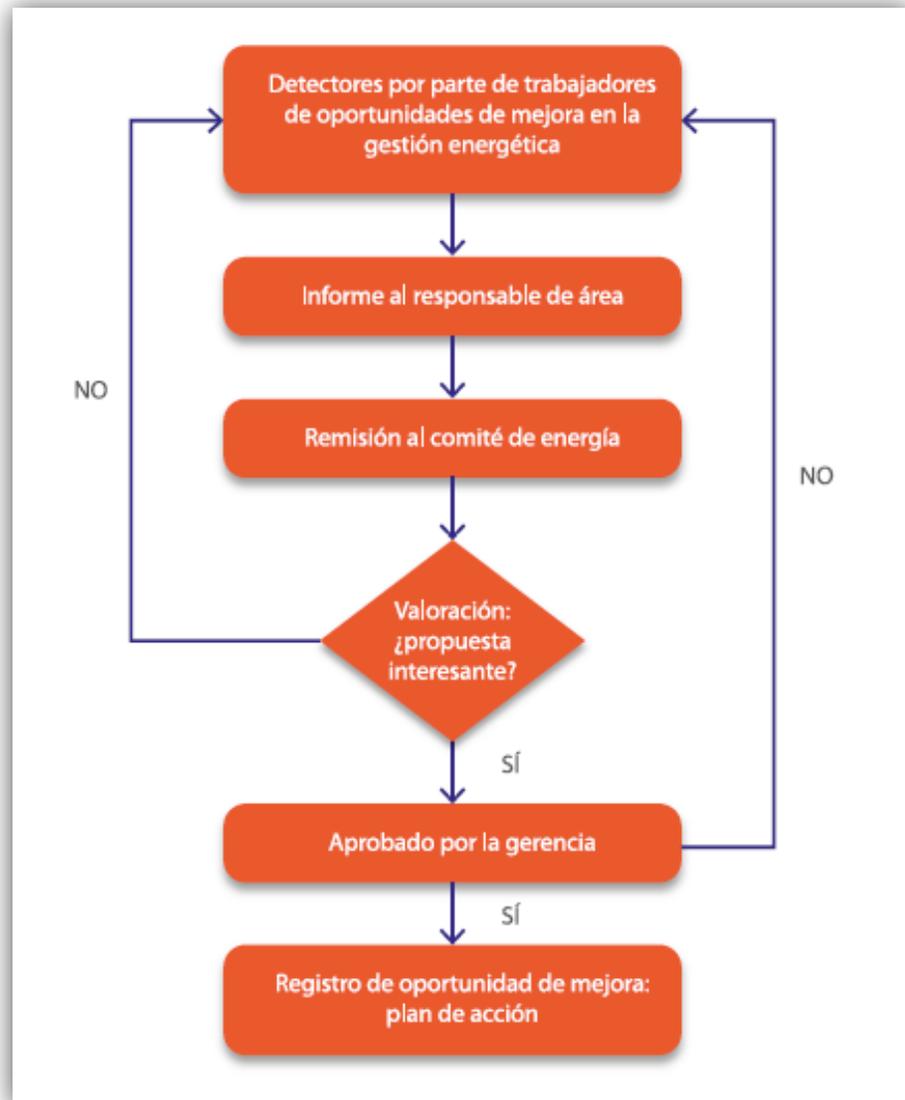
4.3.3.6. Verificación de la implementación

En la verificación se tendrán que tomar en cuenta los aspectos de comunicación para establecer los procedimientos de una manera adecuada y eficiente. Debido a que la verificación es un punto de realimentación, es importante que los análisis y la observación sean comunicados también de manera eficaz.

El objetivo de la verificación será de proporcionar los puntos de mejora y las tácticas a utilizar para mejorar el procedimiento realizado actualmente en la organización y posterior a la implementación de la norma de calidad propiamente dicha.

Para los procesos de comunicación dentro de las organizaciones se toma como ejemplo el siguiente, donde se observe la metodología y lo importante que puede ser para implementación de los sistemas de calidad.

Figura 9. **Flujograma de comunicación interna a seguir**



Fuente: AChEE. *Guía de implementación de SGE bajo la norma ISO 50001*. p. 74.

4.3.3.7. **Revisión de la dirección**

Como se mencionó anteriormente, la responsabilidad de la dirección es muy importante al inicio, ya que determinará la expansión de la idea de implementación a todo el sistema organizacional. Por lo tanto, también es

importante que la dirección esté consiente de los resultados, avances y soluciones que se estén implementando, para fomentar la mejora continua y el sistema de realimentación de información.

El procedimiento tiene una metodología de entrada y salida a través de la mejora continua y el análisis de resultados.

Figura 10. **Información de entrada a la dirección**



Fuente: AChEE. *Guía de implementación de SGE bajo la norma ISO 50001*. p. 81.

Figura 11. **Resultados de la revisión de la información de entrada**



Fuente: AChEE. *Guía de implementación de SGE bajo la norma ISO 50001*. p. 82

4.4. Gestión y mantenimiento de equipos eléctricos de potencia

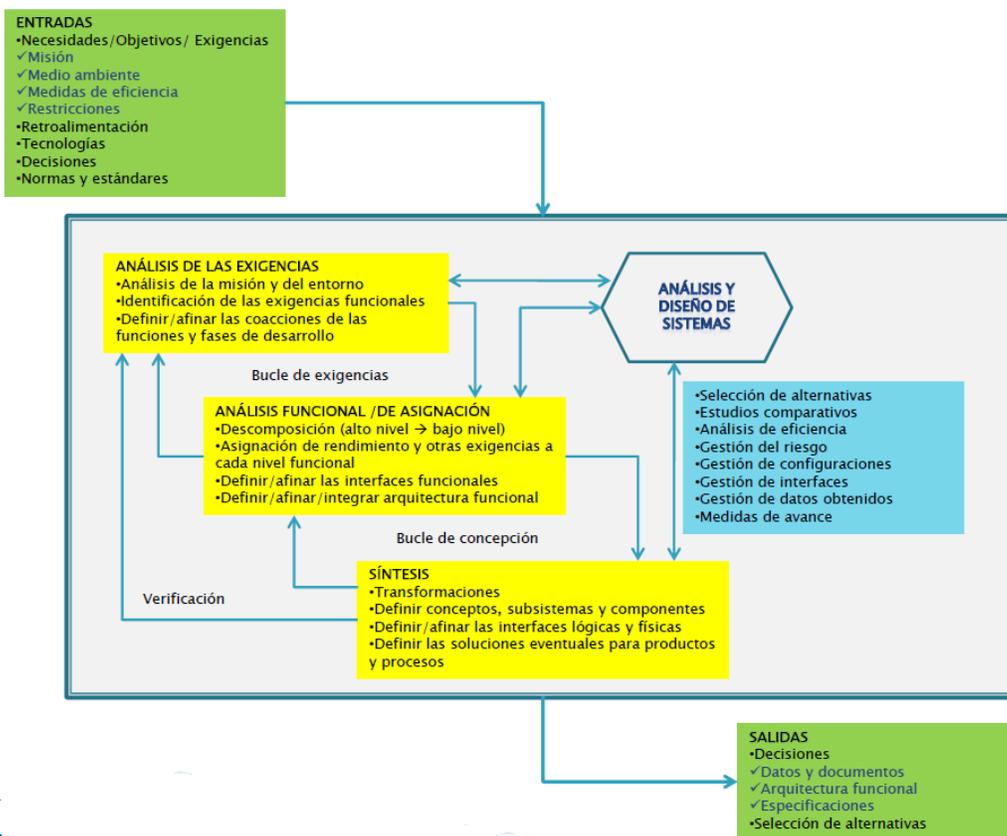
En la industria y en cualquier organización es indispensable el establecimiento de un sistema de mantenimiento para dar soluciones a los inconvenientes y proveer de sostenimiento al equipo de operaciones y su funcionalidad, además de proporcionar soluciones para la mejora continua.

A lo largo de los años, se ha podido observar una amplia gama de metodologías dedicadas a fortalecer y mejorar los sistemas de mantenimiento dentro de las organizaciones. Ejemplos de esto podrían ser el TPM y el sistema

de mantenimiento de clase mundial, establecidos como estrategias para afrontar la competitividad (Marín, J., Martínez, R., 2013).

Los equipos que proveen de funcionalidad a los procesos industriales, requieren de un sistema de mantenimiento tal que pueda abastecer y estar al tanto de todas sus necesidades, así como la gestión necesaria para evitar altos costos de producción y el funcionamiento del proceso de mantenimiento.

Figura 12. **Modelo de gestión a través del sistema de clase mundial**



Fuente: U.S. Department of defense. Norma MIL-STD 499B. p. 1.

4.4.1. Tipos de mantenimiento de equipos eléctricos de potencia

Todos los dispositivos dentro de una organización requieren de una gestión y de un orden de mantenimiento, para mantener su eficiencia y calidad a la hora de realizar un trabajo, además de proveer al operario de una maquinaria confiable para realizar sus actividades.

Para realizar y mantener la eficiencia en los equipos es necesario tener en cuenta los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento cero horas

4.4.1.1. Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de tareas que se utilizan para corregir defectos que se presentan con el transcurrir del tiempo y que su visualización se debe a la comunicación de los operarios con los encargados del departamento correspondiente.

Generalmente, este tipo de tareas correctivas son las que se pueden encontrar en mayor medida, si el sistema que se analiza se encuentra en un punto en el cual necesita de un cambio en la gestión de manejo administrativo y operacional. Es además, el conjunto de tareas más utilizado en el medio para solucionar las emergencias y eventualidades de momento. Sin embargo, se requerirá de un plan de trabajo posterior, es también utilizado para localizar

puntos de falla y causas en sistemas fallidos para prevenir que sucedan en algún momento.

4.4.1.2. Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento es el que tiene por misión mantener un nivel de servicio en los equipos, programando intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Es de carácter sistemático ya que se realiza de acuerdo a una programación sin que el equipo presente alguna falla.

Este tipo de mantenimiento suele tener grandes beneficios, ya que permite adelantarse a posibles fallas debido al uso y manejo de los equipos. Sin embargo, en algunos sistemas esta metodología está quedando obsoleta debido al costo y tiempo requerido para su implementación, debido a que los equipos están siendo utilizados hasta el punto de máximo rendimiento, el cual es el punto de garantía y funcionamiento de cada uno de ellos.

4.4.1.3. Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento es el que persigue conocer e informar permanentemente las condiciones y la operatividad de los equipos e instalaciones mediante el conocimiento de variables que servirán para tomar futuras decisiones y cuya variación sea indicio de algún problema para intervenir a tiempo en un equipo o sistema. Requiere de medios técnicos avanzados debido a la especialización de variables que se tienen que analizar.

El mantenimiento predictivo es de los que generan más costos, debido a la especialización que se debe tener y el tipo de instrumentos que se utilizan para su medición. Por lo tanto, este tipo de mantenimiento deberá de entrar en

los planes operativos para poder planificar con tiempo la intervención de los estudios y su posterior análisis.

4.4.1.4. Mantenimiento cero horas

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo revisar los equipos a intervalos programados antes de que aparezca un fallo, o bien se programa de cierta forma que el equipo queda en un punto inicial y de referencia llamado cero horas, en el cual se considera que el equipo está entregado de fábrica. En este momento se sustituyen ciertas partes que posiblemente puedan dañar su integridad operacional.

Un ejemplo claro es el servicio de mantenimiento de motores de combustión interna, los cuales se someten a revisión y servicio determinado dependiendo de las horas de uso que puedan tener. En todo caso, esta metodología es aplicable a cualquier equipo sometido a desgaste operativo.

4.4.2. Evaluación de estado de procedimientos para mantenimiento y su relación con la eficiencia y calidad energética

La evaluación de un sistema o proceso de mantenimiento está sujeto a su gestión, planificación y la forma en que esté diseñado. Debido a esto, el mantenimiento debe ser visualizado como un proceso, no como una simple ejecución de reglas encaminadas a reparar o prevenir, ya que esto va más allá de lo que se puede observar.

Dentro del proceso de mantenimiento existen fases y pasos que determinan la eficacia y eficiencia con que se implementan, en los cuales

deberá de existir una realimentación para corroborar los avances y las medidas que se deberán tomar para evitar los pasos innecesarios. Todo enfocado a una mejora continua y siguiendo los principios de la gestión integrada de la calidad, tal como se describe en la aplicación de metodologías como el TPM “Existen estudios que confirman el impacto positivo que la aplicación de un programa de TPM tiene en la eficiencia y efectividad de los sistemas de producción, ya sea individual o en combinación de otras metodologías como JIT, TQC y normas estandarizadas” (Marín, J., Martínez, R., 2013).

En todo caso, al realizar una serie sistemática de pasos enfocados al tipo de mantenimiento requerido y mediante la inclusión de herramientas de gestión, es posible observar la serie de similitudes existentes entre la cadena de suministros macro de todo el sistema de la organización y los procedimientos de aplicación en un proceso de mantenimiento dentro de la misma organización, por lo tanto, se evidencia la necesidad de gestionar adecuadamente los pasos para evitar la pérdida de tiempo.

Debido a que el mantenimiento es un proceso, está estrechamente ligado al funcionamiento de un sistema, por lo tanto, su eficiencia deberá ser máxima para entregar los mejores resultados reflejados productivamente. Además, como ya es conocido, sin la calidad no existiría la eficiencia, entonces es deducible también la estrecha relación con un sistema de gestión de calidad.

Dentro de la evaluación de los sistemas de gestión energética, se toman en cuenta los indicadores necesarios y con base en ellos se toma la decisión de cómo se actuará para mejorar su rendimiento. En todo caso, si se tienen los conocimientos de las reacciones de los indicadores de los dispositivos y procedimientos involucrados en el mantenimiento, se pueden tener también las

estrategias para mejorar la tasa de rendimientos de los mismos, mediante el uso y aplicación de una norma.

4.5. Estrategias de gestión energética basadas en la norma ISO 50001, aplicadas a sistemas de control de potencia eléctricos

Todas las organizaciones poseen procesos, los cuales están destinados a realizar una actividad en específico. En el caso de una organización, está claro que poseerá un sistema conformado por distintos procesos para entregar un producto o servicio.

Las estrategias de gestión están destinadas para unificar decisiones y metodologías para un mejor desempeño, mejorar la calidad e incrementar la productividad a todos los niveles. En el caso del uso de las normas, dentro de la organización su fin es estandarizar y unificar los procesos y, a su vez, los procedimientos por los cuales están conformados, por lo que, se está utilizando una estrategia.

En el caso de las normas ISO 50001, están destinadas a ser implementadas en todos los procedimientos de gestión de la energía eléctrica y los dispositivos que se utilicen, como se describe “El propósito de la norma es facilitar a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético” (ISO 50001, 2011, p. 1). Su finalidad es mejorar la productividad de los sistemas y procesos involucrados para mantener los equipos de producción funcionando, tal es el caso del departamento de mantenimiento o, mejor dicho, el proceso del mantenimiento de equipo eléctrico, específicamente en los sistemas de control de potencia eléctricos.

4.5.1. Cadena de suministros y gestión de la calidad

En toda organización, la gestión de los servicios es muy importante, ya que determinará la calidad y el tipo de experiencia que un cliente pueda tener, en este caso, los clientes internos de la misma. Dentro de los sistemas se encuentra el de la cadena de suministros, la cual posee y unifica todos los procesos de funcionamiento, por lo tanto, su correcta gestión es indispensable para lograr la calidad en sí misma, ya que según se describe “la administración de la cadena de suministros es la integración de estas actividades mediante mejoramiento de las relaciones de la cadena de suministros para alcanzar una ventaja competitiva sustentable” (Ballou, 2005, p. 5).

Según las metodologías de calidad, todo proceso depende de que no existan fallos antes de realizar cualquier procedimiento, entonces, es indispensable que la gestión de la calidad sea un punto de importancia en el cual todos los procesos sean gestionados a través de ciertos estándares que puedan generar un valor agregado a la organización.

Las normas realizan una recopilación de las distintas metodologías de calidad e imprimen en los procedimientos estándares y pasos a seguir, en donde la comunicación entre la dirección y toda la organización, así como la inclusión de todos los procesos de la misma en políticas de mejora, la realimentación de información y la mejora continua son esenciales para el manejo de una cadena de suministros.

4.5.2. Beneficios económicos de la implementación de estrategias de gestión energética

En cualquier proyecto, la planificación es esencial, pues a partir de ello se podrán determinar los recursos para poder realizarlo. De igual manera, en una organización, la implementación de estrategias que ayuden a visualizar los recursos con los cuales se cuentan puede ser de gran beneficio, ya que esto impacta directamente en los costos y la productividad.

Un ejemplo de los beneficios económicos sería el análisis de los indicadores de consumo eléctrico, en los cuales, si se implementan las estrategias correctas y necesarias, el impacto de disminución de costos es significativo, ya que la energía es un insumo esencial para la producción de cualquier producto o servicio.

El uso de una estrategia energética unifica los procesos de calidad al cliente con los de calidad energética, que a su vez impactan en el proceso operativo y productivo, formándose una cadena que relaciona a todos los procesos de la cadena de suministros, no así a los sistemas de cada uno de los eslabones de la misma, lo cual puede llegar a crear una mejora significativa de la productividad.

4.5.3. Relación de productividad y aplicación de estrategias de calidad energética

Si se logra que un sistema que posee un proceso funcione de tal manera que no tenga pérdidas, es posible decir que su eficiencia es óptima y, por lo mismo, su productividad es del 100 %. Entonces, ¿qué pasa con un sistema con pérdidas?, la respuesta es que no está siendo suficientemente eficiente, por

lo tanto debe implementarse un método para mejorarlo, lo que lleva a la elaboración de una estrategia para el mejoramiento y una planificación adecuada para ejecutarla.

Lo anterior solo ejemplifica, a grandes rasgos, la relación que existe entre la productividad y la aplicación de estrategias, ya que la deficiencia de la primera es esencial para la aplicación de la segunda, lo cual no es exclusivo de un solo proceso, sino puede afectar a varios al mismo tiempo, debido a que la calidad es parte integral de toda la organización, donde la eficiencia y la productividad también lo son. Teniendo en cuenta que las estrategias son parte esencial de los objetivos de una empresa, es necesario que se fomenten en una estructura de ideas que provean de soluciones para alcanzar una buena rentabilidad, debido a que si existen buenas estrategias, existirá una mejor productividad (H, Ballou, 2005).

5. PROPUESTA DE ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

OBJETIVOS

MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. GESTIÓN DE LA CALIDAD ENERGÉTICA
 - 1.1 Calidad y eficiencia energética.
 - 1.1.1 ¿Qué es calidad energética?
 - 1.1.2 ¿Qué es eficiencia energética?
 - 1.1.3 Calidad y eficiencia energética en la industria
 - 1.1.4 La relación entre medio ambiente y la calidad energética
 - 1.2 ¿Qué es la gestión de la calidad?
 - 1.3 Gestión de la calidad energética
 - 1.4 ¿Por qué implementar un sistema de calidad energética?
 - 1.5 Diseño de un sistema de gestión energético
 - 1.5.1 Implicados en el diseño de gestión energético
 - 1.5.2 Planificación de diseño de gestión energético
 - 1.5.3 Implementación y operación de SGE (sistema de gestión energético)

2. NORMAS DE CALIDAD ENERGÉTICA ISO 50001

- 2.1 Principios y aplicación de las normas ISO 50001
- 2.2 Diferencia entre las normas ISO 50001 y la 9001
- 2.3 implementación de las normas ISO 50001
 - 2.3.1 Requisitos de implementación
 - 2.3.2 Responsabilidades de la gestión
 - 2.3.3 Política energética
 - 2.3.4 Planificación energética
 - 2.3.5 Aplicación de la norma
 - 2.3.6 Verificación de la implementación
 - 2.3.7 Revisión de la dirección.

- 3. GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS ELECTRICOS DE POTENCIA
 - 3.1 Tipos de mantenimiento de equipos eléctricos de potencia
 - 3.1.1 Mantenimiento correctivo
 - 3.1.2 Mantenimiento preventivo
 - 3.1.3 Mantenimiento predictivo
 - 3.1.4 Mantenimiento cero horas
 - 3.2 Evaluación de estado de procedimientos para mantenimiento y su relación con la eficiencia y calidad energético

- 4. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA BASADAS EN LA NORMA ISO 50001, APLICADAS A SISTEMAS DE CONTROL DE POTENCIA ELÉCTRICOS
 - 4.1 Requisitos del sistema de implementación
 - 4.2 Responsabilidad de la gestión de implementación
 - 4.2.1 Alta dirección
 - 4.2.2 Representante de la dirección
 - 4.3 Política energética de implementación

- 4.4 Planificación energética
 - 4.4.1 Requisitos legales y otros
 - 4.4.2 Revisión de la energía
 - 4.4.3 Indicadores de eficiencia energética
 - 4.5 Aplicación y funcionamiento
 - 4.5.1 Documentación del problema
 - 4.5.2 Control operacional
 - 4.5.3 Diseño de estrategias
 - 4.6 Verificación de resultados
 - 4.6.1 Monitoreo, medición y análisis de los sistemas de control de potencia
 - 4.6.2 Auditoria interna del sistema de gestión energética
 - 4.6.3 Control de registros de resultados
 - 4.7 Revisión por la dirección de la implementación
5. EVALUACIÓN ESTRATÉGICA Y FINANCIERA DE LA APLICACIÓN DE NORMAS DE CALIDAD DE ENERGÍA EN EQUIPOS DE CONTROL DE CIRCUITOS DE POTENCIA
- 5.1 Estrategias de gestión en la industria
 - 5.2 Valoración económica de la implementación de normas ISO 50001 para la gestión energética
 - 5.3 Análisis de aplicación de estrategias para la gestión energética.
 - 5.4 Análisis productivo dentro de una cadena de suministros utilizando normas ISO 50001 en equipos de control
 - 5.5 Evaluación industrial de la implementación de normas ISO 50001
 - 5.6 Indicadores de mejora de productividad en la implementación de las estrategias basadas en las normas ISO 50001
6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

6. MARCO METODOLÓGICO

6.1. Tipo de investigación

La presente investigación es del tipo descriptivo - correlacional, ya que pretende mostrar y describir los diferentes fenómenos e indicadores que impactan en la calidad energética de una organización, a través de normas de calidad energética, establecidas internacionalmente como las ISO 50001.

El enfoque que se utilizara será mixto, a través de métodos cuantitativos – cualitativos, ya que, desde el punto de vista cuantitativo, se busca analizar a través de los indicadores, las carencias energéticas y los beneficios de implantación; mientras que, en el punto de vista cualitativo, se busca dar a conocer las estrategias y políticas que modificarán los procedimientos y beneficiarán la metodología de aplicación de las normas de calidad.

6.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, debido a que no se manipularán variables independientes de un proceso, sino que, se describirán a través de observaciones y análisis de datos, las reacciones de los resultados al implementar las normas de calidad energética en el estudio de los sistemas de control de potencia eléctricos de una organización.

Será una investigación no experimental, transaccional, exploratoria – correlacional. Desde el punto de vista exploratorio, se analizarán datos, que en el medio son muy difíciles de encontrar, realizando la investigación de

exploración en diferentes organizaciones para analizar datos. Correlacionalmente, la investigación buscará comparar los diferentes indicadores y circunstancias de las organizaciones para proveer de resultados traducidos en beneficios económicos.

6.3. Tipo de muestreo, población y muestra

El procedimiento será de tipo probabilístico, ya que se seleccionarán de un universo de muestras, los dispositivos a ser analizados y así realizar las comparaciones sobre los indicadores que puedan obtenerse para tomar las decisiones correspondientes. De acuerdo con lo planteado en la literatura, todos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados.

La población definida para la investigación serán los tipos de equipos de control de potencia eléctricos utilizados más comúnmente en las organizaciones de producción, delimitados en la literatura.

La muestra es probabilística, ya que todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser escogidos y se obtendrán de acuerdo a las características descritas en la literatura. Tomando en cuenta el universo de sistemas de control de potencia en las organizaciones, se tendrán como muestra los más utilizados, para tener el análisis correcto en cuanto a la eficiencia y calidad energética de los mismos.

6.4. Medición de la muestra

La muestra será tomada mediante los requerimientos de estudio en el sistema de gestión energética y la implementación de la norma ISO 50001,

aplicados al punto de estudio, en este caso, los sistemas de control de potencia eléctricos. Los indicadores a tomar en cuenta en el estudio son:

- Sistema primario de control: kilovatiohora funcionamiento/ unidades procesadas.
- Sistema de control específico: kilovatiohora accionamiento/ kilovatiohora Unidades controladas en accionamiento.
- Mantenimiento: kilovatiohora efectivos de funcionamiento/ número de horas en mantenimiento.

Las muestras son probabilísticas al tener el mismo número de probabilidad de ser escogidas para su análisis, esto debido a que los equipos tienen características similares y la diferencia será tomada en cuenta para el análisis de datos y así determinar la estrategia adecuada para un correcto desempeño y una mejor productividad del mismo, además de tomar en cuenta el personal asociado a los mismos.

Además, la medición de las muestras se llevará a cabo mediante observación directa, datos específicos del fabricante de los sistemas de control de potencia y toma de datos en el sitio de instalación mediante equipos de medición de energía eléctrica.

6.5. Método de la investigación

La metodología que se utilizará será del tipo inductivo – deductivo por medio de la encuesta y entrevistas, debido a que los procedimientos y fases estarán planteados mediante la experiencia de la organización y sus características particulares.

Los instrumentos que serán utilizados constarán de: cuestionarios con preguntas cerradas y de opción múltiple, el diseño de una encuesta de entrevista y otro tipo de encuesta dirigida a la auditoría y conocimientos específicos de la organización, para establecer de manera detallada los puntos de mejora.

Toda la metodología estará sustentada bajo los procedimientos y estándares de las normas ISO – 50001 y de los sistemas de gestión de la organización.

6.6. Instrumentos de recolección de la información

El procesamiento de la información se llevará a cabo mediante la metodología antes descrita, además de la tabulación y clasificación de la información, de acuerdo a lo planteado en la literatura donde se describe, a través de las normas de calidad energética, los procedimientos necesarios para la implementación y la toma de decisiones. Todo lo anterior, por medio de la inducción, deducción, análisis y el trabajo de campo para la recolección de los datos e indicadores necesarios.

Además, se utilizará el análisis documental de la literatura, donde se revisará la metodología de sistema realimentado, determinado por el modelo de sistemas de gestión energética y el uso de fichas, libros y tesis relacionados con el tema.

6.7. Fases de la investigación

Los instrumentos de recolección de datos se basan en el procedimiento metodológico de la norma ISO 50001. Dado que la investigación lo requiere, se

tendrá que indagar en los conocimientos específicos de los involucrados en las organizaciones para saber su procedimiento y los puntos clave en los cuales enfocar el estudio de calidad energética.

6.7.1. Fase 1: revisión

En esta fase se observarán los fenómenos para identificar los indicadores energéticos en los procesos de la organización. Esto se realizará de la siguiente manera:

- Revisión de documentación e históricos de consumo energético
- Establecer si existen sistemas de calidad aplicados a la organización
- Entrevistas estructurada a través de interrogantes puntuales y de fácil procesamiento tanto en la aplicación como la recopilación de información que pueda ayudar a la interpretación de datos, enfocada a miembros de la alta gerencia.
- Entrevistas focalizadas a través de interrogantes que indaguen en la investigación y puedan explorar la situación, enfocadas a miembros encargados de cada área de la cadena de suministros.
- Identificación de puntos críticos en la cadena de suministros
- Observación del desempeño de los sistemas energéticos e identificar los indicadores necesarios para la investigación.
- Comprobar el tipo de sistema de control de potencia que se utiliza en la organización y determinar la revisión y control que se llevará a cabo.
- Establecer estrategias y tácticas para el análisis posterior

6.7.2. Fase 2: control operacional

- Revisión de la documentación relacionada a los procesos operacionales

- Identificar los procesos críticos en el uso de energía eléctrica
- Obtención de información crítica como diagramas de flujo energéticos, consumo de energía en las áreas específicas y planes de ahorro energético.
- Entrevistas no estructuradas a través de interrogantes que puedan indagar profundamente en temas puntuales y de interés sobre el conocimiento específico de los colaboradores en los procesos que involucran consumo energético.
- Relación de indicadores observados para su comparación y análisis

6.7.3. Fase 3: monitoreo

- Se realizarán, de acuerdo a la norma ISO 50001, los monitoreos correspondientes dentro de las áreas de consumo energético.
- Se observará y analizará el comportamiento de los sistemas de control de potencia identificados.
- Se establecerán las estrategias y tácticas para el uso de los sistemas de control de potencia.
- Observación de la reacción de implementación de políticas energéticas en la organización y su efecto en los indicadores obtenidos de los sistemas de control de potencia.
- *Benchmarking* para la mejora de las tácticas y estrategias de mejora

6.7.4. Fase 4: medición

- Verificación de la implementación de la norma en los sistemas de control de potencia.
- Auditoría para la revisión de indicadores

- Observación, mediante el principio de Pareto, de los diferentes indicadores obtenidos y su comportamiento actual.
- Observación de costos relacionados al mantenimiento y gasto energético.
- Establecer objetivos de acuerdo a los indicadores y comportamiento de los mismos observados.

6.7.5. Fase 5: análisis

El análisis de los datos obtenidos se realizará mediante herramientas estadísticas que permitan observar los efectos de las mediciones y la aplicación de las herramientas de gestión.

Entre las herramientas estadísticas se encuentran métodos gráficos como los diagramas de Pareto; los cuales servirán para iniciar el análisis de la toma de decisiones y así crear las bases iniciales para la implementación de las herramientas de gestión, así como el uso de otras herramientas estadísticas que permitan hacer las comparaciones cualitativas.

Las herramientas de gestión, como las normas ISO 50001, se usarán como método de estandarización para alcanzar los objetivos planteados y tener una visión plena de los datos observados durante los cambios en los procesos y procedimientos, para su posterior análisis y toma de decisiones.

7. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Las técnicas de análisis de información están determinadas por la metodología a utilizar, en este caso las Normas ISO 50001, y los procedimientos establecidos a través del desarrollo de la investigación, entre los cuales se utilizarán los siguientes:

- Análisis mediante diagramas de Pareto para la comparación de los indicadores en los sistemas de control de potencia y su relación con los demás sistemas de consumo energético.
- Análisis económico de la implementación de la norma ISO 50001, en el sistema energético.
- Análisis por medio de curvas de dispersión para el comportamiento de los indicadores de gestión.
- Establecimiento de estrategias para el mejoramiento del desempeño de los indicadores.
- Establecer un plan estratégico de integración de los sistemas de calidad para que trabajen a favor de las estrategias establecidas.
- Documentación y registro de los procedimientos para realizar una realimentación posterior.

8. RECURSOS

El investigador determina en la siguiente tabla los gastos que se incurrirán en la elaboración de la investigación. Se aclara que los recursos serán sufragados en un 100 % por él mismo.

Tabla II. **Gastos para elaborar la investigación**

Descripción del recurso	Cantidad	Total
Asesor de la investigación	1	Q 2 500,00
Equipo de computación	1	Q 5 000,00
Impresiones	800	Q 160,00
Normas ISO 50001	1	Q 2 500,00
Proceso de encuadernado y empastado	6	Q 200,00
Totales		Q 10 360,00

Fuente: elaboración propia.

9. FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio que se realizará para crear las estrategias de gestión de la calidad de la energía, utilizando las normas internacionales ISO 50001 aplicadas a circuitos de control de potencia, para la mejora de la productividad es factible, ya que se tienen de los recursos necesarios para la realización de la misma.

Tabla III. Recursos para efectuar la investigación

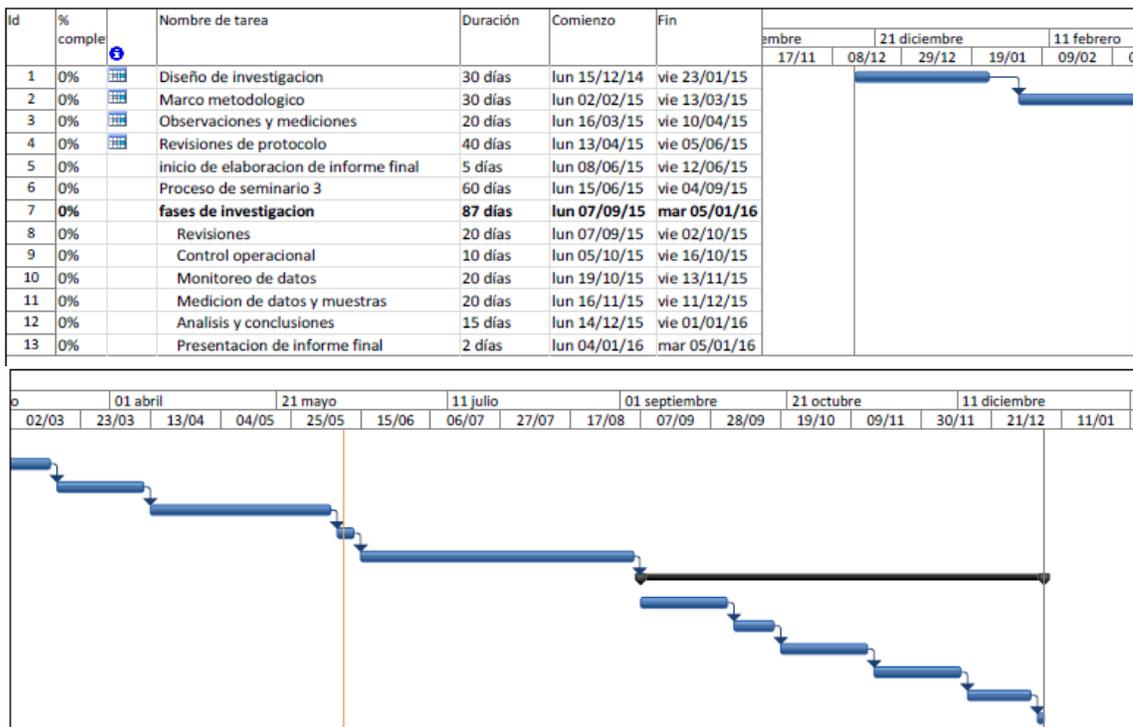
1. Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none">• Estudios y antecedentes existentes y realizados, basados en temas de aplicación de normas de calidad• Estudios y antecedentes existentes y realizados sobre los procedimientos de mantenimiento y aplicaciones de sistemas de control de potencia en el sector de producción.• Estudiante de la maestría de gestión industrial responsable de llevar a cabo la investigación.
2. Recursos físicos	<ul style="list-style-type: none">• Equipo de computación• Normas ISO 50001
3. Recursos financieros	<ul style="list-style-type: none">• Se incluirán todos los recursos utilizados al momento de realizar la investigación

Fuente: elaboración propia.

10. CRONOGRAMA

A continuación se presenta el cronograma de actividades para la elaboración del trabajo de graduación.

Tabla IV. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia, empleando Project 2010.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Chilena de Eficiencia Energética. (2013). *Guía de implementación de sistemas de gestión energético bajo la norma ISO 50001*. Chile: AChEE.
2. Autonell, J., Balcells, J., Brossa, J., & Fornieles, F. (2011). *Eficiencias en el uso de la energía eléctrica*. España: AMV Editorial.
3. Ballou, H. (2005). *Logística: Administración de la cadena de suministros*. México: Pearson Educación.
4. Carretero, P. & García Sánchez, J. (2012). *Gestión de la eficiencia energética; cálculo del consumo, indicadores y mejora*. España: AMV Editorial.
5. Climent Serrano, S. (2005). *Los costes, gastos, burocracia e incremento de productividad por la certificación en la norma ISO 9000 en las empresas certificadas en la norma ISO 9000 de la comunidad valenciana*. Recuperado el 2 de julio de 2014 de <http://www.aedem-virtual.com/articulos/iedee/v11/111245.pdf>
6. Fundación MAFPRE. (2011). *Guía para la implantación de sistemas de gestión energética*. España: Fundación MAPFRE.
7. Harper, E. (2009). *ABC de la calidad de energía eléctrica*. México: Limusa.

8. Marín, J., Martínez, R., (2013). *Barreras y facilitadores de la implantación del TPM*. Recuperado el 2 de marzo de 2015 de <http://dx.doi.org/10.3926/ic.360>.
9. Organización Internacional para la Estandarización. (2011). *Guía de norma ISO 50001*. U. E. Secretaria central de ISO.
10. Organización Internacional para la Estandarización. (2011), *ISO 50001 Norma de gestión de calidad de energía*. U. E. Secretaria central de ISO.
11. Pezzarossi Cruz, J.S. (2010). *Guía para la implementación de la aplicación de la norma ISO 14001 en el proceso de producción de la caña de azúcar*. Tesis de maestría en Gestión de Calidad. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
12. Pliticaexterior.com (2014). *Acuerdos climáticos internacionales y eficiencia energética*. Recuperado el 22 de agosto de 2014 de <http://www.politicaexterior.com/articulos/economiaexterior/acuerdos-climaticos-internacionales-y-eficiencia-energetica/>
13. Rodríguez, J., Izquierdo, G., Rodríguez, C., Falcón. P., Déniz. R., Torres. M., Pérez, D., Rodríguez, G., Fariña J., & Ortin, V. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. España: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.
14. Sampieri, R., Collado, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. (5a. ed.). México: McGrawHill.

15. Schneider Electric Argentina S.A. (2013). *Eficiencia energética: manual de soluciones*. Recuperado el 21 de junio de 2014 de http://www.schneiderelectric.com.ar/documents/solutions/catalogo_soluciones.pdf

16. SlideShare.com (2014). *Uso de normas APA para citas y referencias*. Recuperado el 24 de septiembre de 2014 de <http://es.slideshare.net/renatarodrigues/uso-de-normas-apa-para-citas-y-referencias>

17. U.S.A. Department of defense. (1993). *Norma MIL-STD-499B*. USA: Joint OSD/ Services/ Industry Working Group of department of defense.

