INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE QUÍMICA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental

"Sistema de Gestión de la Energía para una empresa de flexografía: Aplicación de la norma INTE/ISO 50 001:2018"

Ashlie Dayaris Espinoza Picado

CARTAGO, junio, 2025

TEC | Tecnológico de Costa Rica

ingeniería ambiental

“Sistema de Gestión de la Energía para una empresa de flexografía: Aplicación de la norma INTE/ISO 50 001:2018”

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de licenciatura

Miembros del tribunal

LUIS GUILLERMO VALERIO PEREZ (FIRMA) Firmado digitalmente por LUIS GUILLERMO VALERIO PEREZ (FIRMA) Fecha: 2025.07.03 07:38:34 -06'00'

M.Sc. Luis Guillermo Valerio Pérez
Director(a)

ISENNYA YARITZA SALAS SALGADO (FIRMA) Firmado digitalmente por ISENNYA YARITZA SALAS SALGADO (FIRMA) Fecha: 2025.07.03 15:24:13 -06'00'

Lic. Isennya Salas Salgado
Lector 1

JOSE ALEJANDRO MIRANDA ROSALES (FIRMA) Firmado digitalmente por JOSE ALEJANDRO MIRANDA ROSALES (FIRMA) Fecha: 2025.07.09 06:27:31 -06'00'

Lic. Alejandro Miranda
Lector 2

DAVID ISASI HERNANDEZ PARRA (FIRMA) Firmado digitalmente por DAVID ISASI HERNANDEZ PARRA (FIRMA) Fecha: 2025.07.21 15:45:43 -06'00'

M.Sc. David Isasi Hernández Parra
Coordinador(a) COTRAFIG

GUILLERMO DE JESUS CALVO BRENES (FIRMA) Digitally signed by GUILLERMO DE JESUS CALVO BRENES (FIRMA) Date: 2025.07.21 10:36:26 -06'00'

Ph.D. Guillermo Calvo Brenes
Director Escuela de Química

TEC Tecnológico de Costa Rica Firmado digitalmente por DIANA ALEXANDRA ZAMBRANO PIAMBA (FIRMA) Fecha: 2025.07.21 09:45:27 -06'00'

M.Sc. Diana Zambrano Piamba
Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

Esta obra está bajo una licencia Deed - Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International - Creative Commons



DEDICATORIA

Dedicado a mi mamá y mi papá, por ser siempre mi apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios, por darme la salud y las oportunidades que me permitieron convertirme en profesional.

Agradezco a mi familia; a mi papá por siempre ser ejemplo de superación, esfuerzo y liderazgo para lograr objetivos, por ayudarme a tomar las mejores decisiones, y por exigirme y enseñarme a ser cada vez mejor persona en todos los aspectos, a mi mamá por ser siempre comprensiva, amorosa y dedicada, por escucharme y darme los mejores consejos, y a mis hermanos, por ser apoyo y compañía, por su amor y el impulso que me dan para ser su mejor ejemplo. A ustedes cuatro, por sus esfuerzos y sacrificios, y por estar siempre tan presentes a pesar de la distancia.

Agradezco a mis compañeros y compañeras de la universidad, que hicieron que esta etapa fuera muy amena, principalmente a Kiara, Jessica A, Jessica C y Daniela, por todas las experiencias bonitas que compartimos juntas y por el apoyo grupal que tuvimos para lograr nuestros objetivos.

Agradezco a Esteban por su amor, por cuidarme y por estar a mi lado apoyándome en este proceso.

Agradezco a Neismy por ser guía durante mi pasantía en la empresa, por todo lo que me enseñó y por haberse convertido en una amiga en esta etapa.

Agradezco a la profesora Diana Zambrano por su vocación para enseñar y guiar, y a Luis Valerio por sus consejos para la elaboración de este trabajo.

Por último, agradezco a Flexográfica de Exportación S.A., por la oportunidad que me brindó para desarrollar mi práctica profesional y TFG.

Contenido

Resumen **21**

Abstract **23**

1. Introducción **25**

1.1 Objetivos *27*

1.1.1 Objetivo general 27

1.1.2 Objetivos específicos 27

2. Revisión de literatura **27**

2.1. Eficiencia energética y Sistemas de Gestión de la Energía *27*

2.1.1. Beneficios de la implementación de un SGEn en empresas 28

2.2. Contexto de la norma INTE/ISO 50 001:2018 ..... *30*

2.2.1. Proceso de implementación de la norma 30

2.2.2. Contexto de la organización 32

2.2.3. Liderazgo 33

2.2.4. Planificación 34

2.2.5. Apoyo 35

2.2.6. Operación 36

2.2.7. Evaluación del desempeño 36

2.2.8. Mejora 36

2.3. Contexto de la empresa y su industria *37*

3. Materiales y métodos **39**

3.1. Diagnóstico de brechas entre sistemas *39*

3.2. Desarrollo documental *40*

3.2.1. Contexto de la organización 40

3.2.2. Liderazgo 47
3.2.3. Planificación 48
3.3.3. Apoyo 60
3.3.4. Operación 61
3.3.5. Evaluación del desempeño 61
3.3.6. Mejora 61
4. Resultados y discusión **62**
4.1. Definición del alcance *62*
4.2. Diagnóstico documental de brechas entre sistemas *63*
4.3. Desarrollo documental *64*
4.3.1. Contexto de la organización 64
4.3.2. Liderazgo 67
4.3.3. Planificación 71
4.3.4. Apoyo 88
4.3.5. Operación 89
4.3.6. Evaluación del desempeño 90
4.3.7. Mejora 90
5. Conclusiones **91**
6. Recomendaciones **92**
7. Referencias **93**
Apéndice **97**
Apéndice 1: Matriz de brechas documentales *99*
Apéndice 2: Matriz de comprensión de la organización y su contexto *104*
Apéndice 3: Encuesta de necesidades y expectativas de partes interesadas internas *105*
Apéndice 4: Encuesta de necesidades y expectativas de partes interesadas externas *110*

Apéndice 5: Matriz de las necesidades y expectativas de las partes interesadas *112*

Apéndice 6: Matriz de requisitos legales *113*

Apéndice 7: Matriz de acciones para abordar los riesgos y las oportunidades *114*

Apéndice 8: Matriz de estimación de ahorro anual *115*

Apéndice 9: Análisis del consumo energético de la empresa *115*

Apéndice 10: Matriz de revisión energética *116*

Apéndice 11: Política Ambiental *117*

Apéndice 12: Matriz para la recopilación de datos de la energía *118*

AnexO **119**

Anexo 1: Pinzas amperímetricas utilizadas en la revisión energética *121*

Anexo 2: Equipo medidor de energía y sus especificaciones *123*

Anexo 3: Cotización de lámparas UV LED adquiridas *125*

Anexo 4: Cotización del medidor adquirido *126*

LISTA DE FIGURAS

Fig. 2.2.1. Ciclo Planificar - Hacer - Verificar - Actuar 31

Fig. 4.1. Límites físicos del SGI..... 63

Fig. 4.3.1. Interacciones de los Procesos de Gestión de la Empresa..... 67

Fig. 4.3.2. Organigrama de la Alta Dirección de Flexográfica de Exportación S.A..... 68

Fig. 4.3.2. Equipo de Gestión de la Energía 71

Fig. 4.3.3. Porcentajes de consumo energético por equipos..... 76

Fig. 4.3.3. Diagrama de Pareto 78

Fig. 4.3.3. Datos recolectados en medidor AcuRev..... 83

Fig. A.11. Política Ambiental 115

Fig. A.1. Amperímetro FLUKE 378 FC 119

Fig. A.1.2. Especificaciones del amperímetro FLUKE 378 FC 120

Fig. A.2. Medidor AcuRev 2100 marca AccuEnergy 121

Fig.A.2.2. Especificaciones del medidor AcuRev 2100… 122

Fig. A.3. Cotización de lámparas UV LED adquiridas 123

Fig. A.4. Cotización del medidor eléctrico adquirido 124

LISTA DE TABLAS

TABLA I. ESCALA DE IMPACTO EN EL SGEN 41

TABLA II. ESCALA DE CONTROL 42

TABLA III. ESCALA DE URGENCIA 42

TABLA IV. ESCALA DE RELEVANCIA ESTRATÉGICA 43

TABLA V. ESCALA DE PERTINENCIA PARA EL CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN 43

TABLA VI. NIVEL DE PROBABILIDAD 45

TABLA VII. NIVEL DE IMPACTO POSITIVO (OPORTUNIDAD) 45

TABLA VIII. NIVEL DE IMPACTO NEGATIVO (RIESGO) 46

TABLA IX. NIVEL DE SIGNIFICANCIA 46

TABLA X. CRITERIO DE PROBABILIDAD DEL RIESGO 49

TABLA XI. CRITERIO DE IMPACTO DEL RIESGO 49

TABLA XII. CRITERIO DE PROBABILIDAD DE LAS OPORTUNIDADES 50

TABLA XIII. CRITERIO DE IMPACTO DE LAS OPORTUNIDADES 50

TABLA XIV. NIVEL DE RIESGO U OPORTUNIDAD 51

TABLA XV. CRITERIOS PARA EL NIVEL DE RIESGO U OPORTUNIDAD 51

TABLA XVI. FACTORES DE CONVERSIÓN PARA CADA TIPO DE ENERGÍA SECUNDARIA 53

TABLA XVII. PORCENTAJE DE CONSUMO ENERGÉTICO 55

TABLA XVIII. OPORTUNIDADES DE MEJORA IDENTIFICADAS 55

TABLA XIX. CALIFICACIÓN TOTAL PARA DETERMINAR LA SIGNIFICANCIA DEL USE 56

TABLA XX. CRITERIO DE INVERSIÓN 59

TABLA XXI. CRITERIO DE PORCENTAJE DE AHORRO 59

TABLA XXII. CRITERIO DE TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN 60

TABLA XXIII. NIVEL DE PRIORIDAD 60

TABLA XXIV. EXPLICACIÓN DE LA MATRIZ DE ANÁLISIS DE BRECHAS DOCUMENTALES 64

TABLA XXV. ROLES, RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES DEL EQUIPO DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA 70

TABLA XXVI. OBJETIVOS Y METAS ENERGÉTICAS 74

TABLA XXVII. PORCENTAJE DE USO DE LOS EQUIPOS 75

TABLA XXVIII. ANÁLISIS PARA SELECCIONAR USES 77

TABLA XXIX. INDICADORES PARA IMPRENTA 8 79

TABLA XXX. IDEN PARA IMPRENTA 8 80

TABLA XXXI. INDICADORES PARA IMPRENTA 7 80

TABLA XXXII. IDEN PARA IMPRENTA 7 81

TABLA XXXIII. IDEN PARA EL TOTAL DEL CONSUMO DE LA EMPRESA 81

TABLA XXXIV. IDEN PARA TODA LA EMPRESA 82

TABLA XXXV. AHORROS ESTIMADOS POR CAMBIO DE TARIFA A LA T-MT B86

TABLA XXXVI. MATRIZ DE BRECHAS DOCUMENTALES 99

TABLA XXXVII. MATRIZ DE COMPRENSIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y SU CONTEXTO 104

TABLA XXXVIII. MATRIZ DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS 112

TABLA XXXIX. MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES 113

TABLA XL. MATRIZ DE ACCIONES PARA ABORDAR LOS RIESGOS Y LAS OPORTUNIDADES 114

TABLA XLI. MATRIZ DE ESTIMACIONES MENSUALES DE AHORRO POR CAMBIO DE TARIFA 115

TABLA XLII. ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE ENERGÍA CONSUMIDA POR LA EMPRESA 115

TABLA XLIII. MATRIZ DE LA REVISIÓN ENERGÉTICA.....116

TABLA XLIV. MATRIZ PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS ENERGÉTICOS 118

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

TFG	Trabajo Final de Graduación
SGEn	Sistema de Gestión de la Energía
SGI	Sistema de Gestión Integrado
EnMS	Energy Management System
ISO	Organización Internacional de Normalización, por sus siglas en inglés
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
GEI	Gases de Efecto Invernadero
ARESEP	Autoridad Reguladora de Servicios Públicos
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MTSS	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
T-MTb	Tarifa de Media Tensión baja
T-CO	Tarifa Comercial
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
PHVA	Ciclo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar
AE	Auditoría Energética
USEs	Usos Significativos de la Energía
IDEn	Indicadores de Desempeño Energético
LBEn	Línea Base Energética
PESTAL	Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental y Legal
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
SGC	Sistema de Gestión de Calidad
JASEC	Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago
FP	Factor de Potencia
CA	Corriente Alterna
PLC	Controladores Lógicos Programables
OEE	Eficacia Global de Equipos Productivos

RESUMEN

El presente Trabajo Final de Graduación (TFG) propone el diseño de un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) conforme a la norma INTE/ISO 50 001:2018 para una empresa dedicada a la impresión de empaques y etiquetas, con el objetivo de optimizar sus procesos energéticos, reducir costos operativos y dar oportunidad a la empresa de obtener posteriormente la certificación correspondiente. La justificación radica en la necesidad de la empresa de mejorar su eficiencia energética para ser competitiva y sostenible, enfrentando altos costos energéticos debido a la falta de un SGEn. Los objetivos incluyen: 1. Realizar un diagnóstico de brechas documentales del Sistema de Gestión Integrado (SGI) existente. 2. Diseñar la documentación del SGEn integrando procedimientos según la norma. 3. Evaluar oportunidades de mejora desde la perspectiva técnica y financiera. La metodología empleada comprendió la aplicación de herramientas de diagnóstico, análisis de Línea Base Energética, identificación de Usos Significativos de la Energía y la formulación de propuestas de mejora, respaldadas por análisis técnicos y estimaciones de ahorro económico. Entre los principales hallazgos, se identificó que dos USEs que corresponden a máquinas de impresión abarcan el 34% del consumo eléctrico total y que existe una correlación significativa entre variables operativas (metros producidos y horas de operación). Se concluye que la implementación del SGEn permitirá mejorar la eficiencia energética de forma medible, facilitar la toma de decisiones basada en datos y viabilizar el cambio a una tarifa más conveniente, generando un ahorro estimado de 13 millones de colones anuales. Además, se establecen las bases para mantener un ciclo de mejora continua del desempeño energético, alineado con los objetivos estratégicos de sostenibilidad de la empresa.

Palabras clave: Sistema de Gestión de la Energía (SGEn), Energía, INTE/ISO 50 001:2018, Eficiencia energética, Gestión energética.

ABSTRACT

This Final Graduation Project proposes the design of an Energy Management System (EnMS) based on the INTE/ISO 50 001:2018 standard for a company dedicated to the printing of packaging and labels. The objective is to optimize its energy processes, reduce operational costs, and provide the opportunity to achieve certification under the standard in the future. The problem statement lies in the company's need to improve its energy efficiency to remain competitive and sustainable, as it currently faces high energy costs due to the absence of an EnMS. The project's objectives include: 1. Conducting a gap analysis of the existing Integrated Management System, 2. Designing the EnMS documentation by integrating organizational procedures according to the standards requirements, 3. Evaluating opportunities for improvement from both technical and financial perspectives. The methodology involved the use of diagnostic tools, analysis of the Energy Baseline, identification of Significant Energy Uses, and the development of improvement proposals supported by technical analysis and economic savings estimates. Among the main findings, it was identified that two Significant Energy Uses account for 34% of total electricity consumption and there is a significant correlation between operational variables (meters produced and hours of operation). It is concluded that the implementation of the EnMS will enable measurable improvements in energy efficiency, support data-driven decision-making, and allow a transition to a more favorable electricity tariff, resulting in an estimated annual saving of 13 million colones. Furthermore, it establishes the foundation for maintaining a continuous improvement cycle in energy performance, aligned with the company's strategic sustainability goals.

Key Words: Energy Management System (EnMS), Energy, INTE/ISO 50 001:2018, Energy efficiency, Energy management.

1. INTRODUCCIÓN

La gestión eficiente de la energía se ha convertido en un tema de vital importancia debido a la creciente preocupación por el cambio climático, la seguridad energética y la sostenibilidad ambiental. La importancia de abordar estos desafíos es cada vez más evidente, ya que los problemas energéticos no solo afectan el ambiente, sino que también pueden tener repercusiones negativas en el crecimiento económico [1]. Es por esto por lo que las empresas de múltiples sectores se enfrentan al desafío de reducir su consumo energético y su huella de carbono, al mismo tiempo que buscan mejorar su competitividad y cumplir con las regulaciones y normativas cada vez más estrictas en materia ambiental. La Organización Internacional de Normalización (ISO) creó la norma ISO 50 001:2018 para proporcionar a las organizaciones un marco sistemático para mejorar su desempeño energético de forma continua, incluyendo la eficiencia energética, y el uso y consumo de la energía [2].

En el ámbito nacional, esta necesidad se refleja en programas gubernamentales orientados a promover la eficiencia energética y la transición hacia fuentes de energías renovables. Estas iniciativas adquieren una relevancia crucial en cuanto al séptimo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); “Energía asequible y no contaminante”, el cual aboga por garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos [3]. Costa Rica ha establecido objetivos para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y asumir su responsabilidad en la lucha contra el calentamiento global.

Para lograr lo anterior, el país se ha comprometido a continuar con el desarrollo de una trayectoria sostenible por medio de aportes técnicos de diferentes instituciones y la participación voluntaria de empresas privadas. Esto cobra especial relevancia debido a que, en los últimos años, el consumo energético ha experimentado un crecimiento constante y ha provocado preocupaciones debido a sus impactos negativos en el ambiente [4]. Por esta razón, las empresas se ven impulsadas a implementar los Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn) con los objetivos de optimizar y planificar el consumo energético desde la sostenibilidad ambiental y social, mientras que la gestión de la demanda energética disminuye los impactos económicos [5].

Por otro lado, la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP) en conformidad con el Decreto Ejecutivo N°40509 emitido por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), estableció la Tarifa de Media Tensión baja (T-MT b). Esta tarifa es dirigida a empresas electro intensivas y a aquellas que se encuentren certificadas bajo la norma INTE/ISO 50 001:2018. Dicha certificación les permite acceder a reducciones significativas en los precios tarifarios por potencia media [6].

La empresa para la que se diseña el sistema, Flexográfica de Exportación S.A., se dedica a la fabricación de empaques y etiquetas de banda angosta, y se ha propuesto el objetivo de optimizar sus procesos energéticos para mejorar su eficiencia operativa. Dicho enfoque resulta relevante en un entorno empresarial donde la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental son factores clave para la competitividad. A pesar de su destacada posición en el mercado y su compromiso con la calidad e innovación, la empresa aún no ha implementado un SGEn, lo que representa una oportunidad para la mejora. Lo anterior se traduce en costos operativos y energéticos más altos de lo esperado, lo cual representa un área clave para fortalecer su mejora continua y competitividad. En este contexto, la implementación del SGEn no solo busca abordar desafíos actuales como la cultura de ahorro energético, costos operativos y fluctuaciones eléctricas, sino también obtener la certificación de la norma INTE/ISO 50 001:2018. Esta certificación permitirá posteriormente la transición hacia la T-MT b, aprobada por el ARESEP, desde la Tarifa Comercial (T-CO) existente.

Para diseñar el SGEn propuesto a la empresa, se debe seguir un proceso estructurado que involucra una serie de pasos. En primer lugar, se realiza un diagnóstico de brechas documentales de las normas con las que cuenta el SGI de la empresa y la norma INTE/ISO 50 001:2018. Una vez completada la primera etapa, se procede con el diseño de toda la documentación requerida para el SGEn utilizando el formato establecido por la norma e integrando los procedimientos de la organización. Por último, se evalúan diferentes oportunidades de mejora desde dos perspectivas; técnica y financiera. De esta forma, se identificarán soluciones que mejoren la eficiencia energética, y que sean visibles desde el aspecto económico, garantizando beneficios tanto para el ambiente como para el rendimiento financiero de la empresa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Desarrollar un SGEn conforme a la norma INTE/ISO 50 001:2018 para una empresa dedicada a la flexografía.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de brechas documentales de las herramientas del sistema de gestión integrado con el que cuenta la organización
- Diseñar la documentación para el SGEn donde se integren los procedimientos de la organización con base en los requisitos establecidos por la norma
- Evaluar de manera técnica y financiera oportunidades de mejora

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA

La gestión de la energía y la eficiencia energética son conceptos fundamentales en el contexto empresarial actual, debido a que la preocupación por el cambio climático y el calentamiento global ha llevado a las organizaciones a establecer políticas para reducir las emisiones de dióxido de carbono y así mitigar el efecto invernadero [2]. La gestión de la energía se refiere al proceso de supervisión, control y optimización del uso y consumo de energía en una organización o empresa por medio de tecnologías adecuadas, así como la promoción de actividades y procedimientos de gestión [3]. En este sentido, la eficiencia energética es un aspecto crucial, ya que influye tanto en la competitividad económica como en la responsabilidad social de operar empresas respetuosas con el ambiente [2]. Esta eficiencia se define como el uso de energía en relación con la producción de bienes o servicios, con el objetivo de disminuir el consumo de energía mientras se aumenta la cantidad de producto o servicio generado durante el proceso de producción [2].

Adicionalmente, después de algunos de problemas identificados en relación con la gestión de la energía, se han evaluado diversos criterios y objetivos con el fin de desarrollar enfoques de toma de decisiones que aborden múltiples aspectos o criterios. Por esta razón, se han creado tanto marcos conceptuales como herramientas prácticas para mejorar la comprensión

del concepto de gestión energética. Con el tiempo, el desafío ha evolucionado hacia el diseño de procesos de planificación y toma de decisiones efectivas en niveles organizacionales, de tal manera que se alcance un desarrollo sostenible a nivel local y global [1].

Entre estas iniciativas destacan los SGEn, que son herramientas y procesos estructurados y diseñados para asistir a las organizaciones en la elaboración y ejecución de su política energética, así como en la gestión de aquellos aspectos de sus actividades, productos o servicios que inciden con el uso de la energía [7]. La aplicación de estos sistemas se sustenta en estándares reconocidos internacionalmente, como la norma ISO 50 001:2018, y requiere de una guía en donde se documenten a detalle los pasos necesarios para su implementación, mantenimiento y mejora continua, con el objetivo de maximizar la eficiencia y minimizar la inversión de recursos [7].

Los SGEn se fundamentan en la premisa de que la gestión óptima de la energía es esencial para garantizar tanto la sostenibilidad como la competitividad de una organización. Estos sistemas son importantes por su capacidad para respaldar a las organizaciones que desean mejorar su eficiencia energética y reducir al mínimo su huella ambiental negativa [3]. De acuerdo con el estándar, los pilares fundamentales de un SGEn abarcan diversos aspectos como; la Responsabilidad de la dirección, Política energética, Planificación energética, Implementación y operación, Verificación y Revisión por la Alta Dirección [5].

2.1.1. Beneficios de la implementación de un SGEn en empresas

La implementación de un SGEn en una empresa conlleva una serie de beneficios significativos que van más allá de una reducción de costos operativos. Al implementar un SGEn, la empresa puede establecer y alcanzar objetivos y metas energéticas, tomar acciones necesarias que le permitan una mejora en su desempeño energético, y demostrar la conformidad de su sistema con respecto a los requisitos planteados en la norma INTE/ISO 50 001:2018 [7].

Además, la implementación de un SGEn en una empresa le ayuda a posicionarse estratégicamente de manera proactiva en iniciativas a nivel nacional, como el Plan Nacional de Descarbonización (2018 – 2050). Específicamente, la empresa puede impactar

positivamente en los ejes 4 y 6 del plan, que se centran en la consolidación del sistema eléctrico nacional y la modernización del sector industrial, respectivamente [8]. El eje 4 del Plan Nacional de Descarbonización se enfoca en la modernización del sistema eléctrico nacional para hacer frente a los desafíos de la descarbonización, digitalización y descentralización en la producción de energía, junto con la promoción de la eficiencia energética.

Por otro lado, el eje 6 se centra en la transformación del sector industrial hacia tecnologías y procesos de bajas emisiones, así como promover la economía circular. Por lo tanto, la implementación de un SGEn en una organización contribuye a ambos ejes, al optimizar el uso de energía, adoptar tecnologías sostenibles y promover prácticas de economía circular. Esto fortalece la capacidad del sistema eléctrico nacional y fomenta la transformación tecnológica y la sostenibilidad en el sector comercial, impulsando los objetivos del plan [8].

Entre los beneficios más relevantes, tanto tangibles como intangibles, derivados de la implementación de un SGEn, se pueden mencionar los siguientes [9]:

- Reducción del consumo energético total mediante la identificación de áreas con oportunidades de mejora
- Mejora del desempeño energético por medio del seguimiento de objetivos
- Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero al ambiente
- Aumento de la vida útil de los equipos
- Mejor retorno de inversión en proyectos energéticos
- Acceso a incentivos o financiamientos verdes
- Cultura organizacional de todo el personal orientada a la eficiencia
- Mejora de la imagen corporativa y ventaja competitiva en el mercado
- Mayor compromiso y participación por parte del personal
- Facilita auditorías y certificaciones futuras
- Mayor resiliencia ante variaciones en el costo de la energía
- Integración efectiva con otros sistemas de gestión
- Mejora continua del conocimiento técnico en energía
- Garantiza el cumplimiento de requisitos legales

2.2. CONTEXTO DE LA NORMA INTE/ISO 50 001:2018

En el 2007, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) reconoció la importancia de buscar una respuesta al cambio climático y examinó las normas internacionales relacionadas con la energía. Posteriormente la ONUDI solicitó a la ISO desarrollar un estándar internacional sobre la gestión de la energía [10]. La norma se crea con una participación de especialistas de 67 países y fue publicada en junio del 2011, estimándose que podría influir en un 60% en el uso de la energía a nivel mundial [11]. La norma INTE/ISO 50 001:2018 se actualizó en el 2018, esta última edición incorpora una serie de mejoras, como un enfoque basado en riesgos, y también profundiza en el análisis del contexto de la organización, que incluye las necesidades y expectativas de las partes interesadas [5].

El objetivo de la norma INTE/ISO 50 001:2018 es facilitar que las empresas puedan establecer los sistemas y procedimientos requeridos para mejorar de manera continua su rendimiento energético, abarcando aspectos como la eficiencia energética, la gestión del uso de la energía y la optimización del consumo energético [5]. Esta norma internacional está estrechamente ligada a la eficiencia de los SGEn, con el fin de buscar la optimización de los costos de producción de los bienes y la reducción de costos operativos que se encuentran a lo largo de la cadena de valor organizacional [11].

2.2.1. Proceso de implementación de la norma

La norma INTE/ISO 50 001:2018 se basa en el enfoque de mejora continua establecido en el PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), tal y como se observa en la Figura 2.2.1., y toma como referencia otras normas de gestión reconocidas como la norma ISO 9 001 (gestión de calidad) y la ISO 14 001 (gestión ambiental) [3].

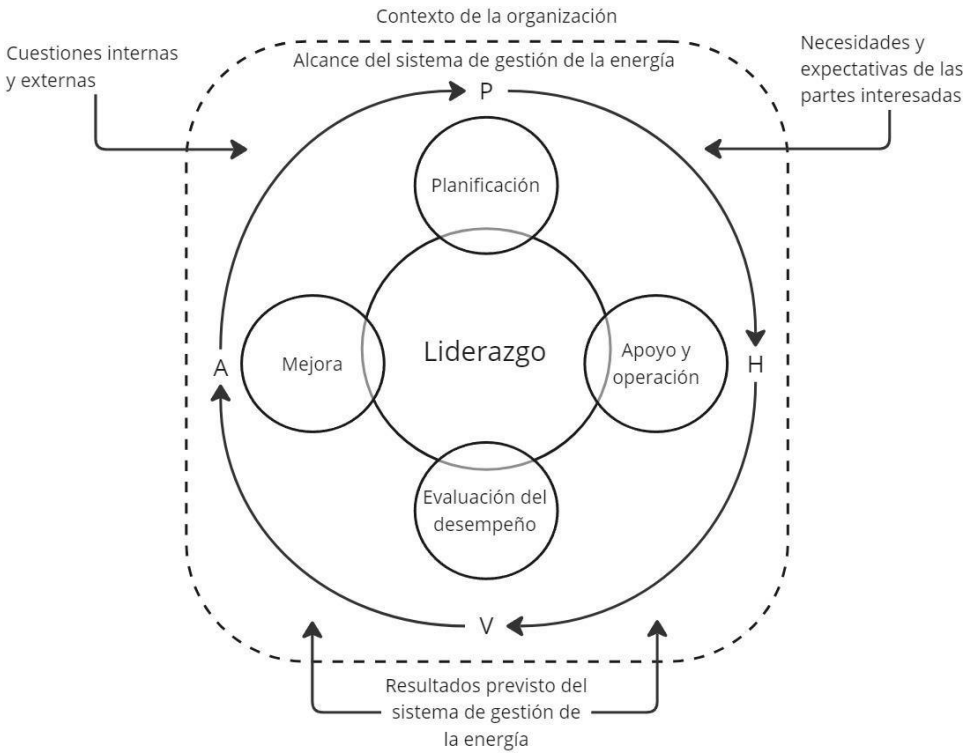


Fig. 2.2.1. Ciclo Planificar – Hacer – Verificar – Actuar [5].

Los cuatro componentes que fundamentan este enfoque basado en la gestión de la energía pueden resumirse de la siguiente manera; "Planificar" abarca el establecimiento del contexto de la organización, la formulación de la política energética y la creación del equipo de gestión de la energía. Además, incluye la consideración de acciones que permitan abordar riesgos y oportunidades, la realización de una revisión o auditoría energética (AE), la identificación de los Usos Significativos de la Energía (USEs), el establecimiento de los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn) y la Línea Base Energética (LBEn), así como la definición de metas y objetivos energéticos y sus correspondientes planes de acción.

La fase "Hacer" incluye la implementación de los planes de acción, controles operacionales y de mantenimiento, la comunicación efectiva y la integración del desempeño energético en el diseño. La etapa de "Verificar" se centra en el seguimiento, medición, análisis, evaluación, auditoría y la revisión del desempeño energético por parte de la dirección. Finalmente, la fase "Actuar" se refiere a la adopción de medidas para corregir las no conformidades y mejorar continuamente el desempeño energético y el SGEn en general [10].

La estructura de la norma INTE/ISO 50 001:2018 se compone de diez apartados, los cuales abarcan diferentes aspectos para establecer un SGEn eficaz. Estos apartados incluyen el alcance del sistema, referencias normativas, términos y definiciones, el contexto de la organización, liderazgo, planificación, apoyo, operación, evaluación del desempeño y la mejora [3]. La elaboración del SGEn conforme a la norma, no está limitada a una estructura predefinida e inflexible, en su lugar, lo que se requiere es seguir los pasos establecidos en los diferentes apartados, no obstante, es esencial que al desarrollar el sistema se redacte un Manual del Sistema de Gestión de la Energía que abarque de manera minuciosa todos los aspectos de este.

Dicho manual debe ser redactado con claridad para asegurar que su contenido sea compresible para todos los integrantes y partes interesadas de la organización. En él, deben incluirse los métodos de medición de cada uno de los consumos energéticos, los análisis realizados y las responsabilidades asignadas a cada persona del equipo de gestión de la energía [10]. Los apartados que son requisitos indispensables para la implementación exitosa de un SGEn de acuerdo con la norma son aquellos que abarcan el contexto de la organización, el liderazgo, la planificación, el apoyo, la operación, la evaluación del desempeño y la mejora continua.

2.2.2. Contexto de la organización

En el cuarto apartado de la norma se establece que la organización debe identificar cuestiones externas e internas que sean pertinentes para su propósito, y que podrían afectar su capacidad para lograr los resultados previstos del SGEn y mejorar su desempeño energético [5]. El propósito de esta sección en la norma es garantizar que la organización considere su cultura interna, el progreso tecnológico y su situación financiera durante los procesos de diseño, implementación, supervisión y mejora del SGEn. Además, deben tener en cuenta factores políticos, legales, tecnológicos, socioculturales, ambientales y económicos tanto a nivel nacional como internacional, junto con cualquier otro elemento que sea relevante para su entorno externo e interno [12].

Adicionalmente, en esta sección se deben comprender las necesidades y las expectativas de las partes interesadas como accionistas, empleados, proveedores, clientes y otros que de

alguna manera se encuentren relacionados con la empresa [13]. Generalmente, para abordar este análisis de forma sistemática, se suelen emplear herramientas como el análisis FODA y/o el análisis PESTAL. El análisis FODA consiste en una metodología para evaluar tanto las fortalezas como las debilidades dentro de la situación interna de una empresa, y también incluye una evaluación externa que permite identificar las oportunidades y amenazas presentes en el entorno [14].

Asimismo, el análisis PESTAL es otra herramienta empleada para comprender mejor su entorno macroeconómico, centrándose en examinar factores externos que pueden impactar a la organización. Dichos factores se dividen en seis categorías; políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales [15]. En conjunto, tanto el análisis FODA como el PESTAL proporcionan la comprensión de los entornos internos y externos de la organización, facilitando la toma de decisiones informadas y estratégicas.

2.2.3. Liderazgo

En el apartado de liderazgo, la Alta Dirección corresponde al grupo de personas que dirigen y controlan la organización [16], y deben demostrar su compromiso sobre la mejora continua en su desempeño energético y la eficiencia de su SGEn [5]. Dicho compromiso queda evidenciado por medio de la participación y el seguimiento activo de la política, así como de los objetivos y metas planteadas, garantizando que estén alineadas con la planificación estratégica y con el contexto de la organización [13].

Además, es fundamental que se establezca una política energética clara, la cual debe reflejar los valores y compromisos de la organización en materia de uso eficiente de la energía y sostenibilidad, y debe encontrarse disponible como documentación y ser comunicada, revisada y actualizada periódicamente dentro de la organización [16]. Asimismo, la Alta Dirección debe designar un equipo de gestión de la energía compuesto por diferentes personas con roles, responsabilidades y autoridades definidas, encargadas de supervisar y coordinar las acciones relacionadas con la gestión energética. Este equipo será responsable de implementar las políticas, estrategias energéticas y planes de acción, así como de monitorear el cumplimiento de los objetivos establecidos en el SGEn, presentar informes

sobre su desempeño y mejora, asegurando así una gestión eficiente de la energía dentro de la organización [16].

2.2.4. Planificación

Al planificar el SGEn se deben considerar riesgos y oportunidades ya sean externos o internos, con el fin de prevenir o reducir los efectos no deseados. La organización debe planificar las acciones concretas que tomará para abordar estos riesgos y oportunidades. Además, la organización debe establecer objetivos y metas energéticas que sean coherentes con la política energética de la empresa, cuantificables, y alineados con los requisitos aplicables, y que también contemplen las oportunidades para mejorar el rendimiento energético [5]. Asimismo, es necesario realizar un análisis exhaustivo de las causas y efectos que pueden incidir en el programa de gestión de la energía y en el logro de los objetivos energéticos establecidos [13].

La organización debe realizar una revisión energética por medio de una Auditoría Energética (AE) en donde se detalle el consumo y uso de la energía por medio de la identificación del equipo y personal que incide en el desempeño energético de la empresa [17]. El procedimiento de una AE se divide en cuatro fases, la primera consiste en el análisis de la estructura energética, la segunda en el análisis de la eficiencia energética, la tercera fase en la evaluación de medidas de ahorro energético, y la última concluye con la elaboración de un informe final de auditoría, en el cual se detallan cada uno de los pasos realizados a lo largo de todo el proceso [17].

Para realizar el balance de energía, primero se deben cuantificar todos los tipos de energía utilizados en las instalaciones, debido a que la energía en la organización puede presentarse de diferentes formas. Se debe utilizar la siguiente ecuación establecida por US. Department of Energy, para reportar todos los tipos de energía sobre la base de la energía primaria [18]:

$$ECPe = ECDe * n \qquad \textbf{(Ecuación 1)}$$

Donde

$ECPe = Consumo\ de\ energía\ primaria$

$ECDe = Consumo\ de\ energía\ entregado$

$n = Multiplicador\ de\ energía\ según\ el\ tipo\ de\ fuente$

Una vez realizada la revisión energética, se pueden determinar los USEs que corresponden a las actividades, equipos o procesos que consumen mayores cantidades de energía y que además, involucran un potencial considerable para la mejora del desempeño energético [19]. Posteriormente, es necesario definir una LBEn junto con los IDEn, los cuales representan mediciones fundamentales realizadas en la empresa para la supervisión y evaluación del rendimiento [20], deben estar segmentados por sección y proceso dentro de la organización, con el fin de tener una visión clara y detallada del desempeño energético en todos los niveles jerárquicos [13].

Asimismo, como parte fundamental de la planificación del SGEn, es necesario establecer un plan estructurado para la recopilación de datos energéticos. Esta planificación debe asegurar que la información recolectada sea confiable, precisa y suficiente para analizar el desempeño energético y tomar decisiones informadas. La organización debe identificar qué datos son necesarios, con qué frecuencia se recopilarán, qué métodos se emplearán para su medición y quién será responsable del proceso. Además, se debe garantizar la veracidad de los datos mediante la verificación metrológica de los instrumentos de medición utilizados. Esto implica asegurar que los equipos estén calibrados y que cumplan con las tolerancias establecidas [7].

2.2.5. Apoyo

En términos de apoyo, es esencial que la organización comprenda la relevancia de involucrar a todas las áreas en la mejora del rendimiento energético. Todas las personas responsables de operar los USEs deben estar familiarizados con la política energética y ser conscientes de su papel en la eficacia del SGEn. Para lograr este objetivo, es necesario proporcionar capacitación en las habilidades y competencias necesarias al personal correspondiente. Además, todas las actividades y procedimientos deben estar debidamente documentados y comunicados para garantizar una gestión eficaz [19].

2.2.6. Operación

La organización debe llevar a cabo una planificación integral, implementación y control de los procesos vinculados a sus USEs para garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos [5]. Además, es crucial que la organización tenga en cuenta las oportunidades de mejora en el rendimiento energético y el control operacional al diseñar y adquirir instalaciones, equipos, sistemas y procesos que requieran energía, ya sea en proyectos nuevos, modificados o renovados, considerando su potencial impacto en el desempeño energético a lo largo de su vida útil planificada o esperada [5].

2.2.7. Evaluación del desempeño

La organización debe establecer un procedimiento para evaluar regularmente, en intervalos planificados, el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos vinculados a la eficiencia energética, el uso y consumo de energía, así como el SGEn [5]. Para garantizar el cumplimiento de la normativa, se deben programar auditorías internas, llevadas a cabo al menos una vez al año, con auditores internos debidamente capacitados. La Alta Dirección de la organización debe estar al tanto del progreso de estas auditorias y tomar medidas correctivas según sea necesario [13].

2.2.8. Mejora

El último apartado de la norma establece que la organización debe buscar constantemente mejorar la idoneidad y eficacia de su SGEn, demostrando así una mejora continua en su desempeño energético [5]. La organización logrará mejoras de acuerdo con sus prioridades, y será la encargada de determinar las tasas, magnitudes y plazos de las acciones que respaldan la mejora continua, considerando su contexto y economía [19].

En resumen, la aplicación práctica de la norma implica la adaptación de estos requisitos a las características y necesidades específicas de cada organización, estableciendo procesos y procedimientos documentados que garanticen su cumplimiento y faciliten la mejora continua.

2.3. CONTEXTO DE LA EMPRESA Y SU INDUSTRIA

La empresa para la que se diseñó el sistema corresponde a una empresa costarricense perteneciente al sector manufacturero, específicamente a la industria de fabricación de etiquetas y empaques flexibles. Fue fundada en 1994 como un emprendimiento familiar con la visión de atender una necesidad emergente del mercado: ofrecer etiquetas que combinaran alta calidad, confiabilidad en los tiempos de entrega, flexibilidad en la producción y un enfoque constante en la innovación. A lo largo de los años, la empresa ha consolidado su posición como proveedor estratégico tanto en el mercado nacional como en el internacional, diferenciándose por la personalización de sus soluciones, la atención al cliente y la mejora continua de sus procesos [21].

La visión organizacional de la empresa es "ser la empresa líder en el mercado flexográfico de banda angosta mediante la alta calidad de sus procesos, productos y atención, a la vez que se incrementa el porcentaje de producción para la exportación y se exploran nuevas oportunidades de mercado, manteniendo como prioridad la satisfacción de los clientes y el desarrollo humano" [21]. Esta declaración refleja el compromiso de la organización con el crecimiento sostenible y la excelencia técnica.

Actualmente, la empresa cuenta con un Sistema de Gestión Integrado (SGI) en el que se incorpora un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) certificado bajo la norma INTE/ISO 14 001:2015 y un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) certificado bajo la norma INTE/ISO 9 001:2015. La implementación y mantenimiento de estas certificaciones evidencian su compromiso con la mejora continua, el cumplimiento normativo y la reducción de sus impactos ambientales.

El SGEn del presente trabajo se diseña para esta empresa ubicada en la provincia de Cartago, dedicada a la producción, comercialización y distribución de etiquetas, empaques flexibles, mangas termo encogibles y otros productos. Su infraestructura comprende oficinas administrativas, planta de producción y una bodega donde se almacena la materia prima y el producto terminado para su posterior distribución. La planta opera de manera continua, 24 horas al día, seis días a la semana, y la empresa cuenta con aproximadamente 102 colaboradores.

La oferta de productos incluye una amplia gama de soluciones de impresión como etiquetas adhesivas, termo encogibles, etiquetas flexibles, wrap around y otros tipos de empaques, los cuales son utilizados en sectores como alimentos y bebidas e industria médica. Un aspecto diferenciador de la empresa es su capacidad para ajustarse a los requerimientos específicos de cada cliente, lo que implica flexibilidad en la formulación de tintas, selección de sustratos, acabados, troquelado y adaptabilidad a diversas presentaciones comerciales.

El proceso productivo está centrado en la tecnología de impresión flexográfica, un método que se ha posicionado como uno de los más utilizados en la industria del empaque gracias a sus ventajas de rapidez, bajo costo, soluciones ambientales y alta calidad. Principalmente se emplea en la impresión de empaques, impresiones de seguridad, productos farmacéuticos, y la electrónica comercial impresa [22]. Este método de impresión utiliza una placa flexible en relieve, típicamente fabricada de caucho o fotopolímero, colocada sobre un cilindro para poder transferir tinta a un sustrato, como papel, plástico o metal [23]. Además, permite trabajar con tintas base agua y solventes, lo cual contribuye a la sostenibilidad del proceso.

Las máquinas de impresión 3, 4, 5, 7 y 8 son las principales responsables del proceso productivo. Entre ellas, las máquinas 7 y 8 constituyen los Usos Significativos de la Energía en la empresa. Debido a que las imprentas operan con tecnología de impresión en cuatricromía (cian, magenta, amarillo y negro) permiten una alta definición y fidelidad de imagen en los productos terminados [24]. Estas máquinas funcionan en líneas de producción con tres turnos diarios, los seis días de la semana, manteniendo una alta demanda energética constante, convirtiéndose en un punto crítico para la optimización del desempeño energético.

La empresa es abastecida con energía eléctrica en media tensión, bajo la tarifa T-CO (tarifa comercial) establecida por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). En la categoría tarifaria de la Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago (JASEC), se encuentra bajo la T-2, destinada a “Industrias y Comercio con consumo mensual igual o superior a 20 000 kWh y 8 kW” [25]. Durante el último año, el consumo energético anual fue de aproximadamente 598 140 kWh, con una facturación total por consumo eléctrico de ₡76 089 337.

Cabe destacar que, históricamente, la gestión energética de la empresa ha sido sin herramientas sistemáticas para el monitoreo continuo, análisis de patrones de consumo ni identificación de oportunidades de mejora específicas para sus equipos. En este contexto, el diseño e implementación de un SGEn basado en la norma INTE/ISO 50 001:2018 representa una oportunidad estratégica clave. Aunque su adopción no es de cumplimiento obligatorio, permite mejorar continuamente el desempeño energético y abre la posibilidad de evaluar un cambio de tarifa eléctrica hacia opciones como la T-MT b (Tarifa de Media Tensión baja). Esta tarifa en media tensión fue creada por ARESEP en 2016 para empresas electro intensivas con una demanda mínima de potencia mensual de 2 000 kW y un consumo energético mensual igual o superior a 1 000 000 kWh durante al menos 10 de los 12 meses del año. Posteriormente, se habilitó la opción de acceder a esta tarifa para aquellas empresas que, sin cumplir esos requisitos de consumo, obtuvieran la certificación de la INTE/ISO 50 001:2018 [6].

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología desarrollada en el presente trabajo se fundamenta en los apartados establecidos en la norma INTE/ISO 50 001:2018, que la empresa debe cumplir para implementar un SGEn.

3.1. DIAGNÓSTICO DE BRECHAS ENTRE SISTEMAS

La elaboración del diagnóstico documental de brechas para los sistemas se llevó a cabo con el objetivo de integrar la documentación y la información pertinente existente en el SGI de la empresa, certificado bajo las normas INTE/ISO 9 001:2015 e INTE/ISO 14 001:2015, con los requerimientos faltantes necesarios para la elaboración y posterior implementación del SGEn, ya que este difiere en algunos requisitos debido a que es una norma muy cuantificable y meramente enfocada en energía. El diagnóstico se realizó para cada uno de los apartados de la norma INTE/ISO 50 001:2018, identificando la información o los documentos requeridos que estaban ausentes en el SGI en una matriz y posteriormente, se discutió sobre la unificación de la documentación pertinente de los sistemas.

3.2. DESARROLLO DOCUMENTAL

El desarrollo documental es crucial al estandarizar procesos, garantizar el cumplimiento de normativas y asegurar la trazabilidad de la información. De manera similar a cómo la planificación estratégica establece los pasos para alcanzar los objetivos de la empresa, la documentación adecuada facilita la implementación de las estrategias y la adaptación a cambios, contribuyendo al éxito organizacional [26].

Bajo este contexto, se llevó a cabo un análisis detallado de los requisitos documentales exigidos por la norma, con el objetivo de identificar y desarrollar los documentos esenciales para la implementación del SGEn. En particular, se trabajó en la creación y adaptación de documentos alineados con los capítulos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 de la norma, que abarcan el contexto de la organización, el liderazgo, la operación, la evaluación del desempeño y la mejora continua.

La elaboración de estos documentos se realizó siguiendo un enfoque estructurado que permitió garantizar la coherencia con las prácticas existentes en la empresa y facilitar su integración dentro del SGI. A continuación, se detalla el proceso seguido para la identificación, creación y adaptación de la documentación requerida.

3.2.1. Contexto de la organización

Comprensión de la organización y su contexto

Para definir el contexto de la organización, se profundizó en el análisis de cuestiones internas y externas que pueden influir o estar relacionadas con el desempeño energético que se espera lograr con el SGEn.

Para realizar dicho análisis, se utilizaron dos de las herramientas más comúnmente utilizadas en la gestión estratégica; el análisis FODA y el análisis PESTAL. El análisis FODA permitió identificar y evaluar los factores que pueden afectar tanto positiva como negativamente el desempeño energético de la organización. Este análisis incluyó la identificación de los recursos y capacidades internas que pueden ser aprovechados, así como las áreas de mejora que requieren atención.

Por otro lado, el análisis PESTAL se centró en la revisión de políticas gubernamentales, tendencias económicas, factores sociales, avances tecnológicos, consideraciones ambientales y requisitos legales que podrían influir en el desempeño energético de la empresa. El proceso de análisis se llevó a cabo mediante la recopilación y revisión de datos y matrices de la empresa, y la consulta con los líderes de los departamentos del SGI, Salud, Seguridad y Ambiente, y con Gerencia, para asegurar una visión integral y colaborativa en la identificación y evaluación de los factores internos y externos.

Una vez recolectada toda la información relacionada al ambiente de la empresa, se procedió a realizar una evaluación de pertinencia, para esto, se establecieron los siguientes criterios:

Impacto en el SGEn:

TABLA I

ESCALA DE IMPACTO EN EL SGEN

Escala de Impacto en el SGEn		
Valor	**Descripción**	
3	Alto	La cuestión afecta directamente decisiones clave relacionadas con el uso y consumo de energía, implica cambios en procesos operativos o inversiones relevantes, y tiene implicaciones en el cumplimiento de metas energéticas o legales.
2	Medio	La cuestión influye en prácticas energéticas específicas o áreas determinadas de la organización, con efectos medibles, pero sin comprometer el cumplimiento global de los objetivos del SGEn.
1	Bajo	La cuestión tiene un relación indirecta o limitada con la gestión energética, y su influencia no se refleja en decisiones, procesos ni resultados energéticos de forma observable.

Nota: La tabla I indica los criterios de impacto en el sistema, y especifica los valores asignados como 1. Bajo, 2. Medio y 3. Alto.

Control:

TABLA II

ESCALA DE CONTROL

Escala de Control		
Valor	**Descripción**	
3	Directo	La organización puede tomar decisiones internas y ejecutar acciones concretas que modifiquen o gestionen completamente la cuestión (por ejemplo, políticas internas, cambios tecnológicos, asignación de recursos).
2	Indirecto	La organización puede influir parcialmente sobre la cuestión a través de terceros, alianzas, participación en políticas, negociaciones o acciones complementarias, aunque no tenga control total.
1	Nulo	La cuestión depende totalmente de factores externos (políticas públicas, clima, mercado internacional, etc.) sin posibilidad de ser modificada por decisiones internas.

Nota: La tabla I indica los criterios de escala de control, y especifica los valores asignados como 1. Nulo, 2. Indirecto y 3. Directo.

Urgencia:

TABLA III

ESCALA DE URGENCIA

Escala de Urgencia		
Valor	**Descripción**	
3	Inmediato	La cuestión debe abordarse en un plazo no mayor a 3 meses porque afecta directamente el cumplimiento de objetivos energéticos, normativos o genera riesgos operativos.
2	Corto plazo	La cuestión requiere atención dentro de un periodo de 3 a 12 meses para evitar que se convierta en un obstáculo para la mejora del desempeño energético.
1	Largo plazo	La cuestión puede monitorearse o gestionarse después de los próximos 12 meses, ya que no afecta directamente las prioridades actuales del SGEn.

Nota: La tabla III indica los criterios de escala de urgencia, y especifica los valores asignados como 1. Largo plazo, 2. Corto plazo y 3. Inmediato.

Relevancia estratégica:

TABLA IV

ESCALA DE RELEVANCIA ESTRATÉGICA

Escala de Relevancia estratégica		
Valor	**Descripción**	
3	Alta	La cuestión está directamente relacionada con las metas estratégicas, energéticas y organizacionales (como eficiencia energética, competitividad, sostenibilidad o cumplimiento normativo clave).
2	Media	La cuestión contribuye indirectamente al logro de metas estratégicas, pero no representa un elemento central o prioritario dentro del SGEn.
1	Baja	La cuestión no guarda una relación directa con los objetivos estratégicos de la organización ni del SGEn, o su influencia es muy baja en la toma de decisiones estratégicas.

Nota: La tabla IV indica los criterios de escala de relevancia estratégica, y especifica los valores asignados como 1. Baja, 2. Media y 3. Alta.

Cada uno de los criterios anteriores tienen calificaciones de 3, 2 y 1, dependiendo del contexto o nivel para cada criterio. Posteriormente se hace una suma y según el resultado se considera que el aspecto es pertinente o no, de acuerdo con el siguiente cuadro:

TABLA V

ESCALA DE PERTINENCIA PARA EL CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN

Escala de pertinencia	
Valores	**Pertinencia**
Entre 4 y 8	No es pertinente
Entre 9 y 12	Es pertinente

Nota: La tabla V indica la escala de pertinencia para el contexto de la organización, y especifica los valores asignados como pertinente o no pertinente.

Para realizar la evaluación de pertinencia, se desarrolló una herramienta Excel en la que se aplicaron los criterios previamente definidos. A partir de la suma de los puntajes asignados a una de las cuestiones, se determinó su pertinencia de acuerdo con la escala establecida (ver Tabla V). Las cuestiones pertinentes se detallan en el apartado "**Comprensión de la organización y su contexto**" en los resultados y discusión.

Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

Se llevó a cabo un análisis de partes interesadas del SGEn siguiendo la estructura previamente desarrollada para el SGI. Para la recopilación de información, se utilizaron los resultados del análisis de partes interesadas del SGI, complementados con dos encuestas elaboradas en Google Forms que fueron dirigidas una hacia los colaboradores, y otra a los clientes y proveedores de la empresa con el objetivo de identificar sus intereses y expectativas en relación con el SGEn.

Una vez que se obtuvo la información por medio de las encuestas, se modificó la matriz de partes interesadas del SGI añadiendo un análisis de pertinencia para el SGEn que incluía cuatro criterios para evaluar cuáles partes interesadas eran pertinentes;

- Afecta los requisitos legales u otros
- Alteración a los recursos energéticos
- Impacto en el presupuesto energético
- Afectación del desempeño energético

Si la parte interesada afecta o impacta en el criterio se colocaban un valor 1 y si no, un valor de 0, luego, se sumaron los criterios y se determinaba que la parte interesada era pertinente si el valor obtenido era de 3 o 4.

Posteriormente se especificaron las necesidades y expectativas para las partes interesadas pertinentes y luego, se determinó si las necesidades o expectativas suponen un riesgo u oportunidad y se realizó nuevamente una evaluación de significancia con dos criterios adicionales:

Nivel de probabilidad:

TABLA VI

NIVEL DE PROBABILIDAD

Nivel de probabilidad		
Valor	Resultado	Descripción
3	Alto	Ocurre con mayor frecuencia (Diario o semanal)
2	Medio	Ocurre con frecuencia intermedia (Mensual)
1	Bajo	Casi nunca ocurre o nunca ha ocurrido (Anual)

Nota: La tabla VI indica los criterios del nivel de probabilidad, y especifica los valores como 1. Bajo, 2. Medio y 3. Alto.

Nivel de riesgo u oportunidad

TABLA VII

NIVEL DE IMPACTO POSITIVO (OPORTUNIDAD)

Nivel de impacto positivo (oportunidad)		
Valor	Resultado	Criterio
3	Alto	Una gran oportunidad para alcanzar los objetivos y metas del SGEn, con beneficios a corto plazo (Menos de 6 meses).
2	Medio	Oportunidad de alcanzar ciertos objetivos y metas del SGEn, con beneficios a mediano plazo (6 – 12 meses).
1	Bajo	Oportunidad para lograr algunos objetivos y metas del SGEn, con beneficios que se perciben a largo plazo o que pueden no presentar beneficios (Mayor a 12 meses).

Nota: La tabla VII indica los criterios del nivel de impacto positivo para las oportunidades y especifica los valores asignados como 1. Bajo, 2. Medio y 3. Alto.

TABLA VIII

NIVEL DE IMPACTO NEGATIVO (RIESGO)

Nivel de impacto negativo (riesgo)		
Valor	Resultado	Criterio
3	Alto	El contexto planteado presenta un impedimento directo para alcanzar los objetivos y metas del SGEn, con consecuencias legales, técnicas o económicas.
2	Medio	El contexto planteado puede causar retrasos, ineficiencias o desvíos en el cumplimiento de los objetivos del SGEn, afectando su desempeño.
1	Bajo	El contexto planteado tiene riesgos menores, afecta procesos no prioritarios o genera desviaciones que pueden ser controladas fácilmente sin comprometer los objetivos principales del SGEn.

Nota: La tabla VIII indica los criterios del nivel de impacto negativo para los riesgos y especifica los valores asignados como 1. Bajo, 2. Medio y 3. Alto.

Y, por último, se estableció un valor para los considerados como altamente significativos de acuerdo con el puntaje obtenido después de la sumatoria de los criterios, y a estas necesidades o expectativas significativas son a las que se les plantearon acciones.

TABLA IX

NIVEL DE SIGNIFICANCIA

Nivel de significancia	
5 a 6	Significante
2 a 4	No significante

Nota: La tabla IX indica el nivel de significancia y especifica los valores que determinan si es significante o no significante.

Paralelamente, se realizó un análisis del cumplimiento de los requisitos legales en materia energética aplicables al SGEn. La empresa cuenta con el soporte de asesoría legal externa, que permitió identificar los requisitos energéticos ya gestionados dentro del SGI, y se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva para determinar los requisitos legales energéticos adicionales que no estaban previamente identificados.

Como resultado de este proceso, se consolidó una matriz de requisitos legales, en la que se documentan aspectos clave como la referencia normativa, el título legal, el requisito legal aplicable, la entidad reguladora responsable, el documento verificador de cumplimiento, el responsable y la frecuencia con la que debe cumplirse cada obligación. Esta matriz

proporciona una herramienta fundamental para el monitoreo y aseguramiento del cumplimiento normativo en el ámbito energético de la empresa.

Sistema de Gestión de la Energía

Es fundamental que la organización defina claramente los procesos y sus interacciones, sobre los cuales debe establecer, implementar y mejorar continuamente el SGEn. El personal debe estar consciente de sus actividades y de cómo estas interactúan con el desempeño energético de la empresa, para asegurar una contribución continua al mantenimiento del sistema. Para este propósito, se considera el mapa de procesos del SGI de la empresa, que incluye los procesos de gestión y sus interacciones.

3.2.2. Liderazgo

Liderazgo y compromiso

Para asegurar el éxito en el desarrollo e implementación del SGEn, es crucial contar con el compromiso de la Alta Dirección de la empresa, ya que en este nivel se toman las decisiones estratégicas y operativas. En esta fase, se toman en cuenta los cargos que conforman la Alta Dirección y se adaptaron sus responsabilidades existentes del SGI, incorporando las nuevas responsabilidades y autoridades necesarias para el SGEn. Este enfoque garantiza que la Alta Dirección esté plenamente involucrada y comprometida con los objetivos energéticos de la organización.

Política energética

Con respecto a la política energética, se desarrollaron dos propuestas. Actualmente, la empresa cuenta con una política integrada del SGI que abarca compromisos generales relacionados con la calidad y el ambiente. Dado que esta no incluye compromisos específicos sobre el desempeño energético, se elaboró como propuesta una política energética independiente. Posteriormente, se diseñó una nueva política ambiental que incorpora compromisos relacionados con el consumo y uso de recursos, incluyendo el consumo energético.

Como parte del proceso de integración del SGEn al SGI, se decidió implementar la política ambiental ampliada, ya que abarca de manera más integral el compromiso de la empresa con

la sostenibilidad. Además, esta política cumple con los requisitos de la norma INTE/ISO 50 001:2018 en relación con los compromisos energéticos, asegurando su alineación con los principios de gestión ambiental y eficiencia energética de la empresa.

Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

Para garantizar una ejecución efectiva del SGEn, se estableció un Equipo de Gestión de la Energía, encargado de la implementación, control y seguimiento del sistema. En primer lugar, se definieron los roles dentro del equipo y, posteriormente, se asignaron sus respectivas responsabilidades y autoridades. Una vez estructurada esta información, se solicitó la aprobación del departamento de Talento Humano y Gerencia de la empresa, y de esta forma, dichas responsabilidades fueron incorporadas en el manual de puestos.

3.2.3. Planificación

Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades

En la identificación de los riesgos y las oportunidades que se presentan ante la empresa, se tomó en cuenta la información recolectada en los apartados 4.1. Contexto de la organización, 4.2. Necesidades y expectativas de las partes interesadas, requisitos legales y la interacción de procesos. De esta forma, se creó una matriz en donde se especifica por columnas, la siguiente información:

- Apartado de la norma del que proviene el riesgo o la oportunidad
- Riesgo u oportunidad
- Descripción del riesgo u oportunidad
- Evaluación del riesgo u oportunidad (con los criterios: Probabilidad, Impacto y Nivel de riesgo u oportunidad)
- Plan de acción (Incluye; Acciones, Plazo de implementación, Responsable, Evaluación de la eficacia y Fecha de evaluación de la eficacia).
- Evaluación del riesgo u oportunidad residual (con los criterios: Probabilidad residual, Impacto residual y Nivel del riesgo u oportunidad residual)

De esta forma en un documento de Excel, se identificaron los riesgos y oportunidades que fueron analizados con los siguientes criterios:

TABLA X

CRITERIO DE PROBABILIDAD DEL RIESGO

Criterio de probabilidad del riesgo		
Probabilidad	**Valor**	**Descripción**
Muy alta	4	El riesgo ha ocurrido varias veces en el último año y las condiciones actuales son iguales o más propensas que en esas ocasiones.
Alta	3	El riesgo ha ocurrido al menos una vez en el último año y hay condiciones que podrían favorecer su aparición nuevamente.
Media	2	El riesgo ha ocurrido en algún momento en los últimos 3 a 5 años, pero las condiciones actuales no lo favorecen directamente.
Baja	1	No hay antecedentes conocidos del riesgo en la organización ni en contextos similares en al menos 5 años.

Nota: La tabla X indica los criterios de probabilidad del riesgo y especifica los valores asignados como 1. Baja, 2. Media, 3. Alta y 4. Muy Alta.

TABLA XI

CRITERIO DE IMPACTO DEL RIESGO

Criterio de impacto del riesgo		
Impacto	**Valor**	**Descripción**
Muy Alto	4	El riesgo puede interrumpir operaciones críticas, provocar sanciones legales o comprometer gravemente la seguridad o la continuidad del negocio.
Alto	3	El riesgo puede afectar de forma importante uno o varios procesos clave, dificultar el cumplimiento de metas del SGEn o generar consecuencias operativas relevantes.
Medio	2	El riesgo afectaría a un proceso o área específica, generando retrasos, reprocesos o pérdida de eficiencia sin comprometer el sistema completo.
Bajo	1	El riesgo tiene efectos menores, fácilmente corregibles, y no representa una amenaza directa al funcionamiento ni al cumplimiento de objetivos.

Nota: La tabla XI indica el criterio de impacto del riesgo y especifica los valores asignados a los criterios como 1. Bajo, 2. Medio, 3. Alto y 4. Muy Alto.

TABLA XII

CRITERIO DE PROBABILIDAD DE LAS OPORTUNIDADES

Criterio de probabilidad de las oportunidades		
Probabilidad	**Valor**	**Descripción**
Muy Alta	4	La oportunidad ya se está implementando en algunas áreas de la organización o se tienen todos los recursos disponibles para ejecutarla de inmediato.
Alta	3	La oportunidad tiene un plan de implementación próximo, y existen condiciones operativas o técnicas favorables para su ejecución en los siguientes meses.
Media	2	Se reconoce la oportunidad como viable, pero requiere cambios o aprobaciones que aún no se han gestionado.
Baja	1	No hay condiciones actuales ni planificación activa para aplicar la oportunidad en el corto o mediano plazo.

Nota: La tabla XII indica los criterios de probabilidad de las oportunidades y especifica los valores asignados como 1. Bajo, 2. Media, 3. Alta y 4. Muy Alta.

TABLA XIII

CRITERIO DE IMPACTO DE LAS OPORTUNIDADES

Criterio de impacto de las oportunidades		
Impacto	**Valor**	**Descripción**
Muy Alto	4	La oportunidad puede generar un cambio sustancial en el desempeño energético, facilitar certificaciones o abrir nuevas posibilidades estratégicas para la organización.
Alto	3	La oportunidad permite alcanzar metas del SGEn, mejora procesos importantes o fortalece capacidades internas para la gestión energética.
Medio	2	La oportunidad mejora proceso en un área específica o refuerza el control operativo, aunque no genere cambios globales en el desempeño energético.
Bajo	1	La oportunidad tiene impacto limitado, mejora aspectos administrativos, informativos o de sensibilización sin efectos operativos significativos.

Nota: La tabla XIII indica los criterios de impacto de las oportunidades y especifica los valores asignados a los criterios como 1. Bajo, 2. Medio, 3. Alto y 4. Muy Alto.

Una vez que se evaluó la probabilidad y el impacto para los riesgos y las oportunidades, se realizó una multiplicación para determinar el nivel del riesgo o de la oportunidad y de esta forma, definir acciones únicamente para los que obtengan un nivel Medio (6-10) o Alto (11-16), según la clasificación especificada en las siguientes tablas:

TABLA XIV

NIVEL DE RIESGO U OPORTUNIDAD

		Rango de Impacto			
		1	2	3	4
Rango de probabilidad	1	1	2	3	4
	2	2	4	6	8
	3	3	6	9	12
	4	4	8	12	16
Nivel de riesgo u oportunidad: Bajo (1-5), Medio (6-10), Alto (11-16)					

Nota: La tabla XIV indica los valores de rango de impacto y rango de probabilidad para determinar el nivel de riesgo u oportunidad.

TABLA XV

CRITERIOS PARA EL NIVEL DE RIESGO U OPORTUNIDAD

Bajo:	La empresa asume los riesgos y no implementa plan de acción.
Medio:	La empresa asume los riesgos e implementa un plan con acciones a mediano y largo plazo.
Alto:	La empresa asume los riesgos e implementa un plan con acciones inmediatas.

Nota: La tabla XV indica los criterios para los niveles de riesgos y oportunidades.

Adicionalmente, se añadieron columnas para realizar una evaluación nuevamente, después de haber realizado las acciones planteadas, para analizar si los riesgos o las oportunidades persisten.

Objetivos, metas energéticas y la planificación para lograrlos

Para establecer los objetivos y metas energéticas, primero se realizó un análisis de las oportunidades de mejora planificadas para realizar en el 2025, así como de los IDEn actualmente registrados en la empresa y de aquellos que se comenzarán a medir. El análisis de las oportunidades de mejora se detallará más adelante. Sin embargo, para definir los objetivos y metas, se elaboró una matriz que especifica cada objetivo, su meta, las actividades a realizar, el método de verificación, el plazo de implementación y el responsable.

Revisión energética

Se llevó a cabo una revisión energética conforme a los requisitos establecidos por la norma. Inicialmente, se identificaron los tipos de energía utilizados en la empresa y se analizaron los consumos durante el año 2023 y 2024, obteniendo así el consumo total para un periodo de 24 meses para electricidad por la red, paneles solares y GLP. Luego, se calcularon las equivalencias a energía primaria multiplicando por los factores de conversión, y finalmente, se determinó el porcentaje de utilización de cada una.

El consumo total de energía se convirtió a energía primaria por medio la siguiente ecuación [18]:

$$ECPe = ECDe * n \qquad \textbf{(Ecuación 1)}$$

Donde

$ECPe = Consumo\ de\ energía\ primaria$

$ECDe = Consumo\ de\ energía\ entregado$

$n = Factor\ de\ conversión$

y utilizando los factores de conversión que se encuentran en la Tabla XVI:

TABLA XVI

FACTORES DE CONVERSIÓN PARA CADA TIPO DE ENERGÍA SECUNDARIA

Tipos de energía secundaria	Factor de conversión	
GLP (kg)	48,00	MJ/kg
Solar (kWh)	3,60	MJ/kWh
Electricidad (kWh)	3,60	MJ/kWh

Nota: La tabla XVI indica los valores de factores de conversión y multiplicadores de energía para los diferentes tipos de energía secundaria [26].

Una vez que se contó con las cantidades de energía primaria utilizada por la empresa, se calcularon los porcentajes de uso y se graficó en un diagrama de pastel para observar la distribución de los consumos con mayor facilidad.

Posteriormente, se realizó una auditoría energética (AE) entre el 17 de julio y el 28 de agosto del 2024, en la que se realizaron mediciones de corriente y voltaje para cada una de las máquinas de la planta con unas pinzas amperimétricas de la marca Fluke. En colaboración con los técnicos de mantenimiento, se realizaron cinco mediciones en diferentes horarios y con diferentes configuraciones de operación de cada una de las máquinas en planta, también se midieron los consumos de los enchufes, luminarias y aires acondicionados utilizados en las oficinas administrativas. La planta cuenta con un sistema eléctrico trifásico, que es un sistema que está compuesto por tres fuentes desfasadas 120° entre sí, pero que poseen una misma amplitud y frecuencia [28].

Luego se realizó el cálculo de la potencia activa trifásica, por medio de la siguiente ecuación [29]:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \emptyset \quad \textbf{(Ecuación 2)}$$

$P = Potencia\ trifásica\ activa$

$V = Tensión\ eléctrica$

$I = Intensidad$

$\cos \emptyset = Coseno\ de\ Phi$

Para abordar con mayor claridad los resultados obtenidos de la ecuación, se detallan a continuación las definiciones de las variables que la componen:

- La potencia trifásica activa corresponde a la potencia eléctrica absorbida.
- La tensión eléctrica, expresada en voltios, corresponde a la tensión de líneas conductoras, que es la tensión que se necesita para transmitir la corriente eléctrica entre dos de las fases [30].
- La intensidad es la corriente que circula por cada una de las fases.
- El cos ∅ refiere al Factor de Potencia (FP) que corresponde a un indicador que mide la eficiencia energética de un sistema eléctrico que opera corriente alterna (CA). Es la relación entre la corriente activa y la corriente aparente. Tiene un valor que oscila entre 0 y 1, y mientras sea cercano a 1 indica que la instalación tiene un funcionamiento óptimo [31].

Finalmente, la potencia trifásica se encuentra en una instalación eléctrica de tres fases y tres corrientes alternas. Este tipo de instalaciones se suelen utilizar en grandes comercios que cuentan con aparatos que necesitan mayor potencia para funcionar.

Además, por medio de los Controladores Lógicos Programables (PLC) de las máquinas, se determinaron las horas de producción por máquina trabajadas en el periodo en que se realizaron las mediciones de energía, y de esta manera se obtuvo el consumo mensual aproximado por equipo, por lo que se pudo identificar a los equipos de mayor consumo energético.

Usos Significativos de la Energía (USEs)

Una vez que se tienen identificados cuáles son los equipos que consumen mayor cantidad de electricidad en la empresa, se determinaron criterios de selección de USEs basados en la información que se recolectó en la auditoría y de acuerdo con los requisitos de la norma INTE/ISO 50 001:2018. La identificación de los USEs consiste en una herramienta de ayuda

para la empresa para priorizar y enfocar la mejora continua en aquellos equipos que representen un mayor consumo eléctrico.

Para la selección de los USEs, se establecieron los siguientes criterios:

- Porcentaje de consumo energético
- Oportunidades de mejora identificadas

Para cada uno de los criterios se establecieron tres categorías con sus respectivos valores. A continuación, se presentan los valores y descripciones establecidos a cada criterio:

TABLA XVII

PORCENTAJE DE CONSUMO ENERGÉTICO

Porcentaje de consumo energético	
Valor	**Descripción**
3	Mayor o igual al 16%
2	Entre 8 y 15%
1	Menor o igual al 7%

Nota: La tabla XVII indica los criterios de porcentaje de consumo energético de los equipos y los valores en los que se categorizan.

Los valores asignados para los criterios de consumo energético están basados en los consumos en los que operan las máquinas normalmente durante el mes.

TABLA XVIII

OPORTUNIDADES DE MEJORA IDENTIFICADAS

Oportunidades de mejora identificadas	
Valor	**Descripción**
2	Tiene oportunidad de mejora identificada
1	No se ha identificado oportunidad de mejora

Nota: La tabla XVIII indica los criterios de si se tienen identificadas oportunidades de mejora y los valores en los que se categorizan.

Finalmente, se realiza una suma de los valores designados a cada equipo y se determina como un USE a los equipos que obtienen un valor de 5 catalogado como “Alto”.

TABLA XIX

CALIFICACIÓN TOTAL PARA DETERMINAR LA SIGNIFICANCIA DEL USE

Calificación Total	
Valor	**Significancia del USE**
5	Alto
3 o 4	Medio
2	Bajo

Nota: La tabla XIX indica los valores que categorizan la significancia de los Usos Significativos de la Energía.

Indicadores de Desempeño Energético (IDEn)

Debido a que la empresa se encuentra en el proceso de implementación del sistema y no cuenta con medidores individualizados en sus máquinas, los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn) fueron definidos utilizando la información disponible al momento del análisis. Para su determinación, primero fue necesario identificar los USEs y las variables que afectan su consumo energético.

Para la identificación de estas variables, se elaboró una tabla en Excel que recopila datos mensuales de consumo energético (kWh) correspondientes a los años 2023 y 2024. Además, se incluyeron datos de producción (metros producidos) y las horas de producción de las máquinas, ya que estos factores permiten evaluar la eficiencia energética y analizar el comportamiento de los USEs a lo largo del tiempo.

Dado que las máquinas seleccionadas como USEs son muy similares, los IDEn fueron calculados de la misma manera, pero con sus respectivos datos. Los indicadores definidos son:

- Indicador basado en producción:

(Ecuación 3)

$$IDEn_{Producción} = \frac{Consumo\ mensual\ estimado\ (kWh)\ por\ la\ máquina}{Metros\ producidos\ mensuales\ por\ la\ máquina} * 100$$

- Indicador basado en horas de producción:

(Ecuación 4)

$$IDEn_{0peración} = \frac{Consumo\ mensual\ estimado\ (kWh)\ por\ la\ máquina}{Horas\ de\ producción\ mensual\ de\ la\ máquina} * 100$$

Estos valores han sido calculados a partir de mediciones puntuales de consumo energético realizadas con pinzas amperimétricas y extrapoladas a nivel mensual. Si bien este enfoque permite obtener una referencia preliminar, la precisión de los IDEn mejorará una vez que se instalen medidores permanentes en las dos máquinas.

También se calcularon otros IDEn utilizando la ecuación 5, sin embargo, en etapas futuras, con la implementación de estos medidores continuos, se procederá a recalcular los IDEn utilizando datos reales:

$$IDEn\ (\%) = \frac{IDEn_{estimado} - IDEn_{real}}{IDEn_{estimado}} * 100 \quad \textbf{(Ecuación 5)}$$

Línea Base Energética (LBEn)

Para establecer la LBEn, se realizó un análisis de regresión con los datos recopilados, con el objetivo de identificar si las variables explican de manera significativa la variación en el consumo energético. Este modelo proporciona una base sólida para la predicción del consumo y el establecimiento de estrategias de eficiencia energética.

Se aplicaron los criterios del U.S. Department of Energy [18] para evaluar si el modelo de regresión se ajusta a las necesidades de normalización de los datos, considerando que:

- El p-value del modelo es inferior a 0,10 según la prueba F.

- Todas las variables relevantes incluidas en el modelo deben tener un p-value inferior a 0,20.
- Al menos una de las variables relevantes del modelo debe tener un p-value inferior a 0,10.
- El valor de R cuadrado del modelo debe ser superior a 0,50.

Estos criterios permiten validar la calidad del modelo y asegurar que la LBEn sea una referencia confiable para futuras comparaciones del desempeño energético de la empresa.

Adicionalmente, se calcularon los límites de control para el seguimiento del consumo energético de cada USE, aplicando un rango de ±2 desviaciones estándar respecto a los residuos del modelo de regresión que define la LBEn. Estos límites permiten identificar desviaciones significativas entre el consumo energético real y el estimado por el modelo, facilitando la detección de posibles anomalías en el desempeño energético. En caso de que el consumo real se ubique fuera de los límites establecidos, se procederá a realizar un análisis de causa raíz con el fin de identificar el origen de la desviación y establecer las acciones correctivas necesarias.

Oportunidades de Mejora

Para abordar la necesidad de monitoreo individual de consumo en los equipos se ha iniciado un proyecto que contempla la compra e instalación de medidores de energía, con el fin de medir en tiempo real el consumo de los equipos identificados como USEs.

Adicionalmente, se ha identificado una oportunidad de mejora en ambos USEs (imprenta 7 y 8), que consiste en la sustitución de las lámparas de secado UV convencionales por lámparas de secado UV LED, lo que generaría un ahorro eléctrico.

Para evaluar la viabilidad de estos proyectos, se elaboró una matriz de análisis que considera múltiples factores clave, incluyendo:

- Descripción del proyecto
- Inversión requerida
- Tipo de ahorro reflejado (económico o energético)

- Ahorro anual según el tipo de ahorro reflejado
- Porcentaje de ahorro
- Ahorro económico anual
- Tiempo estimado de implementación
- Área de la empresa impactada
- Periodo de retorno de la inversión

Además, se establecieron tres criterios de priorización: Inversión, Porcentaje de ahorro y Tiempo de implementación. Finalmente, se realizó una ponderación de estos criterios, cuya suma determina la priorización de ejecución de los proyectos.

A continuación, se presentan los criterios establecidos:

TABLA XX

CRITERIO DE INVERSIÓN

Criterio 1. Inversión	
Clasificación	**Valor**
Menor a $20,000	3
Entre $20,000 y $50,000	2
Mayor a $50,000	1

Nota: La tabla XX indica los valores asignados según los criterios de inversión.

TABLA XXI

CRITERIO DE PORCENTAJE DE AHORRO

Criterio 2. Porcentaje de ahorro	
Clasificación	**Valor**
Ahorro mayor al 10%	3
Ahorro entre el 3% - 10%	2
Ahorro menor al 3%	1

Nota: La tabla XXI indica los criterios de porcentaje de ahorro y los valores asignados.

TABLA XXII

CRITERIO DE TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN

Criterio 3. Tiempo de implementación	
Clasificación	**Valor**
Menor o igual a 6 meses	3
De 6 a 12 meses	2
Más de 12 meses	1

Nota: La tabla XXII indica los criterios según el tiempo de implementación que tarde el proyecto y los valores asignados.

TABLA XXIII

NIVEL DE PRIORIDAD

Nivel de prioridad	
Alto	7 a 9
Medio	4 a 6
Bajo	1 a 3

Nota: La tabla XXIII indica el nivel de prioridad para desarrollar o implementar los proyectos y los valores que se le asignan.

Planificación para la recopilación de datos de la energía

Para la recopilación de datos energéticos, se elaboró una matriz de recopilación de datos energéticos para los USEs que define con claridad los parámetros a medir, su unidad, frecuencia de medición, los equipos de registro, los responsables asignados, entre otros. De forma complementaria, se desarrolló un documento denominado "Programa de Gestión de la Energía", que establece los pasos a seguir para realizar, mantener y registrar la revisión energética, la identificación y seguimiento de los indicadores, líneas base, y recopilación de datos en general.

3.3.3. Apoyo

De acuerdo con las indicaciones establecidas en la norma para este apartado, se verificó que los todos los formularios, matrices y documentos elaborados estén respaldados como información documentada en el SGI. Esta información también incluye registros sobre la asignación de recursos, evidencia de las actividades de capacitación y toma de conciencia, así como los mecanismos de comunicación interna del sistema dentro de la empresa.

3.3.4. Operación

Para la planificación y control operacional, se identificaron los datos clave que deben ser monitoreados y controlados en relación con los USEs. Se actualizaron los perfiles de puesto y las fichas de proceso pertinentes de los colaboradores integrantes del Equipo de Gestión de la Energía, encargados del buen funcionamiento y ejecución del sistema. En cuanto al mantenimiento de los equipos, se realizó un reajuste y actualización en la planificación y documentación de registros, formularios, instructivos y procedimientos del departamento de mantenimiento, enfocándose en los mantenimientos preventivos periódicos requeridos. Respecto al diseño y adquisición, se ajustó el procedimiento de abastecimiento, incorporando criterios para la evaluación del desempeño energético de los productos, equipos y servicios que consumen energía.

3.3.5. Evaluación del desempeño

En este apartado se establece que la empresa debe dar seguimiento a la eficacia de los planes de acción, los IDEn, la operación de los USEs y la comparación entre el consumo de energía real y el esperado, además de verificar el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos. Para evaluar la eficacia del SGEn y, de manera más general, del SGI, la empresa realiza reuniones mensuales con los líderes de los departamentos y la Alta Dirección, en las cuales se analizan estos aspectos para garantizar un óptimo desempeño energético.

3.3.6. Mejora

La empresa reconoce la importancia de mejorar continuamente la eficacia del sistema y, ante la identificación de una no conformidad, debe tomar acciones para controlarla, corregirla y prevenir que vuelva a ocurrir, realizando ajustes en el sistema si es necesario. Por ello, se mantienen los procedimientos, formularios e instructivos del SGI para la identificación de no conformidades y la gestión de acciones correctivas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta sección detalla los resultados obtenidos en el proceso de elaboración de la documentación del SGEn, así como los hallazgos relacionados con la revisión energética y el desempeño actual de la empresa. Se abordarán aspectos clave como la definición del alcance, el análisis de brechas y, finalmente, el desarrollo del proyecto en concordancia con los apartados de la norma INTE/ISO 50 001:2018.

4.1. DEFINICIÓN DEL ALCANCE

El alcance del SGEn en la empresa se ha definido considerando todas las actividades administrativas y operativas que están involucradas en los procesos desarrollados en la empresa. Es importante mencionar que la empresa cuenta con una única instalación ubicada en Cartago, y que el alcance del SGEn será congruente con el del SGI actualmente implementado.

De esta forma, el alcance es el siguiente:

“El alcance del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) en Flexográfica de Exportación S.A incluye todas las actividades administrativas y operativas que están involucradas en los procesos de diseño, fabricación, venta y distribución de etiquetas, empaques flexibles, mangas termos encogibles y otros productos.”

A continuación, se presentan los límites físicos en los que se implementa el SGEn:



Fig.4.1. Límites físicos del SGI

4.2. DIAGNÓSTICO DOCUMENTAL DE BRECHAS ENTRE SISTEMAS

Para identificar las brechas entre el SGI y los requisitos del SGEn según la norma INTE/ISO 50 001:2018, se elaboró una matriz estructurada en varias columnas. Las tres primeras contienen los apartados de la norma, mientras que las siguientes registran los documentos existentes en el SGI que justifican el cumplimiento de cada requisito. En caso de que no exista un documento o este no cumpla con lo planteado en la norma, se procede a su creación o adaptación, lo cual se detalla en las columnas correspondientes.

A continuación, se adjunta la tabla que consiste en la explicación de las columnas de la matriz generada:

TABLA XXIV

EXPLICACIÓN DE LA MATRIZ DE ANÁLISIS DE BRECHAS DOCUMENTALES

Explicación de la matriz y uso de cada columna			
Análisis de brechas	Con base en la información existente, se analizan los requisitos de la INTE/ISO 50 001:2018, para determinar las brechas para su cumplimiento, y para diseñar un plan de cierre de todas las brechas.	Documentación existente:	Se listan los documentos que existen en la organización y que pueden ser empleados como parte del SGEn.
		Brecha:	Se indica la evidencia observada respecto del requisito normativo a cumplir. Si no existe brecha, se indica que no aplica (NA), y para esta condición en la columna siguiente se debe indicar "Cumple".
		Cumplimiento:	Se indica si el documento existente cumple, cumple parcialmente o no cumple con el requisito en cuestión.
Plan de acción de la implementación	Se registran las acciones requeridas para cerrar las brechas detectadas en el análisis previo y en la sección de evidencia y registro se almacenan los documentos originados.	Acción:	Se indica la actividad que se realizará para cerrar la brecha detectada. Puede ser referente a documentación, análisis, capacitación, recursos y/o existencia de personal que pueda formar parte del comité de gestión de la energía, entre otros.
		Evidencia y registro:	Se indica el nombre completo de la información documentada (con código, revisión y fecha), con la cual se da cuenta del cierre de la brecha.

Nota: La tabla XXIV explica detalladamente las columnas que integran la matriz de brechas documentales.

Con respecto a la documentación con la que ya cuenta la organización, cumplen la mayoría de los requisitos de la norma INTE/ISO 50 001:2018, sin embargo, en algunos apartados no cumplen o cumplen parcialmente debido a que como el SGI solo integra temas de calidad y ambientales entonces no se toman en consideración aspectos energéticos. Para los documentos del SGI que no cumplían o cumplían parcialmente se modificaron añadiendo apartados, criterios o información necesaria para complementar con los requisitos faltantes sobre energía. Pueden observarse más específicamente las brechas y las acciones realizadas en el **Apéndice 1.**

4.3. DESARROLLO DOCUMENTAL

4.3.1. Contexto de la organización

Comprensión de la organización y su contexto

Para comprender el contexto de la organización, se llevaron a cabo dos análisis: un análisis FODA y un análisis PESTAL. Para su elaboración, se revisaron las matrices existentes en la empresa dentro del SGI y se validó la información con la Alta Dirección, con la colaboración

de los responsables del departamento de Sistema de Gestión Integrado y del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente.

Estos análisis permitieron identificar las fortalezas internas que la empresa puede aprovechar, así como las debilidades que requieren atención y mejora. También se reconocieron oportunidades en el entorno que puedan impulsar su crecimiento y eficiencia, además de amenazas potenciales que podrían afectar su desempeño, proporcionando así una base para desarrollar estrategias de mitigación.

De acuerdo con los resultados de la metodología realizada, las cuestiones consideradas pertinentes en la matriz de contexto de la organización fueron las siguientes:

Oportunidades:

- Obtención de mayor reconocimiento y establecimiento de nuevas alianzas a través de la certificación
- Posibilidad de cambiar a una tarifa eléctrica más económica
- Optimización en la gestión de recursos
- Mejora de los procesos operativos

Riesgos:

- Falta de documentación necesaria para la implementación del sistema
- Obsolescencia de equipos o la dificultad para realizar modificaciones que mejoren su eficiencia
- Necesidad de mejorar la comunicación interna
- Alta rotación del personal
- Falta de automatización en equipos y maquinaria

El análisis detallado se presenta en el **Apéndice 2.**

Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

Con respecto a las necesidades y expectativas de las partes interesadas se obtuvo información por medio de dos encuestas, la mayoría de las personas que respondieron corresponden a

colaboradores de la empresa y clientes. De esta forma se obtuvo información sobre las expectativas que tienen y lo que esperan sobre la implementación del SGEn en la empresa. Ambos resultados de las encuestas se encuentran en el **Apéndice 3** y **Apéndice 4**.

Tal como se muestra en el **Apéndice 5**, con la información recolectada en las encuestas e información con la que ya contaba el SGI en su análisis, se determinaron como partes interesadas pertinentes a los clientes, proveedores, contratistas, organismos reguladores y colaboradores, y de acuerdo con las necesidades y expectativas de cada uno de ellos, se plantearon acciones, como por ejemplo, mantener e implementar buenas prácticas de eficiencia energética, mantener una comunicación abierta, fortalecer la relación comercial, establecer planes de contingencia o implementar sistemas de respaldo de energía, y crear comités de trabajo con mecanismos de retroalimentación y desarrollar programas de formación continua.

En cuanto a los requisitos legales, se realizó una matriz de identificación y seguimiento, la cual se adjunta en el **Apéndice 6**. En esta matriz se detallan los reglamentos, leyes y normativas aplicables en materia de gestión de la energía. Se describe el procedimiento mediante el cual el responsable designado verifica el cumplimiento de cada requisito. Asimismo, se indica la aplicabilidad de los requisitos, ya sea por uso, consumo o eficiencia energética, también se indica en detalle el apartado de la norma en la que puede aplicar y la frecuencia con la que se realizan dichas verificaciones, garantizando un monitoreo continuo, y la actualización de la matriz conforme a cambios en la normativa vigente.

Sistema de Gestión de la Energía

Para identificar los procesos desarrollados en la empresa y sus interacciones, se utiliza el mapa actual perteneciente al SGI. Este mapa, que se muestra en la **Figura 4.3.1. Interacciones de los Procesos de Gestión de la Empresa,** proporciona una visión clara y detallada de cómo se interrelacionan los diferentes procesos dentro de la empresa con el SGEn que está integrado en el SGI. A través de este recurso, es posible entender mejor las dinámicas internas y asegurar que todos los componentes del sistema trabajan de manera cohesionada para alcanzar los objetivos estratégicos de la empresa.

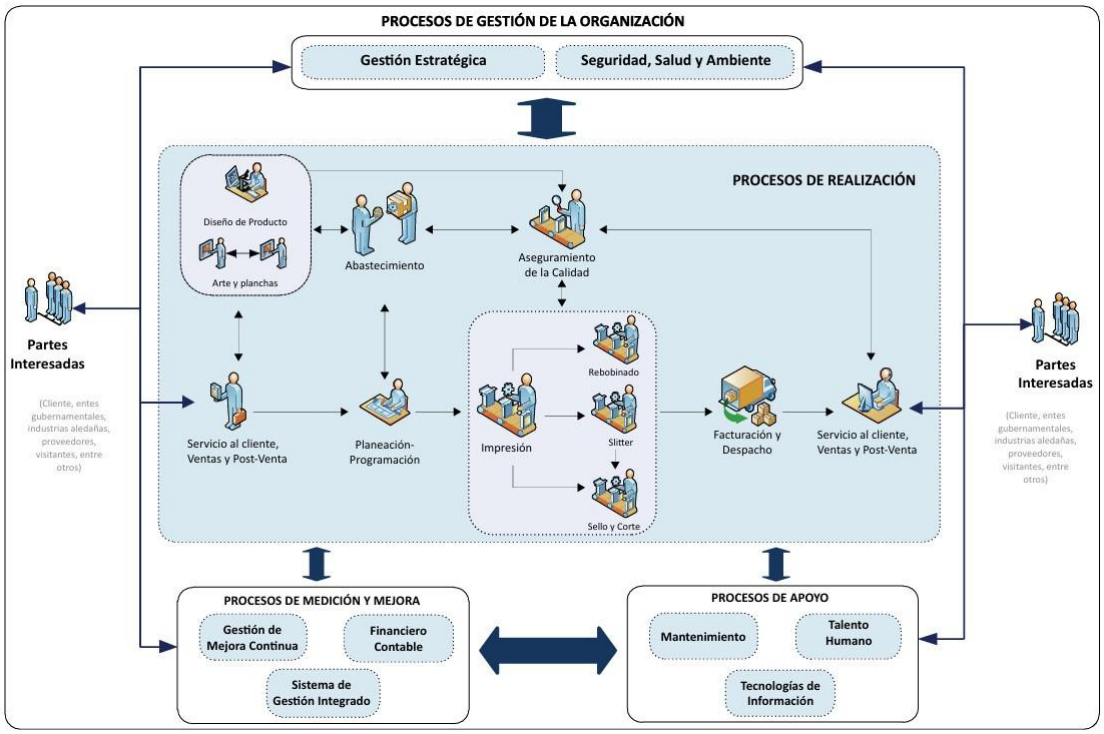


Fig. 4.3.1. Interacciones de los Procesos de Gestión de la Empresa

La líder encargada del departamento de Seguridad, Salud y Ambiente en conjunto con la líder del Sistema de Gestión Integrado serán las responsables de implementar el SGEn, se encargarán de darle seguimiento a la mejora en el desempeño energético, actualizaciones en el contexto organizacional y de partes interesadas. Adicionalmente contarán con el apoyo de otros departamentos y líderes para lograr la eficacia del sistema.

4.3.2. Liderazgo

Liderazgo y compromiso

En esta sección, se detallan los cargos que componen a la Alta Dirección y se discuten los compromisos adquiridos por estos líderes en el marco del SGEn.

Los cargos que constituyen la Alta Dirección se observan en el siguiente organigrama:

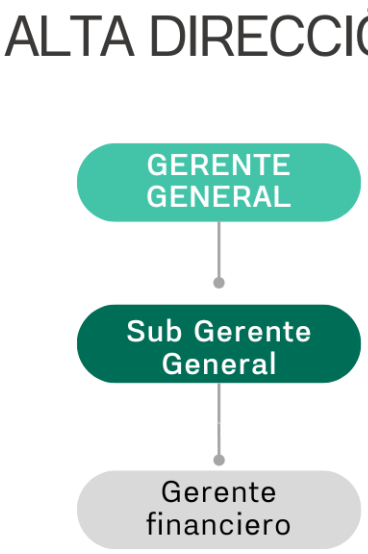


Fig. 4.3.2. Organigrama de la Alta Dirección de Flexográfica de Exportación S.A.

- Gerente General: Define la visión y dirección estratégica de la empresa, asegurando el compromiso de la Alta Dirección con el SGEn.
- Subgerente General: Brinda apoyo al gerente general en la implementación del SGEn y la alineación con los objetivos estratégicos.
- Gerente Financiero: Gestiona los recursos financieros, asegurando la viabilidad económica del SGEn y la inversión en eficiencia energética.

El compromiso de la Alta Dirección con el SGEn es fundamental, ya que su nivel de involucramiento influye directamente en el éxito del sistema. En este sentido, la Alta Dirección de la empresa ha definido los siguientes lineamientos como parte de su compromiso:

"La Alta Dirección de Flexográfica de Exportación S.A. demuestra su liderazgo y compromiso con respecto a la mejora continua de su desempeño energético y la eficacia de su SGEn mediante los siguientes compromisos:

- Se asegura que se ha establecido el alcance y los límites del SGEn.
- Determina una Política Energética.
- Establece objetivos y metas energéticas compatibles con la dirección estratégica de la empresa.

- Integra los requisitos del SGEn en los procesos del negocio de la organización.
- Logra la eficacia de planes de acción aprobados e implementados.
- Asigna y dispone de los recursos necesarios para el SGEn.
- Establece medios de comunicación sobre la importancia de una gestión energética eficaz y conforme con los requisitos del sistema.
- Asegura los resultados de un buen desempeño energético.
- Conforma un Equipo de Gestión de la Energía.
- Dirige y apoya a las personas para que contribuyan a la eficacia del sistema de gestión y a la mejora del desempeño energético.
- Determina roles pertinentes para la gestión y así demuestra el liderazgo.
- Realiza seguimiento a los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn).
- Asegura que los procesos implementen medidas que permitan identificar y abordar cambios que afectan al SGEn y al desempeño energético dentro de los alcances y límites."

Política energética

La política energética representa el compromiso con la implementación del SGEn. Actualmente, la empresa cuenta con una política integrada y se ha propuesto una política adicional que abarca aspectos ambientales y energéticos. Esta nueva política establece los lineamientos necesarios para la integración del SGA y el SGEn, y se documenta en el SGI de la organización. La política se detalla en el **Apéndice 11.**

Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

Se estableció un Equipo de Gestión de la Energía para garantizar la correcta implementación, control, seguimiento, evaluación de los objetivos y metas energéticas. Este equipo está formado por colaboradores de distintos departamentos, asegurando un enfoque multidisciplinario que permita abordar cualquier proceso, sistema o equipo que impacte el desempeño energético. A continuación, se presenta la Tabla XXV con el cargo del colaborador en la empresa, su rol dentro del SGEn, así como sus responsabilidades y autoridades.

TABLA XXV

ROLES, RESPONSABILIDADES Y AUTORIDADES DEL EQUIPO DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA

Puesto en la empresa	Rol en el SGEn	Responsabilidades en el SGEn	Autoridades en el SGEn
Gerente general	Alta dirección	• Demostrar liderazgo y compromiso con la mejora continua del desempeño energético y la eficacia del SGEn. • Revisar el SGEn periódicamente.	• Aprobar políticas y estrategias energéticas. • Tomar decisiones estratégicas para el SGEn. • Autorizar proyectos de mejora relacionados con el uso y consumo de energía.
Líder de manufactura	Gestor energético	• Implementar acciones correctivas y preventivas para optimizar el uso de la energía.	• Autorizar cambios en procesos y operaciones que afecten el uso de la energía.
Coordinador de mantenimiento	Coordinador de mantenimiento	• Asegurar el mantenimiento adecuado de los equipos con criterios de eficiencia energética. • Realizar mantenimiento preventivo y correctivo para asegurar el desempeño energético óptimo.	• Aprobar y priorizar planes de mantenimiento que impacten el desempeño energético.
Líder de Seguridad, Salud y Ambiente	Coordinador de proyectos energéticos	• Gestionar proyectos de mejora que impacten el desempeño energético. • Evaluar y seleccionar tecnologías energéticamente eficientes. • Colaborar en la implementación de mejoras. • Asegurar el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos aplicables. • Gestionar el control y monitoreo de los indicadores energéticos. • Desarrollar y llevar a cabo una revisión energética periódica.	
Legal (regencia química y abogado externo)	Asesor legal	• Revisar y actualizar los requisitos legales y otros requisitos relacionados con la eficiencia energética.	
Líder de calidad y Sistema de Gestión Integrado	Coordinadora del SGEn	• Revisar y monitorear los indicadores de desempeño energético. • Mantener y controlar información documentada requerida. • Realizar auditorías internas del SGEn. • Gestionar las no conformidades. • Coordinar la calibración de equipos de medición de energía.	• Aprobar auditorías internas y planes de mejora. • Autorizar la documentación oficial del SGEn.
Líder de operaciones	Gestor de compras energéticas	• Establecer e implementar criterios para evaluar el desempeño energético de productos, equipos y servicios adquiridos. • Asegurar que las compras consideren criterios de eficiencia energética.	• Aprobar y seleccionar proveedores y productos basados en criterios energéticos.
Líder de talento humano	Coordinador de competencias.	• Determinar y asegurar la competencia del personal que impacta el desempeño energético y el SGEn. • Gestionar la formación y capacitación necesarias.	• Autorizar programas de formación y capacitación en energía. • Validar la competencia del personal.

Nota: La tabla XXV describe cuáles son los roles de los colaboradores de la empresa dentro del SGEn como miembros del Equipo de Gestión de la Energía y se describen cuáles son sus responsabilidades y autoridades en el sistema.

Las principales funciones del Equipo de Gestión de la Energía son:

- Verificar que el SGEn se establece, implementa y mejora continuamente de acuerdo con los requisitos de la ISO 50 001:2018.
- Velar que el SGEn cumple con los requisitos de la norma.
- Analizar el desempeño energético e implementar planes de acción para la mejora continua del mismo.
- Informar sobre el desempeño energético del SGEn y mejoras de este a la alta dirección a intervalos planificados.
- Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control del SGEn sean eficaces.

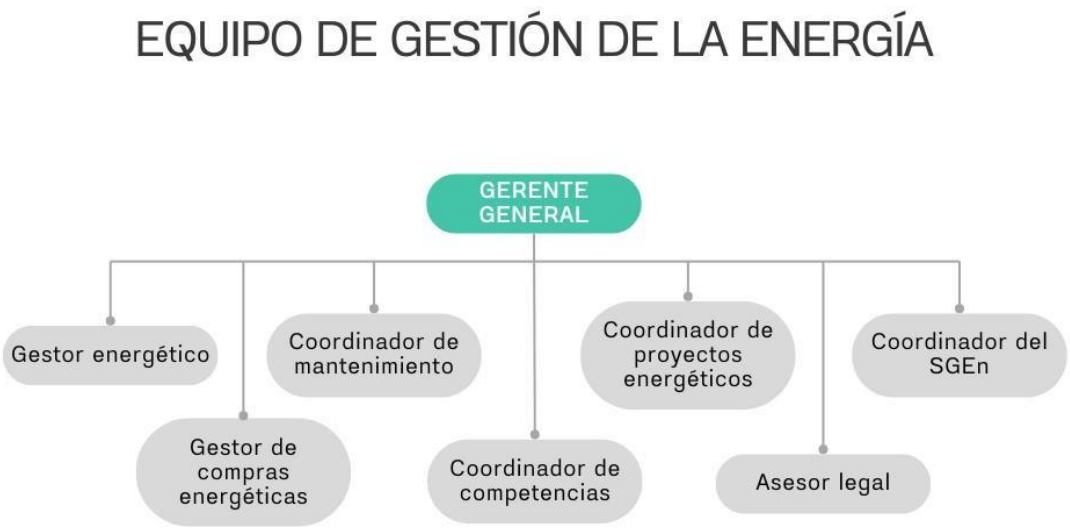


Fig. 4.3.2. Equipo de Gestión de la Energía

4.3.3. Planificación

Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades

De acuerdo con el contexto de la organización, el análisis de las necesidades y expectativas de las partes interesadas y con base a la interacción de los procesos, se determinan los riesgos y las oportunidades y cuáles son las acciones por realizar para abordarlos.

Dichos riesgos y oportunidades fueron analizados en la matriz “Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades”. En la que se indica el apartado del que proviene el riesgo o la oportunidad, en la segunda columna se indica si es un riesgo o una oportunidad y luego una pequeña descripción del hallazgo. Posteriormente se hace una evaluación con dos criterios, y únicamente se plantean acciones con plazo de implementación, responsable, evaluación de la eficacia y fecha de la evaluación de la eficacia para aquellos riesgos u oportunidades que obtienen un nivel de riesgo u oportunidad medio y alto.

A continuación, se enlistan las oportunidades y riesgos para las que se plantearon acciones y se puede observar la matriz con mayor detenimiento en el **Apéndice 7**.

Riesgos:

- Posibilidad de aumento en el precio de los combustibles o electricidad.
- Poca sensibilización de los colaboradores sobre eficiencia energética o resistencia a implementar la nueva política energética y la alta rotación de personal.
- Falta de automatización en medición energética y control de equipos de alto consumo energético.
- Necesidad de personal capacitado en la norma ISO 50 001:2018.
- Eventos climáticos o interrupciones de la red que afectan el abastecimiento de energía.
- Incumplimiento de entregas de materias primas o suministros por parte de los proveedores.
- Paros en la línea de producción debido a fallas en equipos energéticos o interrupciones del suministro eléctrico, lo cual afecta directamente la continuidad del del proceso productivo.
- Errores en el registro de datos de consumo energético en los procesos, lo cual compromete la precisión del control del desempeño energético y puede conducir a decisiones incorrectas.

Oportunidades:

- Diferenciación de la competencia por obtención de la certificación.

- Solicitud de cambio de tarifa a la T-MT b para reducir costos de consumo eléctrico.
- Compromiso firme por parte de la Alta Dirección con la gestión energética.
- Disponibilidad de un equipo de mantenimiento con conocimiento sobre la distribución y configuración de redes eléctricas en las instalaciones de la empresa

Objetivos, metas energéticas y la planificación para lograrlos

Para el establecimiento de los objetivos y metas energéticas, primero se hizo la revisión energética y se plantearon algunas oportunidades de mejora tecnológicas que se desarrollarán durante el 2025. Los objetivos planteados se dividen en 3 áreas, dos enfocados en los USEs seleccionados, uno a nivel de cultura organizacional y uno a nivel general de consumo de la planta. Los objetivos se muestran en la siguiente tabla:

TABLA XXVI

OBJETIVOS Y METAS ENERGÉTICAS

Objetivo	Meta	Actividades	Método de verificación	Plazo de implementación	Responsable
Mejorar la eficiencia energética de la planta de producción	Mantener mensualmente el indicador de eficiencia energética por debajo de 15,4 (consumo de energía en kWh/1000 m producidos) para el año 2025.	- Sensibilizar al personal sobre el uso y consumo eficiente de la energía. - Asegurar que cuando la producción esté en paro, los equipos estén en stand by. - Implementar proyectos de ahorro y de mejora en el desempeño energético. -Asegurar el cumplimiento del cronograma del mantenimiento preventivo de los paneles solares. - Recolección mensual del consumo energético por medio de la recolección de datos de la energía con equipos de medición continua y registro en el formulario "SGIF-11.00.03 Consumo de recursos" donde se evidencia el cumplimiento por medio de gráficos.	- Listas de asistencia a las capacitaciones de sensibilización y capacitación de gestión ambiental. - Disminución de consumo energético por medio de los registros e indicadores registrados en "SGIF-11.00.03 Consumo de recursos".	Durante todo el 2025.	Coordinadora de proyectos energéticos y coordinadora del SGEn
Reducir el consumo de energía en la máquina de impresión 7	Reducir en un 55% el consumo eléctrico asociado al sistema de curado de tinta, mediante el cambio de lámparas UV por lámparas UV LED en la máquina de impresión 7.	- Compra de lámparas UV LED - Cambio de las lámparas UV Convencionales por las LED.	Registros y comparación del consumo eléctrico específico de la máquina 7 antes y después de la instalación de lámparas UV LED.	Primer semestre 2025	Coordinadora de proyectos energéticos y coordinador de mantenimiento
Reducir el consumo de energía en la máquina de impresión 8	Reducir en un 55% el consumo eléctrico asociado al sistema de curado de tinta, mediante el cambio de lámparas UV por lámparas UV LED en la máquina de impresión 8.	- Compra de lámparas UV LED - Cambio de las lámparas UV Convencionales por las LED	Registros y comparación del consumo eléctrico específico de la máquina 8 antes y después de la instalación de lámparas UV LED.	Segundo semestre 2025	Coordinadora de proyectos energéticos y coordinado de mantenimiento
Reducir el consumo energético general de la empresa	Reducir el consumo eléctrico de la empresa en aproximadamente un 11% al cierre del año 2025, tomando como referencia el año anterior, mediante la implementación del proyecto de cambio de lámparas en la imprenta 7 y 8.	- Realizar charlas de sensibilización y conciencia a todo el personal de la empresa, sobre el uso y consumo eficiente de la energía. - Desarrollar el proyecto de mejora propuesto (Cambio de lámparas UV en las imprentas)	Monitoreo del consumo energético total de la empresa y comparación del año 2024 y 2025	Todo el año 2025	Coordinadora de proyectos energéticos y coordinadora del SGEn

Nota: La tabla XXVI especifica los objetivos y metas energéticas planteadas, con sus respectivas actividades, métodos de verificación, tiempo de implementación y persona responsable.

Revisión energética

La revisión energética fue realizada de forma manual para obtener los porcentajes de consumo eléctrico mensual en kWh para cada una de las máquinas de la empresa y de esta forma poder determinar los USEs.

Es importante señalar que, si bien la empresa también utiliza diésel y gasolina para sus vehículos, este consumo se realiza fuera de los límites físicos definidos para el sistema, por lo que se excluye del alcance del SGEn. Asimismo, se utiliza GLP para los montacargas en proporciones mínimas, razón por la cual el sistema se enfoca exclusivamente en el consumo de energía eléctrica.

Debido a lo extenso del documento Excel (ver **Apéndice 10**) en el que se realizaron los cálculos, en esta sección únicamente se adjunta el porcentaje de consumo eléctrico mensual de cada una de las máquinas identificadas.

TABLA XXVII

PORCENTAJES DE USO DE LOS EQUIPOS

Tabla de porcentajes de uso	
Imprenta 8	17,2%
Imprenta 7	17,3%
Imprenta 5	1,3%
Imprenta 4	0,7%
Imprenta 3	9,5%
Slitter 2	0,5%
Slitter 4	0,2%
Slitter 6	1,3%
Slitter 7	1,4%
Sello 350	0,3%
Sello 4	0,3%
Inspección 1	0,4%
Inspección 2	0,4%
Cortadora 3	0,5%
Compresor	22,8%
Chiller 1	11,0%
Chiller 2	11,0%
Cortadora de cores	0,1%
Concept	0,6%
Laminadora	0,001%

Filmadora	0,03%
Rebobinado 1	0,1%
Rebobinado 2	0,1%
Rebobinado 3	0,1%
Oficinas administrativas (enchufes y luminarias)	0,8%
Aires acondicionados	1,0%
Área de soporte de TI	0,9%
Total	100%

Nota: La tabla XXVII indica los porcentajes de consumo eléctrico que tiene cada uno de los equipos en la empresa.

Y a continuación, se observan los porcentajes anteriores en un gráfico de barras:

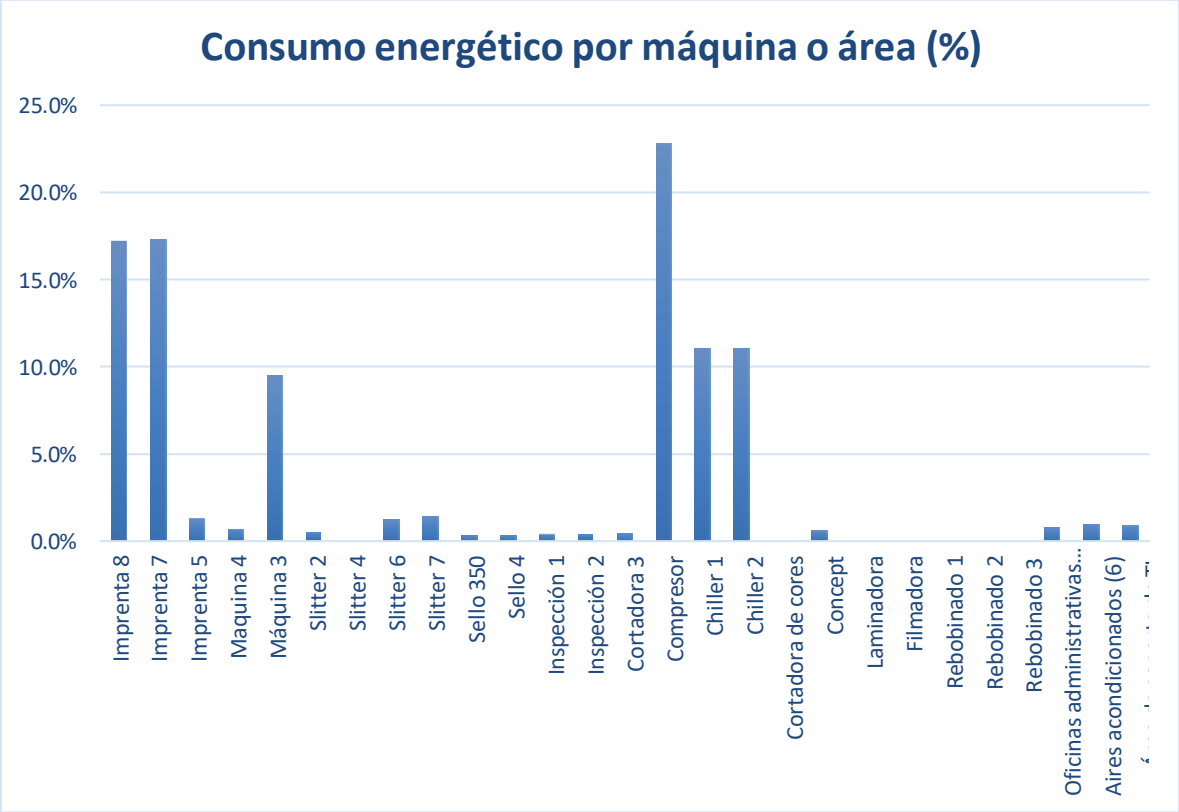


Fig. 4.3.3. Porcentajes de consumo energético por equipos

USEs

Después de haber realizado la revisión energética se creó la herramienta para selección de los USEs, basándonos en los criterios previamente explicados en la metodología y de esta forma se determinaron como USEs, las imprentas 7 y 8.

TABLA XXVIII

ANÁLISIS PARA SELECCIONAR USES

			Criterios			
Máquina	**Promedio de consumo mensual (kWh)**	**%de uso**	**Porcentaje de consumo energético**	**OCEs identificados**	**Total de calificación**	
Imprenta 8	12276,09	0,17	3	2	5	Alto
Imprenta 7	12316,52	0,17	3	2	5	Alto
Imprenta 5	930,43	0,01	1	1	2	Bajo
Maquina 4	522,32	0,01	1	1	2	Bajo
Máquina 3	6766,45	0,10	2	1	3	Medio
Slitter 2	356,97	0,01	1	1	2	Bajo
Slitter 4	146,01	0,00	1	1	2	Bajo
Slitter 6	899,22	0,01	1	1	2	Bajo
Slitter 7	1011,89	0,01	1	1	2	Bajo
Sello 350	235,97	0,00	1	1	2	Bajo
Sello 4	240,21	0,00	1	1	2	Bajo
Inspección 1	297,39	0,00	1	1	2	Bajo
Inspección 2	260,59	0,00	1	1	2	Bajo
Cortadora 3	326,33	0,00	1	1	2	Bajo
Compresor	16220,28	0,23	3	1	4	Medio
Chiller 1	7864,31	0,11	2	1	3	Medio
Chiller 2	7864,31	0,11	2	1	3	Medio
Cortadora de cores	91,52	0,00	1	1	2	Bajo
Concept	430,53	0,01	1	1	2	Bajo
Laminadora	0,65	0,00	1	1	2	Bajo
Filmadora	23,06	0,00	1	1	2	Bajo
Rebobinado 1	87,93	0,00	1	1	2	Bajo
Rebobinado 2	72,84	0,00	1	1	2	Bajo
Rebobinado 3	75,83	0,00	1	1	2	Bajo
Oficinas administrativas (enchufes, luminarias)	556,03	0,01	1	1	2	Bajo
Aires acondicionados (6)	693,31	0,01	1	1	2	Bajo
Área de soporte de TI	648,89	0,01	1	1	2	Bajo
Total	71216	**100%**				

Nota: La tabla XXVIII corresponde al análisis realizado para la determinación de los equipos que se consideran USEs.

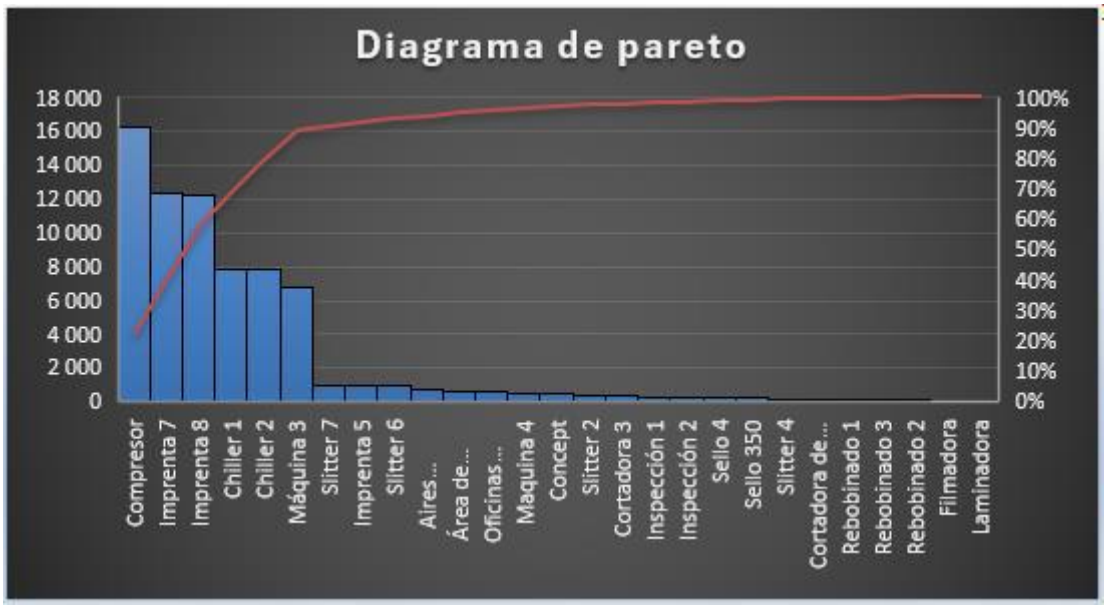


Fig.4.3.3. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto presentado analiza el consumo energético mensual en kWh de cada máquina en la empresa, permitiendo identificar los principales equipos consumidores de energía. En el eje Y izquierdo se muestra el consumo en kWh, mientras que en el eje Y derecho se observa el porcentaje acumulado del consumo total. Se observa que el compresor es el equipo con mayor consumo, seguido por las máquinas de impresión 7 y 8, el chiller 1 y el chiller 2. Sin embargo, de acuerdo con la evaluación realizada para la determinación de los USEs, se han seleccionado las máquinas de impresión 7 y 8, donde se podrán implementar mayor cantidad de mejoras orientadas a optimizar la eficiencia energética.

Indicadores de Desempeño Energético (IDEn)

Para el análisis de los IDEn se realizaron comparaciones con valores de consumo energético de electricidad. En las siguientes tablas, se muestra la relación entre el consumo de energía en electricidad y las variables utilizadas (1000 m producidos y una hora de producción).

Los IDEn calculados en la Tabla XXX y la XXXII corresponden a los años 2023 y 2024, y se calculó uno para la imprenta 7 y otro para la imprenta 8. Si el resultado en la variación del IDEn es positivo, significa que el desempeño energético mejoró (es decir, se usó menos energía por 1000 m producidos o por hora de producción), por el contrario, si el resultado es negativo, significa que el desempeño empeoró (se usó más energía de la esperada).

Los indicadores de desempeño energético de la Tabla XXIX y la XXXI son el resultado de la división de consumo de electricidad (kWh) entre los metros producidos y el otro corresponde al consumo de electricidad (kWh) entre las horas de producción.

TABLA XXIX

INDICADORES PARA IMPRENTA 8

Periodo	IDEn (kWh/1000 m producidos)	IDEn (kWh/hora de producción)
Ene – 23	7,8	39
Feb – 23	8,2	44
Mar – 23	9,5	45
Abr – 23	9,7	44
May – 23	9,7	40
Jun – 23	10,4	48
Jul – 23	8,9	43
Ago – 23	7,7	49
Sep – 23	8,6	46
Oct – 23	6,8	45
Nov – 23	7,4	47
Dic – 23	9,4	61
Ene – 24	4,8	31
Feb – 24	7,4	46
Mar – 24	7,8	43
Abr – 24	8,5	45
May – 24	8,3	45
Jun – 24	6,9	48
Jul – 24	6,1	37
Ago – 24	8,4	46
Sep - 24	8,9	44
Oct - 24	6,6	42
Nov - 24	9,1	45
Dic - 24	7,9	53

Nota: La tabla XXIX indica los indicadores calculados únicamente para la imprenta 8.

IDEn comparativos de imprenta 8:

TABLA XXX

IDEN PARA IMPRENTA 8

Periodo	IDEn
Ene	38
Feb	9
Mar	18
Abr	12
May	14
Jun	34
Jul	31
Ago	-9
Sep	-4
Oct	3
Nov	-22
Dic	16

Nota: La tabla XXX indica los IDEn para la imprenta 8 por mes con datos de los años 2023 y 2024.

TABLA XXXI

INDICADORES PARA IMPRENTA 7

Periodo	IDEn (kWh/1000 m2 producidos)	IDEn (kWh/hora de producción)
Ene – 23	12,0	39
Feb – 23	12,6	42
Mar – 23	11,2	44
Abr – 23	11,6	42
May – 23	9,9	36
Jun – 23	11,6	42
Jul – 23	11,4	43
Ago – 23	10,0	43
Sep – 23	10,0	44
Oct – 23	9,1	42
Nov – 23	10,0	46
Dic – 23	13,9	57
Ene – 24	7,4	32
Feb – 24	11,5	46
Mar – 24	11,0	44
Abr – 24	11,9	43
May – 24	11,1	40
Jun – 24	12,0	49
Jul – 24	8,4	32
Ago – 24	10,9	41
Sep – 24	11,0	44

Oct – 24	9,3	38
Nov – 24	11,0	46
Dic – 24	12,5	53

Nota: La tabla XXXI indica los indicadores calculados únicamente para la imprenta 8.

IDEn comparativos de Imprenta 7:

TABLA XXXII

IDEN PARA IMPRENTA 7

Periodo	IDEn
Ene	38
Feb	8
Mar	2
Abr	-3
May	-12
Jun	-3
Jul	26
Ago	-9
Sep	-9
Oct	-2
Nov	-10
Dic	10

Nota: La tabla XXXII indica los IDEn para la imprenta 7 por mes con datos de los años 2023 y 2024.

Al igual que con los USEs, también se calcularon IDEn para el consumo general de la empresa:

TABLA XXXIII

IDEN PARA TOTAL DEL CONSUMO DE LA EMPRESA

Periodo	IDEn (kWh/1000m producidos)	IDEn (kWh/hora de producción)
Ene – 23	56	26
Feb – 23	59	26
Mar – 23	49	24
Abr – 23	63	25
May – 23	57	21
Jun – 23	57	27
Jul – 23	57	27
Ago – 23	69	24

Set – 23	65	27
Oct – 23	69	27
Nov – 23	69	31
Dic – 23	89	38
Ene – 24	63	21
Feb – 24	74	29
Mar – 24	74	31
Abr – 24	49	27
May – 24	57	28
Jun – 24	58	32
Jul – 24	79	25
Ago – 24	67	28
Set – 24	64	30
Oct – 24	73	28
Nov – 24	60	31
Dic – 24	61	38

Nota: La tabla XXXIII indica los IDEn para el consumo total de electricidad de la empresa por mes con datos de los años 2023 y 2024.

IDEn comparativos del total del consumo de la empresa:

TABLA XXXIV

IDEN PARA TODA LA EMPRESA

IDEN 2023 - 2024 (empresa)	
Ene	-12
Feb	-24
Mar	-51
Abr	22
May	1
Jun	-1
Jul	-39
Ago	3
Set	1
Oct	-5
Nov	14
Dic	31

Nota: La tabla XXXIV indica los IDEn para la el consumo eléctrico de toda la empresa por mes con datos de los años 2023 y 2024.

Línea Base Energética (LBEn)

La LBEn permite establecer un modelo estadístico que explica la relación entre el consumo energético de los USEs y sus variables relevantes. Para su elaboración, se utilizaron los consumos mensuales de electricidad registrados durante los años 2023 y 2024, considerando como variables independientes los metros producidos y las horas de producción de cada USE.

En el caso de la imprenta 8, el modelo de regresión presentó un R cuadrado (R^2) $= 0{,}64$, lo que indica que el 64% de la variabilidad en el consumo energético puede explicarse mediante las variables seleccionadas. La ecuación obtenida es la siguiente:

$$E = (0{,}0024\ M) + (26{,}41\ H) + 1619{,}63 \quad \textbf{(Ecuación 6)}$$

Donde

E = Consumo de energía eléctrica (kWh)

M = Metros producidos

H = Horas de producción.

Ambas variables resultaron estadísticamente significativas de acuerdo con los criterios establecidos por el U.S. Department of Energy, con valores p de 0,003 y 0,015, respectivamente.

Por otro lado, el análisis realizado para la imprenta 7 arrojó un R cuadrado (R^2) $= 0{,}58$, lo que sugiere que el 58% de la variabilidad en el consumo energético es explicado por las variables analizadas. La ecuación de regresión obtenida es:

$$E = (0{,}0037\ M) + (15{,}07\ H) + 4036{,}44 \quad \textbf{(Ecuación 7)}$$

Donde

E = Consumo de energía eléctrica (kWh)

M = Metros producidos

H = Horas de producción

En este caso, la variable de metros producidos resultó significativa con un valor p de 0,017, mientras que la hora de producción presentó un valor p de 0,154. Siguiendo la recomendación del U.S. Department of Energy, que establece que las variables pueden ser incluidas en el modelo si su valor p es menor a 0,20, las horas de operación se consideran aceptables para su incorporación, ya que podría tener una influencia relevante en el consumo energético. Es importante mantener el registro continuo de todas las variables para actualizar la LBEn cada vez que sea necesario.

Para garantizar la calidad de los datos utilizados en la construcción de la LBEn y evitar distorsiones en el modelo estadístico, se realizó una identificación de valores atípicos utilizando el método del rango intercuartílico (RIQ). Este método se basa en el cálculo de los percentiles 25 (Q1) y 75 (Q3), a partir de los cuales se obtiene el RIQ como la diferencia entre ambos. Con este valor, se establecen los umbrales inferior y superior aplicando la formula estándar:

- Umbral inferior = Q1 - 1,5 * RIQ
- Umbral superior = Q3 - 1,5 * RIQ

Cualquier observación fuera de estos límites fue considerada un valor atípico y, por tanto, excluida del análisis para evitar sesgos en el modelo de regresión. Este procedimiento se aplicó tanto a la LBEn del consumo energético total de la empresa como a las LBEn de los USEs.

Adicionalmente, con el fin de evaluar la precisión de los modelos de regresión desarrollados para las líneas base energéticas, se calculó el Coeficiente de Variación del Error Cuadrático Medio (CV(RMSE)), una métrica recomendada para valorar la confiabilidad de modelos. Este coeficiente representa el error de predicción en términos relativos al consumo promedio real. Se obtuvo un CV(RMSE) de 7,42% para la línea base general de consumo eléctrico de la empresa, 5,75% para la imprenta 8, y 4,91% para la imprenta 7, lo que indica que los modelos presentan una adecuada precisión para ser utilizados como referencia en el

seguimiento del desempeño energético. Valores inferiores al 10% son considerados aceptables y refuerzan la robustez de las líneas base propuestas.

Oportunidades de mejora

Como parte de las oportunidades de mejora identificadas para el año 2025, se plantea la implementación de acciones orientadas a optimizar el desempeño energético de la empresa. Estas acciones incluyen proyectos de sustitución tecnológica, cambios tarifarios, fortalecimiento del sistema de gestión y capacitación del personal.

1. Sustitución de lámparas UV convencionales por lámparas UV LED:

Una de las principales oportunidades de mejora para el 2025 es la sustitución de lámparas UV convencionales por lámparas UV LED en los sistemas de curado utilizados en el proceso de impresión. Actualmente, la empresa cuenta con dos máquinas de impresión con lámparas UV convencionales. La Gerencia General ha establecido este proyecto como prioritario, ya que además de reducir el consumo eléctrico, disminuyen la generación de calor.

En abril de este año, se implementó esta mejora en la imprenta 7. Se sustituyeron 7 lámparas, con una inversión de $51 740. Según el proveedor, se estima un ahorro energético del 55%, lo que representa una reducción anual de aproximadamente 53 251 kWh, equivalente a un ahorro económico cercano a los $11 500. Gracias al sistema de monitoreo energético, ya es posible observar una disminución significativa en el consumo del sistema de curado.

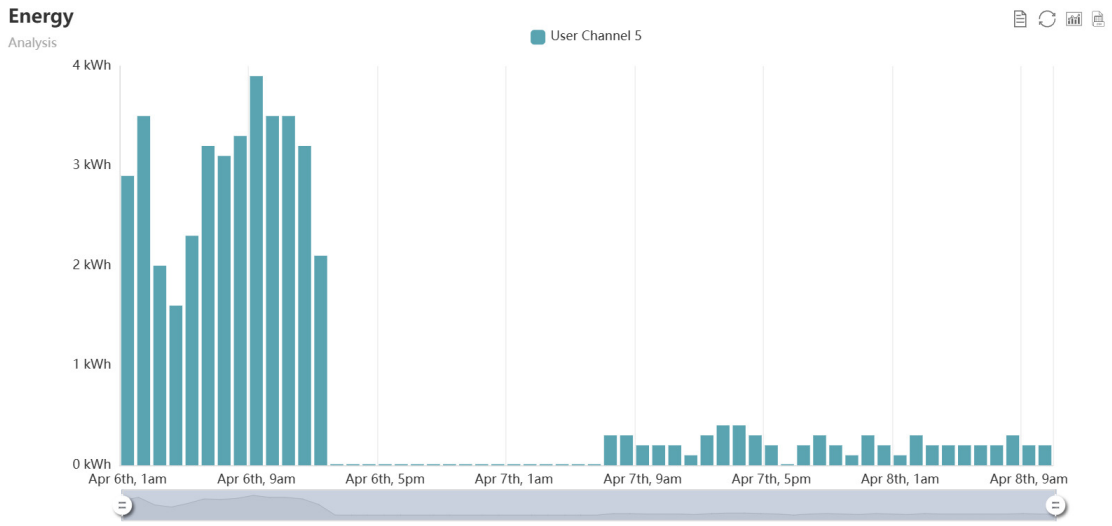


Fig. 4.3.3. Datos recolectados en medidor AcuRev

Se plantea realizar el mismo proyecto para la imprenta 8 en el segundo semestre del 2025. Sin embargo, aún no se ha determinado la cantidad de lámparas a adquirir, por lo que los ahorros no han sido estimados con precisión, pero se espera que sean similares a los de la imprenta 7.

2. Certificación y cambio de tarifa

Otro objetivo establecido para el 2025 es la obtención de la certificación bajo la norma ISO 50 001:2018 y la solicitud de cambio de tarifa eléctrica ante JASEC a la tarifa T-MT b. Aunque el cambio de tarifa no representa una mejora energética, se incluye dentro del análisis de priorización debido al ahorro económico que conlleva.

De acuerdo con el análisis de datos energéticos del último año, se estima que con la implementación del SGEn y su certificación, la empresa podría alcanzar una reducción anual en su facturación eléctrica cercana a los ₡13 272 265, lo que representa un ahorro del 17%.

TABLA XXXV

AHORROS ESTIMADOS POR CAMBIO DE TARIFA A LA T-MT B

Periodo	Ahorro
Mensual	₡1 106 022
Anual	₡13 272 265

Nota: La tabla XXXV indica el monto mensual y anual estimado de ahorro una vez que la empresa cambie a la tarifa T-MT b.

Dentro del análisis, se han considerado las inversiones necesarias para la implementación y certificación del sistema, lo que permite una evaluación financiera integral.

3. Fortalecimiento del sistema: capacitación y cultura

Durante todo el año se trabajará en el fortalecimiento del sistema mediante actividades de capacitación, sensibilización y comunicación interna. Se impartirán charlas sobre buenas prácticas y se promoverá el involucramiento activo de los colaboradores.

La empresa también participó en el programa ENERPYMES, impulsado por la Cámara de Industria de Costa Rica. A través de este programa se recibieron recomendaciones de mejora tanto en la documentación del sistema, como en la mejora tecnológica.

4. Proyectos tecnológicos en evaluación (no planificados para el 2025)

A pesar de no estar programados para ejecutar durante el presente año, se han identificado varias oportunidades de mejora tecnológica. Estos proyectos no han sido evaluados en términos de ahorro energético ni económico. Se requiere contar con datos de consumo energético reales al cierre del 2025, una vez finalizada la implementación de las nuevas lámparas, para realizar los análisis técnicos y financieros más precisos.

Las oportunidades de mejora identificadas para años posteriores incluyen:

- Ampliación del sistema fotovoltaico
- Instalación de un banco de baterías para disminuir la demanda máxima
- Establecer el indicador de eficiencia global de equipos de producción (OEE) para identificar la eficiencia de la planta
- Mejorar la captura de datos mediante los PLC, incluyendo metros producidos por familia de materiales
- Instalación de tragaluces en el piso de producción para disminuir la necesidad de iluminación artificial
- Instalación de sensores de movimiento para la iluminación de áreas comunes como vestidores, comedor y servicios sanitarios
- Desarrollar e implementar un procedimiento de arranque escalonado de equipos

- Uso de variadores de frecuencia para ajustar la velocidad o potencia de los componentes de las maquinas, protegiendo motores y reduciendo el consumo energético
- Instalación de variadores de presión en el anillo de aire comprimido, optimizando el uso del aire de acuerdo con las necesidades operativas

Planificación para la recopilación de datos de la energía

Para la recopilación de datos energéticos, se estructuró una matriz que establece los datos que deben recopilarse, con qué frecuencia, mediante que medios, quienes son los responsables de cada registro, donde se registrarán los datos y el análisis que se realizará con los datos. Para facilitar la comprensión del proceso por parte del personal encargado, se elaboró un "Programa de Gestión de la Energía", el cual presenta de forma sencilla las acciones a seguir para desarrollar, registrar y mantener la correcta gestión del sistema en cuanto al apartado 6 planificación. La matriz desarrollada puede consultarse en el **Apéndice 12.**

4.3.4. Apoyo

La norma establece que la empresa debe garantizar la disponibilidad de los recursos y competencias necesarias para mejorar el desempeño energético y asegurar el éxito del SGEn. En el manual del SGEn entregado a la empresa, se especifica el compromiso de proporcionar los recursos requeridos y mantener la infraestructura adecuada conforme a la disponibilidad de estos.

Asimismo, la empresa debe identificar las competencias necesarias para las personas que operan el control del sistema. Por esta razón, se actualizó el manual de puestos para incluir las competencias requeridas por el Equipo de Gestión de la Energía. Además, es responsabilidad del departamento de Talento Humano garantizar que el personal reciba la formación adecuada, evaluar su eficacia y mantener documentación como evidencia de dichas competencias.

También es fundamental establecer una comunicación interna y externa eficaz con todas las partes interesadas. Todo el personal de la empresa debe ser consciente de la política

energética, los USEs, los objetivos y metas energéticas, así como comprender la importancia de su rol y su interacción dentro el sistema.

4.3.5. Operación

La recolección de datos en la empresa se lleva a cabo mediante dos métodos. En primer lugar, la producción en metros (m) y las horas de producción de cada máquina se registran automáticamente a través de Controladores Lógicos Programables (PLC) instalados en cada equipo. Esto permite un monitoreo preciso y en tiempo real del desempeño de las máquinas.

La recopilación, el registro y el análisis de estas variables estarán a cargo de la persona responsable del sistema.

Por otro lado, los datos relacionados con el consumo eléctrico total en la planta se recopilan manualmente y se registran en un documento de Excel. Esta base de datos incluye información detallada como:

- Fecha de registro
- Consumo eléctrico en kWh sin considerar la generación de los paneles solares
- Importe en colones de la factura eléctrica
- Consumo total de la planta en kWh
- Energía generada por los paneles solares en kWh
- Porcentaje de electricidad abastecido por los paneles solares
- Facturación en colones sin la contribución de los paneles solares
- Ahorro en colones gracias a la generación fotovoltaica
- Porcentaje de ahorro en la factura eléctrica por el uso de la energía solar
- Indicadores clave de consumo total
- Consumo kWh por cada dólar vendido

Adicionalmente, se realiza la instalación del equipo medidor de electricidad marca AccuEnergy y modelo AcuRev 2100 para los USEs (imprenta 7 e imprenta 8) por lo que la recolección de datos de consumo eléctrico de estos dos equipos también será automatizada. Las especificaciones del equipo se pueden observar en el **Anexo 2**.

Esta combinación de recolección automatizada y manual permite un análisis detallado del desempeño energético de la empresa, facilitando la toma de decisiones para mejorar la eficiencia y reducir costos operativos.

Para garantizar la precisión de las mediciones, el departamento de Calidad supervisará la calibración del equipo medidor. Además, se analizará periódicamente la LBEn para detectar posibles desviaciones en el desempeño energético. En caso de detectarse desviaciones, se llevará a cabo una investigación para determinar su causa y definir la acción que corresponda.

En cuanto al procedimiento de abastecimiento, el departamento de Abastecimiento se encargará de adicionar criterios de eficiencia energética para evaluar en la adquisición de productos, bienes y servicios que puedan impactar el desempeño energético y en la gestión del sistema. Por su parte, el departamento de mantenimiento se encargará de ejecutar los mantenimientos preventivos según el cronograma establecido y de atender cualquier requerimiento correctivo cuando sea necesario.

4.3.6. Evaluación del desempeño

Para mantener un buen desempeño energético y lograr la eficacia del sistema, es fundamental realizar el seguimiento, las mediciones, análisis y evaluaciones tanto del desempeño energético como del sistema en conjunto. Para ello, se establecieron los indicadores que deben ser actualizados mensualmente y son revisados durante las reuniones de indicadores mensuales realizadas por la Alta Dirección en conjunto con los líderes de procesos.

4.3.7. Mejora

Con el fin de promover la mejora continua del sistema, periódicamente se realizan las Revisiones por la Dirección. Por su parte, la encargada de los proyectos energéticos del SGEn y la encargada del SGI son responsables de llevar el control y registro del consumo de todos los recursos utilizados en la empresa, incluyendo la energía. Asimismo, la coordinadora del SGEn se encarga de mantener actualizada la documentación del sistema y de verificar el cumplimiento de los requisitos que establece la norma.

5. CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo desarrollado, se logró cumplir con los objetivos planteados. En primer lugar, se realizó un diagnóstico de las brechas documentales del SGI existente, el cual permitió identificar áreas clave en las que la empresa no cumplía con los requisitos de la norma INTE/ISO 50 001:2018. Entre las principales brechas detectadas se encontraban aspectos de planificación energética, identificación de USEs, control operacional y verificación del desempeño energético.

Seguidamente, se procedió con el diseño de la documentación requerida, incluyendo la política energética, procedimientos de revisión energética, control operacional, verificación de desempeño y acciones de mejora continua. Toda la documentación fue elaborada de forma que se complementa con los procedimientos ya existentes de la empresa.

Con respecto a la revisión energética, se identificó que la empresa se abastece en un 65% de su energía del suministro eléctrico, un 32% de fuentes fotovoltaicas y el restante 3% corresponde a GLP. Asimismo, se determinó que el 34% del consumo eléctrico corresponde a los dos USEs definidos. El análisis de la LBEn evidenció que existe una correlación significativa del 64% y del 58% entre el consumo eléctrico de las imprentas 8 y 7 respectivamente, y sus dos variables relevantes son los metros producidos y las horas de producción.

También se identificaron oportunidades de mejora energética que pueden ser aprovechadas por la empresa para optimizar su desempeño. Entre las principales se destacan la instalación de un banco de baterías que permita reducir la demanda máxima, y la incorporación de tecnologías eficientes como variadores de frecuencia y presión para optimizar el funcionamiento de los equipos. También se propuso mejorar la captura de datos energéticos mediante los PLCs, e incorporar sensores de movimiento en áreas comunes.

Finalmente, se estimó que la certificación bajo la norma INTE/ISO 50 001:2018 podría representar un ahorro económico anual de aproximadamente 13 millones de colones, principalmente gracias al cambio de tarifa T-CO a la T-MT b.

6. RECOMENDACIONES

Para asegurar la eficacia del SGEn y su sostenibilidad, se recomienda fortalecer la gestión y el aprovechamiento de los datos energéticos generados por los medidores eléctricos y los PLCs. Se sugiere optimizar la captura y análisis de datos a través de estos equipos, incorporando variables operativas como tiempos de inactividad y movimientos durante cambios de producción.

Asimismo, es importante que los objetivos y metas energéticas futuras sean medibles, realistas, y estén alineadas con los resultados del análisis energético y con las oportunidades de mejora identificadas. Estos objetivos deben definirse utilizando indicadores de desempeño energético, que permitan monitorear de forma continua los avances del sistema.

En cuando al mantenimiento del SGEn, se recomienda establecer una revisión periódica de los indicadores energéticos, el cumplimiento de los objetivos y metas, así como la efectividad de los controles operacionales. Esta revisión debe ser parte del ciclo de mejora continua y debe ser incluida y revisada constantemente en la documentación.

Finalmente, se aconseja implementar un sistema bien estructurado de capacitación para el Equipo de Gestión de la Energía, y sensibilización dirigida a todos los colaboradores de la empresa. El programa debe ser continuo, promoviendo la participación y la integración multidisciplinaria de los departamentos.

7. REFERENCIAS

[1] A. Mardani, E.K. Zavadskas, Z. Khalifah, N. Zakuan, A. Jusoh, K.M. Nor and M. Khoshnoudi, "A review of multi-criteria decision-making applications to solve energy management problems: Two decades from 1995 to 2015", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 71, pp. 216-256, dic., 2017. Consultado: 15 abr. 2024. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.053. [En línea]. Disponible: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116311078

[2] J. Uribe, L. Ávila y E.A. Chacón, "Sistema de gestión de energía bajo el paradigma de Industria 4.0", *Revista Ingenio*, vol. 18, no. 1, pp. 33-40, dic., 2021. Consultado: 25 abr 2024. doi: https://doi.org/10.22463/2011642X.2780. [En línea]. Disponible: https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2780

[3] I.S. Rampasso, G.P. Melo, R. Anholon, R.A. De Araujo, G.B. Alves, L. Perez and W. Leal, "Challenges Presented in the Implementation of Sustainable Energy Management via ISO 50 001:2011", *Sustainability*, vol. 11, no. 22, pp. 6321, nov., 2019. Consultado: 25 abr. 2024. doi: https://doi.org/10.3390/su11226321. [En línea]. Disponible: https://www.mdpi.com/2071-1050/11/22/6321

[4] J. Correa, A. Borroto, M. Alpha, R. González, M. Curbelo y A. Díaz, "Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50 001:2011", *Ingeniería Energética*, vol. 35, no. 1, pp. 38-47, abr., 2014. Consultado: 9 may. 2024. [En línea]. Disponible: http://scielo.sld.cu/pdf/rie/v35n1/rie05114.pdf

[5] Sistemas de gestión de la energía – Requisitos con orientación para su uso, INTE/ISO 50 001:2018, Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, Costa Rica, 2018. [En línea]. Disponible: https://inteco.org/tienda/catalogo/INTEISO500012018

[6] Gobierno de Costa Rica, Decreto Ejecutivo No. 40509-MINAE-MTSS, "Oficializa el Plan Intersectorial para el establecimiento de una tarifa eléctrica preferencial para la conservación y mejora del empleo en empresas electro-intensivas". San José, Costa Rica: Diario Oficial La Gaceta, 2017. Disponible: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=84622&nValor3=110386&strTipM=TC#up

[7] L. Flores y I. Jáuregui, Guía de implementación e interpretación de requisitos del estándar ISO 50 001:2018, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, 2020. Disponible: https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/SGEn/manuales/Guia_ISO_50001_2018_paginas_web1.pdf

[8] Gobierno de Costa Rica, “Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica”, Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), 2019. Disponible: https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/02/PLAN.pdf

[9] R. Echeandía, “Diseño de un sistema de gestión energética para la aplicación de la norma ISO 50 001 en el campus de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo”, Tesis, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo. 2016. Disponible: https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/941

[10] L. Valerio, “ISO 50 001:2018. Aplicación de Sistemas de Gestión de la Energía”, Comunicación personal (13 nov 2023).

[11] Y.M. Ladeuth, D.D. López y C.A. Socarrás, “Diagnóstico del consumo de energía eléctrica en la planificación de un sistema de gestión y norma técnica de calidad ISO 50001:2011”, Información tecnológica, vol. 32, no. 1, pp. 101-112, feb., 2021. Consultado: 2 jul. 2024. [En línea]. Disponible: Electrical energy consumption diagnosis for planning a quality and technical standard ISO 50001: 2011

[12] M. Vega y D. Rodríguez, “Procedimiento para la identificación de los factores internos y externos que definen el contexto de la organización según norma ISO 50001”, *Opuntia Brava*, vol. 14, no. 3, pp. 344-358, sep., 2022. Disponible en: https://lc.cx/QLku53.

[13] Á. M. Buritica, J.G. López y C.A. Buritica, “ISO 50001 Sistema de Gestión Energética 2018 Guía de Implementación: ISO 50001 The New Version 2018 Implementation Guide”, *Scientia et Technica*, vol. 26, no. 2, pp. 178 – 182, jun., 2021. DOI: https://doi.org/10.22517/23447214.22761

[14] R. Sarli, S. González y N. Ayres, “Análisis FODA. Una herramienta necesaria”, *Revista de la Facultad de Odontología*, vol. 9, no. 1, pp. 17-20, 2015. Disponible: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7320/sarlirfo-912015.pdf

[15] R. Trejo, A. Sánchez, J. Pérez, Z. Moreno and B. González, “Análisis de Factores Internos y Externos Mediante las Herramientas de PTESTEL y FODA en una Empresa de Corte Laser en el Estado de Tlaxcala”, *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, no. 5, oct., 2023. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8421

[16] L. Encarnación, “Propuesta metodológica para implementación de un sistema de gestión de energía (SGE) en edificaciones, apoyado en la norma UNE-EN ISO 50001:2018”, Tesis, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. 2019. Disponible: https://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/24491

[17] Agencia Andaluza de la Energía, "Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria", Servigraf Artes Gráficas, 2011. Disponible: Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria | Agencia Andaluza de la Energía

[18] U.S. Department of Energy, "Superior Energy Performance 50001 (SEP 50001 Guidance for the SEP 50 001. Program Measurement & Verification Protocol 2019. Superior Energy Performance 50001 (SEP 50001)". 2019.

[19] Atia Consultores Ltda., "Guía de implementación de Sistemas de Gestión de Energía basados en ISO 50 001:2018", Agencia de Sostenibilidad Energética, 2022. Disponible: https://www.agenciase.org/wp-content/uploads/2022/11/SISTEMA_ISO_50001_2022.pdf

[20] J. Díaz y A. Carretero, "SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN UNA PLANTA DE ÁCIDO SULFÚRICO", Tesis, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. 2017. Disponible: https://oa.upm.es/47830/

[21] Flexográfica de Exportación S.A., "¿Empaques y etiquetas? Somos la solución para tu producto", [Online]. Disponible en: https://www.flexocr.com [Consultado 18 mar., 2024].

[22] J. Méndez y F. León, "Control del Proceso de Impresión Flexográfica en Empaques Flexibles", Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 2008. Disponible: https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000641625/3/0641625_A1.pdf

[23] Z. Abusaq, S. Zahoor, M. Salman, M. Rehman, J. Mahmood, M. Kanan and R.T. Mushtaq, "Improving Energy Performance in Flexographic Printing Process through Lean and AI Techniques: A Case Study", *Energies*, vol. 16, no. 4, Feb., 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/en16041972

[24] Á. García y F. Camacho, "Diseño y Construcción de Máquina Montadora/Probadora de Clisés para la Industria Flexográfica", Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. 2013. Disponible: http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24355

[25] Junta Administrativa del Servicio Eléctrico Municipal de Cartago, "Tarifas Eléctricas", 2024. [Online]. Disponible en: https://www.jasec.go.cr/index.php/tarifas-electricas/ [18 dic.,2024].

[26] M. Macías y J. Mero, "Importancia de Planeación Estratégica en Empresas en el Siglo XXI", Polo del Conocimiento, vol. 7, no. 2, Feb., pp. 31-39. 2022. Disponible: https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/

[27] National Institute of Standards and Technology, "NIST Guide to the SI, Appendix B.8: Factors for Units Listed Alphabetically", 2022. [Online]. Disponible en:

https://www.nist.gov/pml/special-publication-811/nist-guide-si-appendix-b-conversion-factors/nist-guide-si-appendix-b8 [22 ene., 2025].

[28] A. Charles y M. Sadiku, Fundamentos de circuitos eléctricos, México, McGraw Hill, 2013.

[29] L. Badesa, A. Fernández y O. Perpiñán, Teoría de Circuitos, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 2025. Disponible: https://etsidi-ie.github.io/tc/TC.pdf

[30] L. Saucedo y J. Bosques, "Electricidad Básica", Ternium, 2020. Disponible: https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/electricidad_basica_ii.pdf

[31] R. Capella, "Corrección del factor de potencia", Centro de Formación Schneider Electric, 2000. Disponible: https://www.cai.org.ar/wp-content/uploads/cursos/2018/eficiencia-energetica/10/lecturas/Factor_de_Potencia-Cuaderno_tecnico_Schneider.pdf

[32] FLUKE, "Pinza amperimétrica de CA/CC de verdadero valor eficaz con iFlex Fluke 378 FC", 2025. [Online]. Disponible en: https://www.fluke.com/es-cr/producto/comprobacion-electrica/pinzas-amperimetricas/378-fc [13 mar., 2025].

APÉNDICE

APÉNDICE 1: MATRIZ DE BRECHAS DOCUMENTALES

TABLA XXXVII

MATRIZ DE BRECHAS DOCUMENTALES

			Análisis de brechas				
Requisito ISO 50 001			Documentación existente	Brecha	Cumplimiento (NC: No cumple, CP: Cumple parcial, C: Cumple)	Acción	Evidencia y registro
4. Contexto de la organización	4.1	Comprensión de la organización y su contexto	Plan estratégico de Flexográfica de Exportación S.A. 2022 a 2026	Se cuenta con un análisis del contexto de la organización. El contexto externo, enfocado en aspectos legales, políticos, tecnológicos, de mercado y sostenibilidad, social, económico, y de tendencias globales, y en el contexto interno; valores organizacionales, conocimiento, desempeño de la organización y gestión de la sostenibilidad, comunicación y legislación ambiental. También se cuenta con un análisis FODA, pero no se contemplan aspectos relacionados propiamente con la energía.	CP	Se realiza una matriz con análisis FODA y PESTAL considerando aspectos relacionados a energía.	Plan estratégico de Flexográfica de Exportación S.A. 2022 a 2026
	4.2.	Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	Plan estratégico de Flexográfica de Exportación S.A. 2022 a 2026	Se cuenta con una matriz de partes interesadas de la organización, pero no se contemplan aspectos de energía	CP	Se realizan encuestas para adaptar y actualizar la matriz de partes interesadas con los requisitos de la norma y con análisis de pertinencia relacionados a la energía.	Plan estratégico de Flexográfica de Exportación S.A. 2022 a 2026
			SGIF-12.00.01 Matriz Resumen de Requisitos Legales y Otros Requisitos Suscritos	Se cuenta con una matriz que incluye requisitos legales, pero no se incluyen requisitos en temas de energía	NC	Adaptar la matriz de requisitos legales y otros requisitos con requisitos legales sobre temas de energía	

	4.3.	Determinación del alcance del sistema de gestión de la energía	SGIM-01 Manual del Sistema de Gestión Integrado	No hay brecha, el alcance para el SGEn será el mismo que tiene el SGI	C	Se toma el mismo alcance ya establecido en el SGI.	Manual SGI
	4.4.	Sistema de gestión de la energía	SGIF-01.00.04 Interacción de procesos	No hay brecha	C	Se utiliza el mismo mapa de interacción de procesos.	Manual SGI
5. Liderazgo	5.1.	Liderazgo y compromiso	SGIM-01 Manual del Sistema de Gestión Integrado	En el manual se establecen los compromisos de la Alta Dirección para con su SGI, pero no se contemplan compromisos asociados a desempeño energético	NC	Añadir los compromisos de la Alta Dirección sobre el SGEn a los compromisos actuales que tiene para con el SGI.	Manual SGI
	5.2.	Política energética	SGIP-15 Política Ambiental	La política actual contempla temas de calidad y ambiente, pero no incluye aspectos sobre energía ni desempeño energético.	NC	Se realiza una propuesta de política energética que puede ser adaptada a la política del Sistema de Gestión Integrado.	SGIP-15 Política Ambiental
	5.3.	Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	RHM-01 Manual de Puestos	Se cuenta con un organigrama general de la empresa, y el manual de puestos, pero no se tiene establecido ningún equipo encargado de la gestión de la energía.	NC	Se propone un Equipo de Gestión de la Energía con sus respectivos roles, responsabilidades y autoridades y se adjunta en el manual de puestos	RHM-01 Manual de puestos
6. Planificación	6.1.	Acciones para abordar los riesgos y oportunidades	Plan estratégico de Flexográfica de Exportación S.A. 2022 a 2026	La empresa cuenta con un análisis de sus riesgos y oportunidades, sin embargo, el documento se modificó considerando nuevos aspectos relacionados a energía	CP	Se añadieron nuevos riesgos y oportunidades relacionados a aspectos energéticos.	Plan estratégico de Flexográfica de Exportación S.A. 2022 a 2026
	6.2.	Objetivos, metas energéticas y la planificación para lograrlos	GGF-01.00.02 Matriz de objetivos y metas del SGI	La empresa cuenta con sus objetivos y metas, pero estas no incluyen proyectos de energía	NC	Se establecieron los objetivos y metas energéticas que se desarrollarán en el 2025 en la matriz	GGF-01.00.02 Matriz de objetivos y metas del SGI
	6.3.	Revisión energética	No existe		NC	Se realizan mediciones directas de corriente y voltaje para realizar cálculos de potencia y	SGIF-11.01.01 Revisión energética

						determinar los consumos energéticos y los USEs	
	6.4	Indicadores de Desempeño Energético (IDEn)	SGIF-11.00.03 Consumo de recursos	La empresa registra consumo eléctrico, el abastecimiento por paneles solares y un indicador general de dicho consumo, pero no se registra indicadores relacionados a USEs	CP	Se calcularon indicadores de acuerdo con las mediciones que controlará y controla actualmente la empresa	SGIF-11.00.03 Consumo de recursos
	6.5.	Línea de Base Energética (LBEn)	No existe		NC	Se realiza una LBEn con datos de consumo energético mensuales, m2 producidos y otras variables con la herramienta de regresión de Excel	SGIF-11.01.03 LBEn
	6.6	Planificación para la recopilación de datos de la energía	No existe		NC	Se realiza una matriz de planificación para la recolección de datos energéticos	Matriz recopilación de datos de la energía
7. Apoyo	7.1.	Recursos	SGIF-01.00.02 Ficha de Proceso	La empresa tiene establecida la forma en la que se gestionan y proporcionan los recursos, el SGEn queda dentro del proceso del SGI.	C		SGIF-01.00.02 Ficha de Proceso
	7.2.	Competencia	RHM-01 Manual de Puestos y RHF-01.00.05 Cronograma de Desarrollo Humano	Por medio del cronograma, se establecen las acciones tomadas por la organización para subsanar debilidades de competencias o desarrollar conocimientos y habilidades adicionales en el personal.	C	Se añade en el Manual de Puestos el conocimiento que deben tener el Equipo de Gestión de la Energía y la Alta Dirección con respecto a la norma y posteriormente se agrega la formación en el cronograma.	RHM-01 Manual de Puestos y RHF-01.00.05 Cronograma de Desarrollo Humano
	7.3.	Toma de conciencia	RHM-01 Manual de Puestos y RHF-01.00.05 Cronograma de Desarrollo Humano	Los líderes de los procesos coordinan acciones (inducciones, capacitaciones, entre otros) para hacer que los colaboradores tomen conciencia de la pertinencia de su trabajo en el logro de los objetivos	CP	Se añade un cronograma de capacitación para los colaboradores en temas energéticos	RHM-01 Manual de Puestos y RHF-01.00.05 Cronograma de Desarrollo Humano

	7.4.	Comunicación	RHM-01 Manual de Puestos, SGIM-01 Manual del Sistema de Gestión Integrado y SGIF-01.00.03 Minuta para Reuniones	La empresa ya tiene establecida los canales por los cuales se realizan comunicaciones bidireccionales, y también tienen establecidas la cantidad de reuniones mensuales o semanales que se realizan por departamento	C		RHM-01 Manual de Puestos, SGIM-01 Manual del Sistema de Gestión Integrado y SGIF-01.00.03 Minuta para Reuniones
	7.5.	Información documentada	SGIF-05.00.02 Control de Documentos y SGIP-05 Procedimiento de Elaboración y Control de la Información Documentada	La empresa mantiene la información documentada por medio de los dos documentos.	C		SGIF-05.00.02 Control de Documentos y SGIP-05 Procedimiento de Elaboración y Control de la Información Documentada
8. Operación	8.1.	Planificación y control operacional	GGF-01.00.02 Matriz de Objetivos y Metas del Sistema de Gestión Integrado, SGIF-08.00.03 Programa de Gestión Ambiental y GGP-01 Procedimiento para Revisión por la Dirección	La empresa se asegura de que se cumplan los requisitos y ya tienen definidos los documentos por medio de los cuales se lleva control. Sin embargo, no incluyen temas de energía.	NC	Se crea el Programa de Gestión de la Energía por medio del cual se establece todo lo relacionado con la planificación y control del SGEn.	GGF-01.00.02 Matriz de Objetivos y Metas del Sistema de Gestión Integrado, SGIF-08.00.03 Programa de Gestión Ambiental, SGII-11.01 Programa de Gestión de la Energía y GGP-01 Procedimiento para Revisión por la Dirección
	8.2.	Diseño	MAP-01 Procedimiento General de Mantenimiento y ADP-01 Procedimiento de Tecnologías de Información	La empresa considera oportunidades de mejora y lleva control operacional en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, sistemas o procesos.	C		MAP-01 Procedimiento General de Mantenimiento y ADP-01 Procedimiento de Tecnologías de Información
	8.3.	Adquisición	OPP-01 Procedimiento de abastecimiento y OPF-01.01.01 Evaluación y Reevaluación de Proveedores	La empresa ya cuenta con un procedimiento de abastecimientos, sin embargo, este cuenta con criterios de calidad y ambientales, pero no energéticos.	NC	Se modifica el Procedimiento de Abastecimiento considerando criterios sobre eficiencia energética al adquirir productos o servicios.	OPP-01 Procedimiento de abastecimiento y OPF-01.01.01 Evaluación y Reevaluación de Proveedores
9. Evaluación del desempeño	9.1.	Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético y del SGEn	SGIF-11.00.03 Consumo de recursos	La empresa no realiza mediciones, ni análisis ni evaluaciones sobre el desempeño energético	NC	Se realizaron los análisis necesarios y se establecieron los controles y parámetros que deberán seguirse midiendo para demostrar la conformidad del sistema y la mejora continua	SGIF-11.00.03 Consumo de recursos

	9.2.	Auditoría interna	SGIF-07.00.01 Programa Anual de Auditorías y SGIP-07 Procedimiento para Auditorías Internas	El procedimiento de la empresa cumple con los requisitos del SGEn	C	Se agregan las competencias que deben tener los auditores	SGIF-07.00.01 Programa Anual de Auditorías y SGIP-07 Procedimiento para Auditorías Internas
	9.3.	Revisión por la dirección	GGP-01 Procedimiento para Revisión por la Dirección y GGF-01.00.01 Acta de Revisión por la Dirección	El documento con el que cuenta la empresa cumple con los requisitos del SGEn	C		GGP-01 Procedimiento para Revisión por la Dirección y GGF-01.00.01 Acta de Revisión por la Dirección
10. Mejora	10. 1.	No conformidad y acción correctiva	SGIP-06 Procedimiento para Acciones Correctivas, Preventivas y Mejora, y SGIF-06.00.01 Acción Correctiva/Preventiva/Mejora	El documento con el que cuenta la empresa cumple con los requisitos del SGEn	C		SGIP-06 Procedimiento para Acciones Correctivas, Preventivas y Mejora, y SGIF-06.00.01 Acción Correctiva/Preventiva/Mejora
	10. 2.	Mejora continua	GGF-01.00.02 Matriz de Objetivos y Metas del Sistema de Gestión integrado, SGIP-06 Procedimiento para Acciones Correctivas, Preventivas y Mejora, SGIP-07 Procedimiento para Auditorías Internas, GGP-01 Procedimiento para Revisión por la Dirección, y SGIP-11 Procedimiento de Seguimiento y Medición de Desempeño Ambiental	El documento con el que cuenta la empresa cumple con los requisitos del SGEn	C		GGF-01.00.02 Matriz de Objetivos y Metas del Sistema de Gestión integrado, SGIP-06 Procedimiento para Acciones Correctivas, Preventivas y Mejora, SGIP-07 Procedimiento para Auditorías Internas, GGP-01 Procedimiento para Revisión por la Dirección, y SGIP-11 Procedimiento de Seguimiento y Medición de Desempeño Ambiental

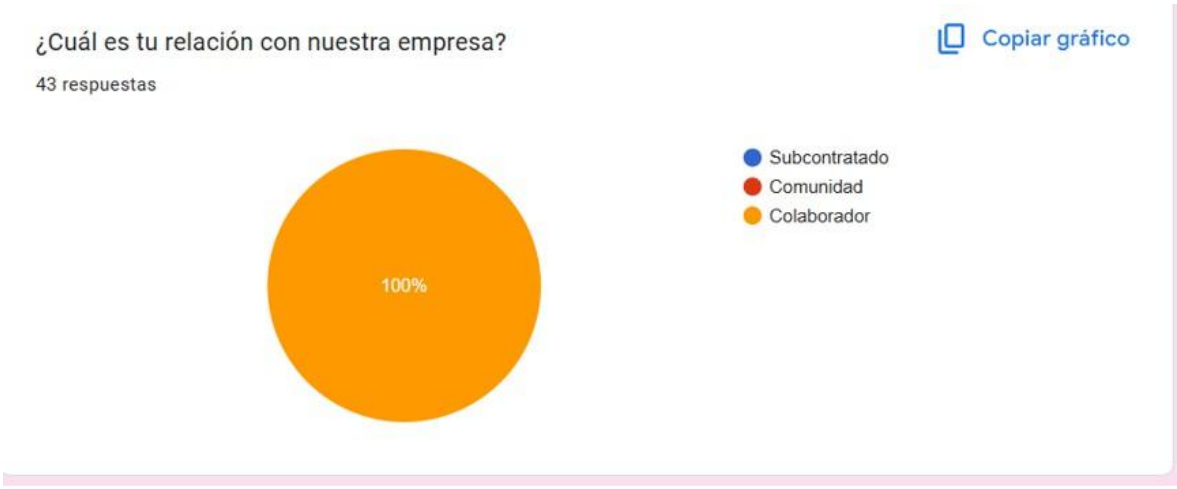
APÉNDICE 2: MATRIZ DE COMPRENSIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y SU CONTEXTO

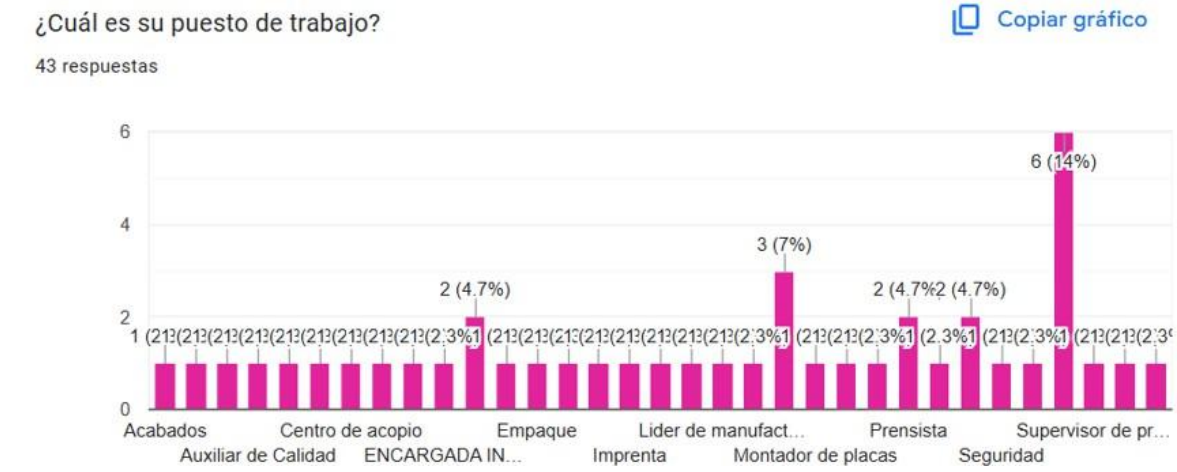
TABLA XXXVII

MATRIZ DE COMPRENSIÓN DE LA ORGANIZCIÓN Y SU CONTEXTO

Factor		Impactoen el SGEn	Control	Urgencia	Relevancia estratégica	Puntaje de pertinencia
Político	Riesgo: Cambios en las políticas gubernamentales que pueden afectar incentivos energéticos	2	1	1	2	6
	Riesgo: Afectación del desempeño energético por conflictos políticos que afectan la demanda de los clientes	1	1	1	1	4
	Oportunidad: Reconocimiento gubernamental yalianza con otras empresas por participación en la certificación	3	3	2	3	11
	Oportunidad: Nuevas políticas de apoyo para la innovación ydesarrollo tecnológico en el sector energético	1	1	1	1	4
Económico	Riesgo: Fluctuaciones en el precio del dólar	2	1	1	2	6
	Riesgo: Inversión inicial alta debido a la adquisición de nuevos equipos o implementación de proyectos tecnológicos para ahorro energético	3	3	2	3	11
	Riesgo: Ahorro económico menor al esperado debido a fluctuaciones en los precios de la energía	2	1	1	2	6
	Oportunidad: Opción de solicitar cambio de tarifa a la T-MTb para reducir costos asociados al consumo eléctrico	3	2	2	2	9
Social	Riesgo: Falta de concientización general sobre la importancia de la eficiencia energética.	3	3	2	3	11
	Riesgo: Resistencia por parte de los colaboradores a implementar las nuevas políticas sobre ahorro energético	3	3	3	3	12
	Riesgo: Gestión del conocimiento de los colaboradores para enfrentarse a nuevas tecnologías	3	3	2	3	11
	Oportunidad: Aumento en la conciencia ydemanda de productos sostenibles por parte de los clientes	2	2	2	3	9
	Oportunidad: Obtención de la certificación INTE/ISO 50 001:2018 para mejorar la competitividad, la filosofía de la empresa yla eficiencia productiva	3	3	2	3	11
Tecnológico	Riesgo: Equipos con baja eficiencia energética	3	3	1	2	9
	Riesgos: Equipos antiguos que por su diseño no pueden adaptarse a propuestas de mejor rendimiento energético	3	3	1	2	9
	Riesgo: Costos de inversión altos al adquirir nuevos equipos tecnológicos	2	3	1	2	8
	Oportunidad: Adquisición de mejores equipos con mayor eficiencia energética	2	3	1	2	8
	Oportunidad: Implementación de baterías para complementar el sistema fotovoltaico de la empresa y abastecer en mayor porcentaje la demanda energética de la empresa	2	3	1	2	8
Ambiental	Riesgo: La eficiencia y el desempeño energético podrían variar por cambios climáticos.	2	1	1	2	6
	Riesgo: Regulaciones ambientales más estrictas que podrían incrementar los costos para su cumplimiento	1	1	2	1	5
	Oportunidad: Reducción de la huella de carbono	2	3	1	2	8
	Oportunidad: Mejor gestión de los recursos	3	3	2	3	11
Legal	Riesgo: Posible implementación de nuevos reglamentos, normas, leyes o tarifas	3	1	3	3	10
	Riesgo: Nuevos posibles requisitos legales por parte de los clientes	2	3	3	2	10
	Riesgo: Requisitos de auditorías energéticas periódicas	3	3	3	3	12
	Oportunidad: Surgimiento de requisitos legales sobre gestión energética para mejorar la competitividad en el mercado	3	1	3	2	9
Fortaleza	Cultura de mejora continua ycapacitación constante de personal	3	3	2	3	11
	Tecnología de proceso, control ysoftware adecuados: soporte tecnológico ydigitalización, variedad de máquinas ysoftware eficiente, inversión destacada en equipos	1	3	1	2	7
	Alianzas estratégicas con proveedores	2	2	1	2	7
	Sistema de Gestión Integrado bajo las normas ISO 9 001:2015 e ISO 14 001:2015	1	3	1	1	6
	Compromiso firme por parte de la alta dirección con la gestión energética	3	3	2	3	11
	Infraestructura óptima para la implementación de mejoras energéticas	2	3	1	2	8
	Disponibilidad de un equipo de mantenimiento capacitado, con conocimiento sobre la distribución de redes eléctricas en las instalaciones de la empresa	3	3	2	3	11
Debilidad	Necesidad de mejora en la comunicación interna	3	3	2	3	11
	Resistencia al cambio ygestión del conocimiento	3	3	2	3	11
	Rotación de personal yseguimiento a nuevos empleados	3	2	2	2	9
	Falta de automatización de medición ycontrol de equipos de alto consumo energético	3	3	1	2	9
	Ausencia de política energética	3	3	3	3	12
	Fuente de energía alterna sin respaldo para abastecer la planta durante cortes de la red nacional	2	3	1	2	8
	Necesidad de personal capacitado en la norma ISO 50 001:2018	3	3	2	3	11
Oportunidad	Mejora en procesos operativos yproductividad	2	3	2	2	9
	Implementación de nuevas herramientas de control energético	3	3	1	3	10
	Acceso a incentivos económicos por cambio de tarifa que ofrece reducciones significativas en la facturación electrica	1	2	1	2	6
	Desarrollo de proyectos con ahorros energéticos que repercuten de manera positiva en la economía yen la eficiencia de la empresa	3	3	1	3	10
	Implementación de nuevas tecnologías o equipos con mayor eficiencia energética	3	3	1	2	9
	Integración del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) al Sistema de Gestión Integrado (SGI) actual	1	3	2	1	7
	Creciente demanda del mercado por productos con menor huella de carbono	1	1	2	1	5
Amenaza	Nuevos requisitos legales aplicables	3	3	3	3	12
	Fenómenos naturales yantropogénicos que afectan el desempeño energético	2	1	1	2	6
	Limitaciones en el presupuesto	2	3	1	2	8
	Variabilidad en los precios de la energía	2	1	1	2	6
	Riesgo de obsolescencia tecnológica en equipos actuales	2	3	2	2	9

APÉNDICE 3: ENCUESTA DE NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE PARTES INTERESADAS INTERNAS





1. ¿De qué forma considera usted que podría impactar positiva o negativamente la implementación de un SGEn en la empresa?

43 respuestas

Genera ahorros económicos y es amigable con el ambiente

Impactaria positivamente ya que la mejora no seria solo para la empresa si no para nuestros hogares

Principalmente la utilización eficiente de los recursos para afectar al mínimo el medio ambiente

-Impactos Positivos:
Reducción de costos energéticos:

Un SGE permite identificar áreas de ineficiencia energética y aplicar medidas correctivas, lo que puede generar ahorros significativos en los costos operativos.
Mejora de la eficiencia operativa:

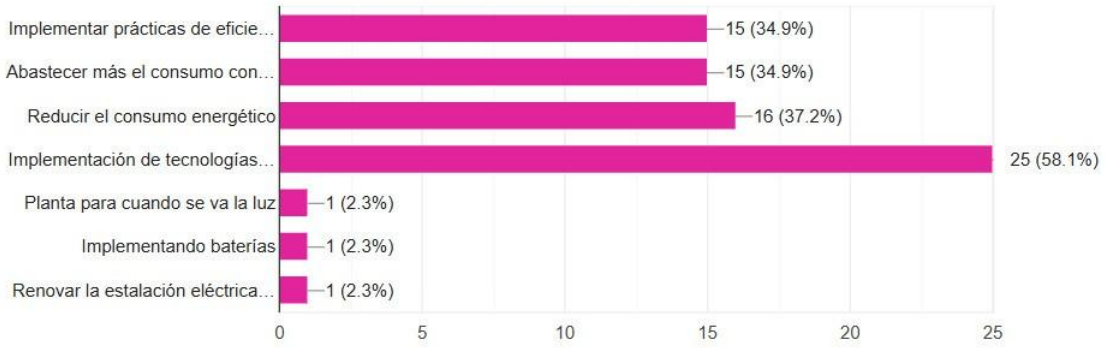
Al optimizar el uso de la energía, la empresa puede operar de manera más eficiente. Esto también puede mejorar la productividad si se reducen los tiempos de inactividad o problemas relacionados con el suministro energético.
Cumplimiento normativo y sostenibilidad:

Los estándares de gestión energética como la ISO 50001 ayudan a las empresas a cumplir con regulaciones ambientales y energéticas. Esto no solo reduce el riesgo de sanciones, sino que también

2. ¿Qué expectativas tiene usted sobre cómo la empresa debería abordar la gestión de la energía?

Copiar gráfico

43 respuestas



3. ¿Qué proyectos o prácticas se podrían desarrollar para contribuir con el ahorro energético y mejorar el desempeño energético de la empresa?

43 respuestas

4. Uso de Energías Renovables:
Instalación de paneles solares: Aprovechar la energía solar fotovoltaica para reducir la dependencia de la red eléctrica y disminuir los costos energéticos.
Sistemas de almacenamiento de energía: Implementar baterías o sistemas de almacenamiento como los EcoFlow Delta Pro para aprovechar mejor la energía renovable y reducir la demanda durante picos de consumo.

Sustitución de lámparas UV por lámparas LED, mejorar la eficiencia del compresor eliminando fugas de aire, actualizando los equipos que tienen motores de arranque directo con sistemas de arranque suave para evitar los picos de voltaje

Bombas de retorno para varias máquinas

Apagando luces y máquinas que no se estén ocupando

Realizar capacitaciones sobre la conciencia del consumo energético

En nuestra áreas tener un carro eléctrico podría impactar considerablemente a las emisiones de carbono y gasto de combustible.

4. ¿De que forma usted podría contribuir con mejorar el desempeño energético de la empresa?

43 respuestas

Apagar lo que no se necesita

Apagando luces cuando no se ocupen

Apagando luces, no dejando equipo de mantenimiento conectado

Utilizando responsablemente los recursos, dejando mi computador apagado y desconectado. Apagando las luces que no se necesitan en mi area.

Ahorrando electricidad pagando cosas inecesariqs que estén encendidas

Apagando la máquina cuando no la necesita o cuando sale a comer

Apagar la máquina entre turnos para que no haya gasto

Desconectar el equipo

Mejorar la productividad

5. ¿Alguna vez ha identificado malas prácticas por parte de los colaboradores o fallas técnicas que podrían estar generando un mayor consumo energético en la empresa?

41 respuestas

- Luces encendidas como la del baño, las máquinas las dejan encendidas o las lámparas de las máquinas
- Sí, que dejan el aire acondicionado encendido y se van de las oficinas y lo dejan encendido
- Si dejan las luces encendidas
- Oficinas quedan encendidas durante todo el fin de semana
- Si las he identificado. Dejan la computadora encendida o las luces de las áreas comunes encendidas.
- Los domingos todas las luces quedan encendidas, hay máquinas que no se están usando y están encendidas
- Que las máquinas las dejan encendidas, y la máquina de rebobinado 1 hace como que hace descargas eléctricas, estar más pendientes del mantenimiento
- Las luces de las oficinas en planta siempre quedan encendidas

6. ¿De que forma preferiría ser comunicado sobre nuevas políticas de la empresa?

Copiar gráfico

43 respuestas



7. Tiene alguna sugerencia adicional para el desarrollo e implementación del sistema?

18 respuestas

Dar a conocer más sobre la norma

Al tener la certificación que sea publicada en las redes sociales

Realizar capacitación para la buena gestión e implementación del sistema.

Considerar la implementación de una planta para evitar fallos en los equipos cuando se va la luz

Involucrar al personal ya que se desconoce en que están trabajando

Educar a la gente sobre el ahorro en la energía

Involucrar al departamento que más consume energía (producción)

Mejorar la comunicación interna de la empresa

Hacer la charla bien dinámica donde se comunique y se comunique lo que se piensa de lo abordado, que la charla no sea tan larga pero que sea concisa o con breaks

APÉNDICE 4: ENCUESTA DE NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE PARTES INTERESADAS EXTERNAS

¿Cuál es su relación con nuestra empresa?

4 respuestas



¿Cuáles son sus expectativas del diseño e implementación del SGEn en nuestra empresa?

4 respuestas

Interesante!

Nuestras expectativa es tener la satisfacción de que la materia prima que se adquiere es de procedencia de una empresa que implementa este Sistema de Gestión hace que sea un ejemplo para nosotros y las demás empresas con la disminución de la huella de carbono

que se mejoren los procesos en las que se aplica para que esto conlleve a mejoras tanto para los cliente como para empleados y el impacto natural .

Muy bueno y acorde

¿De qué manera sería impactado/a usted, ya sea positiva o negativamente con la implementación de un SGEn en nuestra empresa?

4 respuestas

Si no va afectar la productividad el impacto es positivo

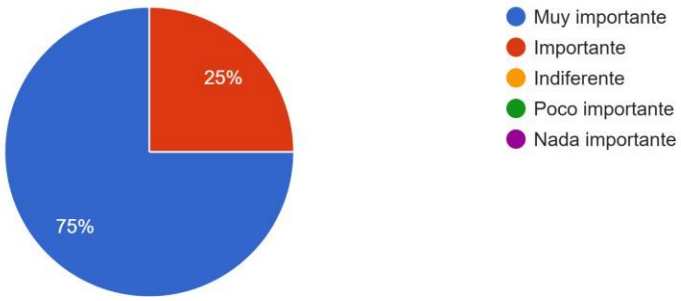
En la certificación de adquirir de material amigable con el ambiente nos empuja hacia un alcance con la huella de carbono neutral a la que deben llegar todas las empresas y como debemos nosotros también ser mas eficientes en el consumo eléctrico

esperando que sea positivamente , tal vez al mejorar el recurso y su aplicacion se den mejores precios .

Precios de venta

¿Qué tan importante es para usted que nuestra empresa implemente prácticas de eficiencia energética?

4 respuestas



¿Qué sugerencias tienes para asegurar que nuestro SGEn sea diseñado e implementado de manera que cumpla con sus expectativas?

3 respuestas

Una muy buena planificación en la implementación

La mejora continua en su sistema de gestión mediante las auditorias externas que les ayude a cuidar la calidad y eficiencia energética del consumo y de compromiso al 100% de sus colaboradores.

La continuidad y el seguimiento que se cumplan los reglamentos son muy importantes, por lo que es importante exista una brigada o equipo de seguimiento de todo lo que respecta al SGEN. Si ya lo tienen contemplado, genial.

APÉNDICE 5: MATRIZ DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS

TABLA XXXVIII

MATRIZ DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS

Matriz de partes interesadas													
Tipo	Parte interesada	Análisis de pertinencia al SGEn				Pertinencia (SI/NO)	Necesidades o expectativas	Riesgo u oportunidad		Nivel de probabilidad	Nivel de riesgo u oportunidad	Nivel de significancia	Acciones
		Afecta los requisitos legales u otros	*Alteracion a los recursos energéticos*	*Impacto en el presupuesto energético*	*Afectación del desempeño energético*								
Externa	Clientes	0	1	1	1	3	Cumplimiento de requerimientos o certificaciones energéticas, expectativas de sostenibilidad, preferencia por prácticas sostenibles, satisfacción de que la materia prima que adquieren sea fabricada con la implementación de este sistema, mejora continua en los procesos de la empresa	Oportunidad	Oportunidad para fortalecimiento de la relación por la implementación de políticas energéticas y SGEn.	2	3	5	Implementar y mantener buenas prácticas de eficiencia energética.
	Organismos promotores de comercio	1	0	0	1	2							
	Proveedores	1	1	1	1	4	Pagos puntuales y confiables, relaciones comerciales estables y a largo plazo, mantenimiento o aumento del volumen de compras, y cumplimiento de normativas.	Riesgo	Eventos climáticos que afectan el abastecimiento de	2	3	5	Implementar sistemas de almacenamiento de energía.
								Oportunidad	Relaciones comerciales estables y a largo plazo.	2	3	5	Mantener comunicación abierta y establecer contratos a largo plazo.
								Riesgo	Incumplimiento de entregas de materias primas o suministros que repercuten en la eficiencia y productividad.	3	3	6	Establecer acuerdos o contratos claros y con pautas de cumplimientos bien definidas y diversificación de proveedores.
								Riesgo	Interrupciones de electricidad.	3	3	6	Implementar sistemas de respaldo de energía y establecer plan de contingencia.
								Riesgo	Aumento en el precio de los combustibles o electricidad.	1	2	3	
	Contratistas	1	1	1	1	4	Expectativas y requisitos de eficiencia energética bien definidos que deben cumplir en sus operaciones y servicios.	Oportunidad	Oportunidad de establecer y comunicar claramente sus expectativas para mejorar la cohesión y alineación con objetivos de sostenibilidad de la	2	1	3	
	Organismos reguladores	1	1	1	1	4	Cumplimiento de normativas energéticas, auditorías, incentivos para energías renovables y normativas de eficiencia energética.	Riesgo	Riesgo de sanciones por incumplimiento.	1	3	4	
	Comunidad	0	0	0	0	0							
Interna	Accionistas	0	0	1	1	2							
	Colaboradores	0	1	1	1	3	Cumplimiento de normativas internas, condiciones de trabajo seguras, formación por medio de capacitaciones y concientización en prácticas energéticas sostenibles.	Oportunidad	Mejora en la cultura organizacional e incremento en la productividad del personal.	3	3	6	Crear comites de trabajo, establecer mecanismos de retroalimentación y desarrollar programas de formación continua.

APÉNDICE 6: MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES

TABLA XXXIX

MATRIZ DE REQUISITOS LEGALES

Matriz de identificación de requisitos legales y otros requisitos											
Tipo	N°	Tema	Título legal	Institución	Requisito	Aplicable (Sí/No)	Verificador de cumplimiento	Responsable	Frecuencia	Aplicabilidad al SGEn	Relación con ISO 50 001
Contrato	NA	Contrato de suministro de electricidad	Contrato de suministro de electricidad /Factura de suministro de electricidad	Junta Administrativa de Servicios Eléctricos de Cartago (JASEC)	Lo establecido según el contrato: límites de potencia, energía según horario y estacionalidad, factor de potencia, tarifa, etc.	Sí	Reporte mensual de la medición de demandas y potencias máximas, y factor de potencia.	Líder de Salud, Seguridad y Ambiente	Anual	Uso, consumo	4.1, 6.2, 6.3, 9.1
Ley	7447	Uso racional de la energía	Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía. Ley N°7447	Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM)	Los límites de consumo establecidos en el artículo 4 y el procedimiento establecido en el artículo 6.	Sí	La declaración jurada enviada al MIRENEM, auditorías energéticas y reporte.	Líder de Salud, Seguridad y Ambiente	Anual	Consumo, eficiencia energética	4.2, 6.1, 6.3, 9.1
Decreto	25584-MINAE-H-MP	Regulación del uso racional de energía	Reglamento para la Regulacion del Uso Racional de la Energía	Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)	Procedimientos para cumplir con la Ley 7447.	Sí	Inspecciones del MINAE	Líder de Salud, Seguridad y Ambiente	Según inspecciones	Consumo, eficiencia energética	4.2, 6.1, 6.3, 9.1
Ley	7593	Regulación de servicios públicos	Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP)	Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP)	Regula tarifas y calidad de servicios públicos, incluyendo electricidad.	Sí	Información tarifaria y condiciones de servicio	Líder de Salud, Seguridad y Ambiente	Anual	Consumo	4.1, 4.2
Reglamento	39220-MINAE	Generación distribuida	Reglamento generación distribuida para autoconsumo con fuentes renovables modelo de contratación medición neta sencilla.	Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)	Regula la generación de electricidad para autoconsumo e interconexión con la red.	Sí	Datos de generación distribuida de la red	Líder de Salud, Seguridad y Ambiente	Mensual	Uso, eficiencia energética	4.1, 6.3, 8.1
Decreto Ejecutivo	40509-MINAE-MTSS	Tarifa eléctrica preferencial	Decreto Ejecutivo 40509. Oficializa el Plan Intersectorial para el establecimiento de una tarifa eléctrica preferencial para la conservación y mejora del empleo en empresas electrointensivas (N°40509-MINAE-MTSS).	Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS)	Incorporación a la tarifa preferencial de media tensión baja (T-MTb) al obtener la certificación de la norma INTE/ISO 50 001:2018 de Sistemas de Gestión de la Energía	No (aplicará al obtener la certificación)	Contrato por parte de JASEC	Gerente financiero		SGEngeneral	4.1, 10.2
Reglamento	RIE	Seguridad de las instalaciones eléctricas	Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE)	Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)	Cumplir con normas de seguridad para la instalación, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de consumo, realizar inspecciones regulares y mantener registros de seguridad.	Sí	Inspecciones de seguridad, auditorías internas, informes de cumplimiento	Líder de mantenimiento	Anual	Uso, SGEn general	7.5.1, 8.1

APÉNDICE 7: MATRIZ DE ACCIONES PARA ABORDAR LOS RIESGOS Y LAS OPORTUNIDADES

TABLA XL

MATRIZ DE ACCIONES PARA ABORDAR LOS RIESGOS Y LAS OPORTUNIDADES

	Apartado del que proviene el riesgo u oportunidad	Riesgo/ Oportunidad	Descripción del riesgo u oportunidad	Evaluación del riesgo u oportunidad			Plan de acción						Evaluación del riesgo u oportunidad		
				Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo u oportunidad	Acciones	Plazo de implementación		Responsable	Evaluación de la eficacia	Fecha de la evaluación de eficacia	Probabilidad residual	Impacto residual	Nivel de riesgo u oportunidad residual
								Inicio	Termino						
1	4.1. Contexto de la organización	Riesgo	Posibilidad de aumento en el precio de los combustibles o electricidad	3	2	6	Implementar medidas de eficiencia energética para reducir el consumo y realizar auditorías energéticas para identificar oportunidades de ahorro.	ago-24	feb-25	Coordinadora del SGEn	Disminución del consumo energético reflejado en los indicadores	mar-25			0
2	4.1. Contexto de la organización	Riesgo	Riesgo de obsolescencia tecnológica o equipos que por su diseño no se pueden adaptar a propuestas de mejor eficiencia energética	2	2	4									0
3	4.1. Contexto de la organización	Riesgo	Posibles cambios en las políticas gubernamentales que pueden afectar incentivos energéticos (tarifas)	2	1	2									0
4	4.1. Contexto de la organización	Riesgo	Inversión inicial alta debido a la adquisición de nuevos equipos o por la implementación de proyectos para ahorro energético	3	1	3									0
5	4.1. Contexto de la organización	Riesgo	Poca sensibilización de los colaboradores sobre eficiencia energética o resistencia a implementar la nueva política energética y alta rotación de personal.	4	3	12	Desarrollar programas de formación y sensibilización para los colaboradores sobre prácticas de eficiencia energética.	ene-25	feb-25	Coordinadora de competencias y coordinadora del SGEn	Encuestas de satisfacción y comprensión antes y después de la capacitación.	mar-25			0
6	4.1. Contexto de la organización y procesos	Riesgo	Falta de automatización en medición energética y control de equipos de alto consumo eléctrico	4	4	16	Instalar equipos de medición y monitoreo en tiempo real en los USEs para identificar patrones de consumo y optimizar la eficiencia por medio de mejoras.	dic-24	ene-25	Coordinador de mantenimiento y coordinadora de proyectos energéticos	Datos mensuales de monitoreo eléctrico y comparación de datos de consumo energético antes y después, observando reducciones de consumo.	feb-25			0
7	4.1. Contexto de la organización	Riesgo	Necesidad de personal capacitado en la norma ISO 50 001:2018	4	4	16	Desarrollar una capacitación para el Equipo de Gestión de la Energía sobre la norma ISO 50 001:2018.	ene-25	ene-25	Coordinadora de competencias	Certificación obtenida de los miembros del Equipo de Gestión de la Energía.	feb-25			0
8	4.2. Partes interesadas	Riesgo	Eventos climáticos o interrupciones de la red que afectan el abastecimiento de energía	2	3	6	Buscar proyectos de abastecimiento energético como alternativa del abastecimiento de la red para casos de interrupciones. Incluir análisis de aspectos de cambio climático en las revisiones por la dirección.	ene-25	jul-25	Coordinadora de proyectos energéticos	Documentación sobre opciones de proyectos o implementación de estos.	ene-26			0
9	4.2. Partes interesadas	Riesgo	Incumplimiento de entregas de materias primas o suministros por parte de los proveedores	3	3	9	Incremento de inventarios, suplidores en desarrollo de diferentes latitudes y proveedores alternos.	jul-24	jul-25	Gestor energético	Documentación sobre los análisis de niveles de inventario y monitoreo constante de puertos.	ago-25			0
10	4.4. Sistema de Gestión de la Energía	Riesgo	Paros en línea de producción por daño en equipos o simplemente retrasos debido a interrupciones en el abastecimiento de energía	4	4	16	Seguimiento estricto de los planes de mantenimiento preventivo para equipos. Adicionalmente, evaluar la fcatibilidad de instalar sistemas de respaldo para asegurar la continuidad del proceso durante las interrupciones.	nov-25	dic-25	Coordinadora de proyectos energéticos	Documentación de mantenimiento actualizada y estudio sobre factibilidad de un sistema de respaldo	ene-26			0
11	4.4. Sistema de Gestión de la Energía	Riesgo	Errores en el registro de datos de consumo de los procesos	3	3	9	Capacitar constantemente al personal para uso correcto de los equipos e instrumentos de medición y optar en algun momento por sistemas automatizados de recolección de datos.	nov-25	dic-25	Coordinadora de competencias y coordinadora de proyectos energéticos	Documentación sobre las capacitaciones realizadas y búsqueda de equipos de medición automatizados	ene-26			0
1	4.2. Partes interesadas	Oportunidad	Diferenciación de la competencia por obtención de la certificación	3	3	9	Diseñar una estrategia de comunicación al público que destaque los logros alcanzados sobre la certificación.	mar-25	sept-25	Coordinadora de competencias	Seguimiento de la visibilidad de la empresa, mejoras en la imagen corporativa y cantidad de nuevas alianzas formadas.	oct-25			0
2	4.1. Contexto de la organización	Oportunidad	Solicitud de cambio de tarifa a la T-MTb para reducir costos de consumo eléctrico	3	4	12	Análisis del consumo eléctrico actual y la viabilidad del cambio de tarifa.	feb-25	abr-25	Coordinador de proyectos energéticos	Comparación de los costos de consumo eléctrico antes y después del cambio	jul-25			0
4	4.1. Contexto de la organización	Oportunidad	Compromiso firme por parte de la alta dirección con la gestión energética	4	4	16	Realizar reuniones periodicas para revisión de los avances del SGEn	oct-24	feb-25	Alta dirección	Participación activa de la alta dirección en revisiones periódicas del SGEn.	mar-25			0
5	4.1. Contexto de la organización	Oportunidad	Disponibilidad de un equipo de mantenimiento con conocimiento sobre la distribución de redes eléctricas en las instalaciones de la empresa	3	4	12	Aprovechar al equipo para identificar las áreas de mejora en la eficiencia energética, y documentar mantenimientos preventivos	nov-24	ene-25	Coordinador de mantenimiento	Seguimiento de la implementación de mejoras sugeridas y mediciones de su impacto en el consumo energético.	feb-25			0

APÉNDICE 8: MATRIZ DE ESTIMACIÓN DE AHORRO ANUAL

TABLA XLI

MATRIZ DE ESTIMACIONES MENSUALES DE AHORRO POR CAMBIO DE TARIFA

Punta	5	21%
Valle	10	42%
Nocturno	9	38%
	24	

Enero

			T-C0		tmt-b	
Periodo	**Consumo**	**Demanda**	**Demanda**	**Consumo**	**Demanda**	**Consumo**
PUNTA	7 913	226	₡2 045 070,42	₡2 201 320,80	720 093	₡860 088,75
VALLE	15 825	226			502 695	₡591 063,75
NOCTURNO	14 243	226			322 137	₡341 535,15
	37 980					
Subtotal			₡2 045 070,42	₡2 201 320,80	₡1 544 924,19	₡1 792 687,65
Subtotal				₡4 246 391,22	₡3 337 611,84	
IVA				₡552 030,86	₡433 889,54	
Total				₡4 798 422,08	₡3 771 501,38	
Ahorro mes				**₡1 026 921**		

Febrero

			T-C0		tmt-b	
Periodo	**Consumo**	**Demanda**	**Demanda**	**Consumo**	**Demanda**	**Consumo**
PUNTA	7 338	181	₡1 643 020,13	₡2 041 351,20	578 526	₡797 586,25
VALLE	14 675	181			403 868	₡548 111,25
NOCTURNO	13 208	181			258 806	₡316 715,85
	35 220					
Subtotal			₡1 643 020,13	₡2 041 351,20	₡1 241 200,07	₡1 662 413,35
Subtotal				₡3 684 371,33	₡2 903 613,42	
IVA				₡478 968,27	₡377 469,74	
Total				₡4 163 339,60	₡3 281 083,16	
Ahorro mes				**₡882 256**		

Marzo

			T-C0		tmt-b	
Periodo	**Consumo**	**Demanda**	**Demanda**	**Consumo**	**Demanda**	**Consumo**
PUNTA	10 200	195	₡1 770 326,99	₡2 837 721,60	623 353	₡1 108 740,00
VALLE	20 400	195			435 161	₡761 940,00
NOCTURNO	18 360	195			278 859	₡440 272,80
	48 960					
Subtotal			₡1 770 326,99	₡2 837 721,60	₡1 337 372,52	₡2 310 952,80
Subtotal				₡4 608 048,59	₡3 648 325,32	
IVA				₡599 046,32	₡474 282,29	
Total				₡5 207 094,90	₡4 122 607,62	
Ahorro mes				**₡1 084 487**		

T–CO

a. Consumo de Energía menor o	96,98
b. Bloque 0–3000 kWh	173880
c. Bloque mayor a 3000 kWh	57,96
d. Bloque 0–8 kW	72539,52
e. Bloque mayor a 8 kW	9067,44

MEDIA TENSIÓN (T–MTb)

T–MTb

a.	Periodo Punta (máxima)
b.	Periodo Punta (mínimo)
c.	Periodo Valle (máxima)
d.	Periodo Valle (mínima)
e.	Periodo Noche (máxima)
f.	Periodo Noche (mínimo)
g.	Potencia Punta (Máxima)
h.	Potencia Punta (Mínimo)
i.	Potencia Valle (Máxima)
j.	Potencia Valle (Mínimo)
k.	Potencia Noche (Máxima)
l.	Potencia Noche (Mínimo)

total pagado	
Ahorro anual	₡12 245 344

		Cambio dólar	₡ 522,00
Inversión total	Inteco	Medidores de energía	Depósito de garantía
Precio sin IVA	$ 6 000,00	$ 10 000,00	
IVA		$ 1 300,00	
Subtotal		$ 11 300,00	
	₡ 3 132 000,00	₡ 5 898 600,00	₡ 6 000 000,00
TOTAL	₡		15 030 600,00

Periodo de recuperación	Años	1,2
	Meses	14,7

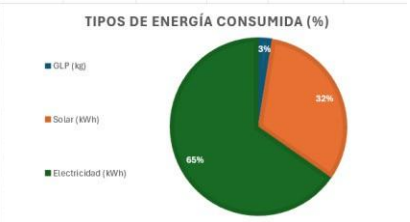
APÉNDICE 9: ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA EMPRESA

TABLA XLII

ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE ENERGÍA CONSUMIDA POR LA EMPRESA

Tipos de energía consumida (18 meses)

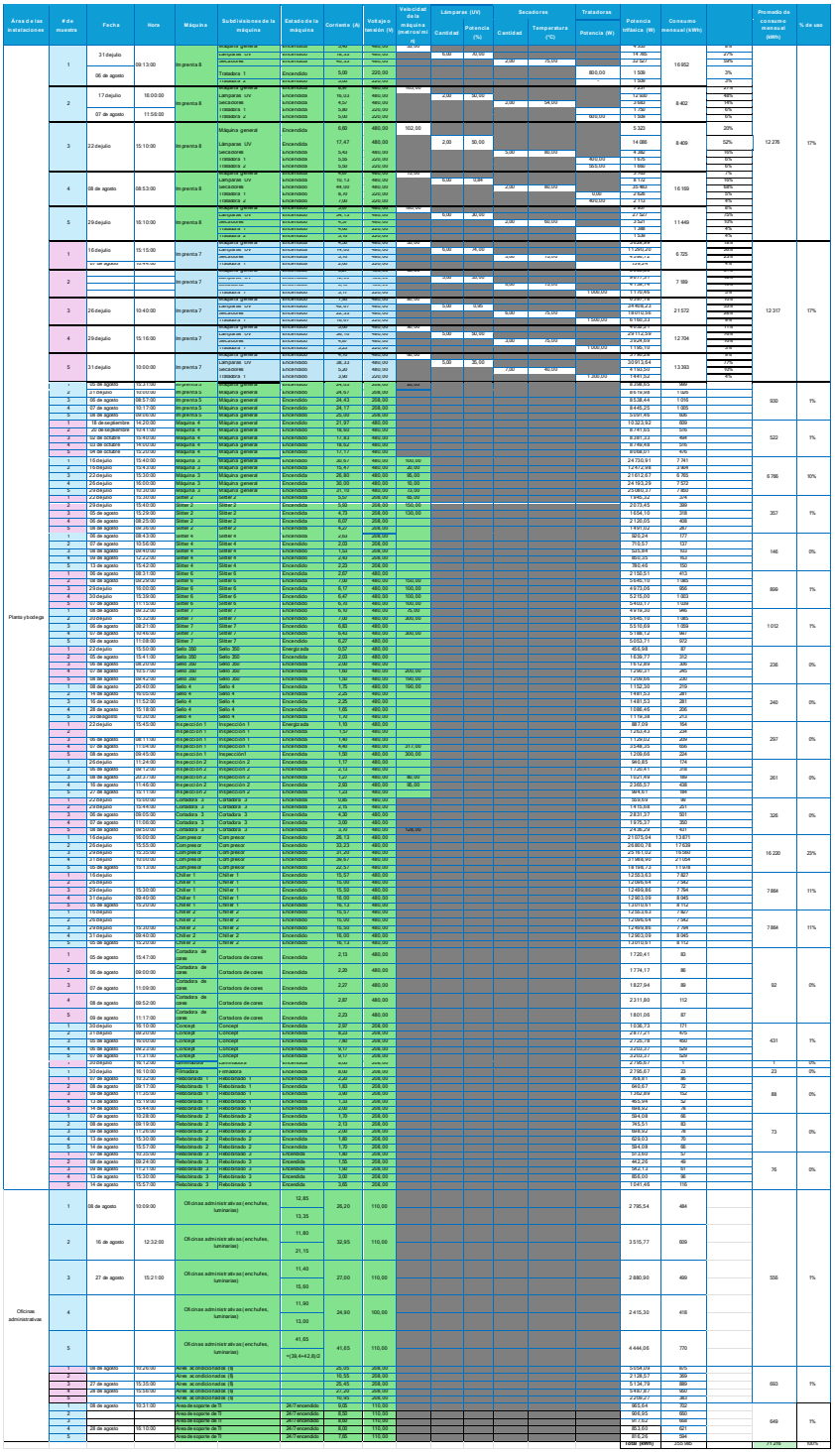
Tipos de energía secundaria	Consumo (24 meses) 2023	2024	Consumo energético total	Poder calorífico		Energía primaria (MJ)	Porcentaje de consumo (%)
GLP (kg)	1 793	1 793	3 586	48,00	MJ/kg	172 108,80	2,5%
Solar (kWh)	327 240	286 340	613 580	3,60	Factor de conversión	2 208 888,00	32,2%
Electricidad (kWh)	598 140	647 340	1 245 480	3,60	MJ/kWh Factor de conversión	4 483 728,00	65,3%
					Total	6 864 724,80	100%



APÉNDICE 10: MATRIZ DE REVISIÓN ENERGÉTICA

TABLA XLIII

MATRIZ DE LA REVISIÓN ENERGÉTICA



APÉNDICE 11: POLÍTICA AMBIENTAL

Flexográfica DE EXPORTACIÓN S.A.

Política Ambiental

Flexográfica de Exportación S.A. ha establecido e implantado un sistema de gestión ambiental y de la energía basado en los requisitos de la norma ISO 14001:2015 la norma ISO 50001:2018. Nuestra política define el compromiso de realización de nuestra actividad dentro de los parámetros de un desarrollo sostenible, manteniendo el control y la gestión de los aspectos ambientales que produce, especialmente de aquellos más significativos.

Así mismo, establece un marco común para la definición de los objetivos y la realización de las actividades que contribuyan a la mejora continua del sistema de gestión ambiental y de la energía. Para cumplir estos compromisos y alcanzar los objetivos establecidos, en Flexográfica nos comprometemos a:

- Asegurar el cumplimiento de los requisitos legales vigentes, normativa interna u otros compromisos voluntarios adquiridos por la organización.
- Asegurar la protección del medio ambiente, trabajando de forma respetuosa, previniendo la contaminación y minimizando los efectos ambientales producidos como consecuencia de la actividad que desarrollamos en nuestra empresa.
- Luchar contra el cambio climático, minimizando las emisiones de gases de efecto invernadero de nuestras operaciones y de nuestros productos y servicios.
- Evitar o minimizar el consumo energético y la emisión de gases de efecto invernadero generados por sus actividades.
- Hacer un uso racional y sostenible del agua, gestionando los riesgos relacionados con su escasez y asegurándose de que el agua utilizada retorne al medio en las condiciones deseadas.
- Usar eficientemente los recursos energéticos maximizando el ahorro y priorizando en el uso de combustibles con menor impacto ambiental.
- Establecer mecanismos de gestión del uso de la energía y las emisiones, que permitan medir de forma objetiva la evolución del desempeño y la toma de decisiones.
- Establecer indicadores y sistemas de reporte que permitan conocer de forma objetiva el impacto ambiental de nuestra actividad.
- Capacitamos a nuestro personal para que identifiquen sus aspectos ambientales dentro de su puesto de trabajo y en conjunto minimizar el impacto ambiental negativo.

DOCUMENTO NO CONTROLADO AL SER IMPRESO

DOC: SGIP-15 1/1
REV: 02 (19-02-2025)

Fig. A.11. Política Ambiental

APÉNDICE 12: MATRIZ PARA LA RECOPILACIÓN DE DATOS DE LA ENERGÍA

TABLA XLIV

MATRIZ PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS ENERGÉTICOS

6.6. Planificación para la recolección de datos energéticos											
USE	Tipo de energía	Punto de medición	Parámetro a medir	Unidades	Frecuencia de medición	Responsable	Método de medición	Frecuencia Calibración	Almacenamiento	Análisis	Acción derivada
Imprenta 8	Electricidad	Panel general	Corriente	Amperios (A)	Continua	Líder de SSA	Equipo de medición (AcuRev 2100)	5 años	Software Acuview y Excel "Consumos de recursos 2025"	° Revisar los datos y comparar el consumo energético de la máquina con su historial de consumo y sus metas de eficiencia.	° Si el análisis revela una desviación en los datos, verificar la causa asociada a variables, factores relacionados al proceso o fallas en el funcionamiento del equipo
			Voltaje	Voltios (V)							
			Potencia	Watts (W)							
		Lámparas UV	Corriente	Amperios (A)	Continua	Líder de SSA	Equipo de medición (AcuRev 2100)	5 años	Software Acuview y Excel "Consumos de recursos 2025"	° Revisar los datos y comparar el consumo energético de la máquina con su historial de consumo y sus metas de eficiencia.	° Si el análisis revela una desviación en los datos, verificar la causa asociada a variables, factores relacionados al proceso o fallas en el funcionamiento del equipo
			Voltaje	Voltios (V)							
			Potencia	Watts (W)							
		Secadores	Corriente	Amperios (A)	Continua	Líder de SSA	Equipo de medición (AcuRev 2100)	5 años	Software Acuview y Excel "Consumos de recursos 2025"	° Revisar los datos y comparar el consumo energético de la máquina con su historial de consumo y sus metas de eficiencia.	° Si el análisis revela una desviación en los datos, verificar la causa asociada a variables, factores relacionados al proceso o fallas en el funcionamiento del equipo
			Voltaje	Voltios (V)							
			Potencia	Watts (W)							
		Dashboard	Horas de operación	Horas (hr)	Continua	Líder de SSA	PLC	-	Portal y Excel "Consumo de recursos 2025"	°Revisar indicadores como consumo energético por hora de producción.	° Si se observa un exceso de horas de operación sin aumento correspondiente de producción, se analizará con producción los tiempos muertos en máquinas así como las causas de los paros.
		Dashboard	Metros de producción	m2	Continua	Líder de SSA	PLC	-	Portal y Excel "Consumo de recursos 2025"	° Calcular la eficiencia energética en términos de consumo por cada 1000 metros producido (kWh/1000 m)	° Si se observa un aumento del consumo energético sin aumento proporcional de metros producidos, programar una revisión de los procesos y evaluar posibles causas de ineficiencia, como tiempos de inactividad o problemas en el rendimiento de la máquina.
Imprenta 7	Electricidad	Panel general	Corriente	Amperios (A)	Continua	Líder de SSA	Equipo de medición (AcuRev 2100)	5 años	Software Acuview y Excel "Consumos de recursos 2025"	° Revisar los datos y comparar el consumo energético de la máquina con su historial de consumo y sus metas de eficiencia.	° Si el análisis revela una desviación en los datos, verificar la causa asociada a variables, factores relacionados al proceso o fallas en el funcionamiento del equipo
			Voltaje	Voltios (V)							
			Potencia	Watts (W)							
		Lámparas UV	Corriente	Amperios (A)	Continua	Líder de SSA	Equipo de medición (AcuRev 2100)	5 años	Software Acuview y Excel "Consumos de recursos 2025"	° Revisar los datos y comparar el consumo energético de la máquina con su historial de consumo y sus metas de eficiencia.	° Si el análisis revela una desviación en los datos, verificar la causa asociada a variables, factores relacionados al proceso o fallas en el funcionamiento del equipo
			Voltaje	Voltios (V)							
			Potencia	Watts (W)							
		Secadores	Corriente	Amperios (A)	Continua	Líder de SSA	Equipo de medición (AcuRev 2100)	5 años	Software Acuview y Excel "Consumos de recursos 2025"	° Revisar los datos y comparar el consumo energético de la máquina con su historial de consumo y sus metas de eficiencia.	° Si el análisis revela una desviación en los datos, verificar la causa asociada a variables, factores relacionados al proceso o fallas en el funcionamiento del equipo
			Voltaje	Voltios (V)							
			Potencia	Watts (W)							
		Dashboard	Horas de operación	Horas (hr)	Continua	Líder de SSA	PLC	-	Portal y Excel "Consumo de recursos 2025"	°Revisar indicadores como consumo energético por hora de producción.	° Si se observa un exceso de horas de operación sin aumento correspondiente de producción, se analizará con producción los tiempos muertos en máquinas así como las causas de los paros.
		Dashboard	Metros de producción	m2	Continua	Líder de SSA	PLC	-	Portal y Excel "Consumo de recursos 2025"	° Calcular la eficiencia energética en términos de consumo por cada 1000 metros producido (kWh/1000 m)	° Si se observa un aumento del consumo energético sin aumento proporcional de metros producidos, programar una revisión de los procesos y evaluar posibles causas de ineficiencia, como tiempos de inactividad o problemas en el rendimiento de la máquina.

ANEXO

ANEXO 1: PINZAS AMPERÍMETRICAS UTILIZADAS EN LA REVISIÓN ENERGÉTICA



Fig. A.1. Amperímetro FLUKE 378 FC

Especificaciones generales	
Tensión máxima general (entre cualquier terminal y tierra)	1000 V
Batería	
Tipo	2 pilas AA IEC LR6 alcalinas
Autonomía	200 h
Pantalla	Doble lectura
Apagado automático	20 minutos
Corriente CA: Mordaza	
Rango	999,9 A
Resolución	0,1 A
Exactitud	2% ± 5 dígitos (45 a 66 Hz)
Factor de cresta (50/60 Hz)	3 a 500 A 2,5 a 600 A 1,42 a 1000 A Añadir un 2% para FC >2
Corriente CA: Sonda de corriente flexible	
Rango	2500 A
Resolución	1 A (≤ 2500 A) 0,1 A (≤ 999,9 A)
Exactitud	3% ± 5 dígitos (5 Hz a 500 Hz)
Corriente CC	



Distancia de la posición óptima	i2500-10 Flex	i2500-18 Flex	Error
A	12,7 mm (0,5")	35,6 mm (1,4")	± 0,5%
B	20,3 mm (0,8")	50,8 mm (2,0")	± 1,0%
C	35,6 mm (1,4")	63,5 mm (2,5")	± 2,0%

Para la incertidumbre de medida se asume la presencia de un conductor primario centralizado en una posición óptima, sin un campo magnético o eléctrico externo, y dentro del rango de temperaturas de trabajo.

Rango	999,9 A
Resolución	0,1 A
Exactitud	2% ± 5 dígitos
Tensión CA: FieldSense	
Rango	1000 V
Resolución	1 V (≤ 1000 V)
Exactitud	
≤ 4/0 AWG	3% ± 5 dígitos (45 Hz a 66 Hz)
≥ 4/0 AWG	5% ± 5 dígitos (45 Hz a 66 Hz)

Fig. A.1.2. Especificaciones del amperímetro FLUKE 378 FC [32].

ANEXO 2: EQUIPO MEDIDOR DE ENERGÍA Y SUS ESPECIFICACIONES



Fig. A.2. Medidor AcuRev 2100 marca AccuEnergy

Specifications

Measure			
Parameter	Accuracy	Resolution	Range
Active Energy	0.5s	0.1kWh	0~99999999.9kWh
Reactive Energy	0.5%	0.1kvarh	0~99999999.9kvarh
Apparent Energy	0.5%	0.1kVAh	0~99999999.9kVAh
Voltage	0.5%	0.1V	10~400V
Current	0.5%	0.001A	5mA~10,000A
Real Power	0.5%	0.1W	4000.0kW
Reactive Power	0.5%	0.1var	4000.0kvar
Apparent Power	0.5%	0.1VA	4000.0kVA
Power Factor	0.5%	0.001	-1.000~1.000
Frequency	0.2%	0.01Hz	45~65Hz
Real Power Demand	0.5%	0.1W	4000.0kW
Reactive Power Demand	0.5%	0.1var	4000.0kvar
Apparent Power Demand	0.5%	0.1VA	4000.0kVA
Current Demand	0.5%	0.001A	5mA~10,000A
Unbalance	1%	0.01%	0~300%
Harmonics	1%	0.01%	0~100%
Meter Running Time		0.01hour	0~999999.9 hours
Temperature Drift	less than 100ppm/°C(0-50°C)		

Input	
Voltage Input	
Nominal Full Scale	400Vac L-N, 690Vac L-L
Input Impedance	2MΩ/per phase
Metering Frequency	45Hz~65Hz
PT Burden	<0.2VA
Current Inputs	
Nominal Current	80mA, 100mA, 333mV

Digital Output	
External Circuit Voltage	5-30Vdc
Output Current (MAX)	5-50mA
Pulse Width (High)	20-100ms, Programmable
Pulse Constant	1-60000imp/kWh, Programmable

IO	
Digital Input (DI)	
Input Style	Dry Node
Input Current (Max)	2mA
Pulse Frequency (Max)	100Hz, 50% Duty Cycle
SOE Resolution	2ms
Auxiliary Power of DI (15V)	
Output Voltage	15Vdc
Rated Power	1W
Relay Output (RO)	
Load Voltage Range	250Vac, 30Vdc
Load Current	3A
Opening Time	10ms (Max)
Conduction Impedance	100mΩ (Max)
Isolation Voltage	4,000Vac
Mechanical Life	5,000,000 times

Communication with WEB2 Module	
RS485 Baud Rate	1200-38400bps
Protocol	Modbus-RTU Modbus-TCP/IP, BACnet-IP, SNMP SNTP, SMTP MQTT, HTTP/HTTPs Post, FTP, RSTP IPv6

Operating Environment	
Operating Temperature	-25°C ~ 70°C
Storage Temperature	-40°C ~ 85°C
Relative Humidity	5%~95% Non-Condensing

Working Power	
Power Supply	Vac 100~415Vac,50~60Hz; Vdc 100-300Vdc
Power Consumption	5W

Fig. A.2.2. Especificaciones del medidor AcuRev 2100.

ANEXO 3: COTIZACIÓN DE LÁMPARAS UV LED ADQUIRIDAS



GEW quotation reference: Q48188Ar1 gewuv.com

Federico Robert
Flexografica De Exportacion S.A.
25 Sur, 100 Oeste y
100 Sur de Servicentro Cristo Rey
Provincia de Cartago
OCHOMOGO
30104
CR

GEW (EC) Limited
Crompton Way, Crawley
West Sussex, RH10 9QR, UK
Tel: +44 (0) 1737 824500
E: Sales@gewuv.com

GEW Incorporated
Unit X, 11941 Abbey Road,
North Royalton Ohio 44133, USA
Tel: 440-237-4GEW (4439)

GEW ...engineering UV

04 December 2024

GEW quotation reference: Q48188Ar1

Thank you for your enquiry. Please see the below quotation tailored to your requirements.
Quotation specified to upgrade your existing GEW system S14469.
For additional information or further enquiries, please contact our sales representative:
Contact: Amir Dekel - (Vice President, Sales) - Tel: +14406735640 - Email: adekel@gewuv.com

Scope of supply

ArcLED system, for Mark Andy P-Series machine.

- 7 × 47cm AERO2 Cassette(s) running at a wavelength of 395nm with a peak irradiance of 26W/cm²
- 4 × RLT PSU(s) mounted in RLT distribution rack(s)
- Colour Touchscreen (multi-lingual control)
- Required cables and interconnections, (up to 15m in length)
- Existing E2C cassettes, integration and air-cooling system from S14469 to be used

System requirements

GEW System requirements
- Ambient operating temperature - (+15 to +40 °C) non-condensing humidity
- Altitude up to 1000m above sea level
- To ensure reliable operation and adhere to warranty conditions, site voltage outside of rated supply voltage require a transformer(s). Mains supply quality to EN50160:2010.

Power requirements
- Rack A (Rack with fan) - (Rated Supply Voltage - 380Vac-480Vac 50Hz/60Hz 3P + E) - (102A @ 380V / 67KVA @ 380V)

All parameters given in quotation are provisional, to be confirmed during design stage of your order.

Commercial terms

- INCOTERM 2020: DAP nearest international airport via AIR FREIGHT
- Installation by GEW in OCHOMOGO included.
- System training and commissioning included with installation.

Pricing

Special deal price to Flexografica De Exportacion S.A.: 51,740 USD*

Payment terms

Stage 1	30%	with order
Stage 2	60%	5 working days before the estimated despatch date
Stage 3	10%	30 days after date of despatch

Warranty

- 1 Year - Standard warranty included.
- Terms apply. Please see warranty datasheet

Fig. A.3. Cotización de lámparas UV LED adquiridas

ANEXO 4: COTIZACIÓN DEL MEDIDOR ADQUIRIDO

Dirección de facturación:

FLEXOGRAFICA DE EXPORTACION S.A.,
Ashlie Espinoza

Ochomogo, 100 Oeste y 100 Sur de Servicentro Cristo Rey, 25 Sur, Cartago, Costa Rica
+506 8819 9574

Presupuesto CO14997

Fecha de Cotización:	Valido Hasta:	Vendedor:
10/12/2024 14:16:18	13/12/2024	Patric Barrantes Chaves

Item	Descripción	Cantidad	Precio Unidad	Impuestos	Monto
1	[AcuRev2110mVWEB2] Medidor Multicircuitos de Parámetros Eléctricos 333mV 18 entradas. AcuRev 2110. Accuenergy. AcuRev 2110-mV-WEB2	2.0	¢ 1,258.08	13%	¢ 2,516.16
2	[acuct75R150333] Transformador de corriente nucleo partido cuadrado 2 cm 150A:333mv. Acuenergy. ACUCT75R150:333.	6.0	¢ 64.04	13%	¢ 384.24
3	[acuct75r100:333] Transformador de corriente núcleo partido cuadrado UL, 19mm 100A:333mv. Accuenergy. ACUCT75R100:333.	12.0	¢ 61.97	13%	¢ 743.69
4	[acuct100R250333] Transformador de Corriente núcleo partido cuadrado 1.0 in 250A:333mv. Accuenergy. ACUCT100R250:333.	6.0	¢ 82.63	13%	¢ 495.79
5	[acuct75R150333] Transformador de corriente nucleo partido cuadrado 2 cm 150A:333mv. Acuenergy. ACUCT75R150:333.	6.0	¢ 64.04	13%	¢ 384.24
Armado y programación Básica de los 2 medidores					
1	Gabinete IP65 con tapa transparente con accesorios de montaje instalados para un AcuRev 2110	2.0	¢ 598.00	13%	¢ 1,196.00
Incluye: Gabinete IP65 con tapa transparente Accesorios de instalación, de conexión y fusibles instalados en gabinete Instalación y alambrado de medidor de energía AcuRev en gabinete en riel din Conectores listos para conexión de señales de corriente y voltaje Programación básica de medidor de energía AcuRev (inquilinos y red) No incluye instalación física del equipo en el sitio.					

Subtotal	¢ 1,196.00

Base imponible	¢ 5,720.12
Impuestos	¢ 743.61
Total	¢ 6,463.73

Términos de pago: Pago inmediato

Monto en letras: SEIS MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES PUNTO SIETE TRES COSTA RICAN COLÓN

Fig. A.4. Cotización del medidor eléctrico adquirido