

Diseño y documentación del sistema de gestión de la energía bajo los lineamientos de la NTC
ISO 50001:2019 en el Edificio Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de
Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander

Luis Gerardo Noy Domínguez

Trabajo de grado para optar el Título de Ingeniero Electricista

Director

Gabriel Ordóñez Plata

PhD. Ingeniería Industrial

Codirector

Alejandro Parrado Duque

Magister en Ingeniería Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Bucaramanga

2024

Contenido

	Pág.
Introducción	8
1. Generalidades del trabajo de grado	10
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 Objetivos	12
1.3 Marco teórico	13
1.4 Indicadores para la eficiencia energética en edificios	13
2. Estado actual del EIE-UIS frente al SGen.....	15
3. Análisis de brechas.....	17
4. Contexto de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T).....	20
4.1 Comprensión de la E3T y su contexto.....	20
4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	23
4.3 Alcance del sistema de gestión de la energía.....	27
4.4 Sistemas de gestión de la energía	28
5. Liderazgo	29
5.1 Liderazgo y compromiso.....	30
5.2 Política energética.....	31
5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización.....	32
6. Planificación	34
6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades	34
6.2 Objetivos, metas energéticas y la planificación para lograrlos.	36
6.3 Revisión energética	37
6.4 Indicadores de desempeño energéticos.....	47
6.5 Línea de base energética.	48
7. Conclusiones	50
Referencias Bibliográficas.....	53
Apéndices	55

Lista de Figuras

	<i>Pág.</i>
Figura 1. Elementos de la Matriz FODA.....	21
Figura 2. Partes interesadas en el desempeño del SGen	24
Figura 3. Esquema general del liderazgo de un sistema SGen	29
Figura 4. Política energética de la E3T.....	32
Figura 5. Análisis de Pareto de los circuitos del edificio de la E3T	38
Figura 6. Estimación del consumo anual de energía eléctrica del EIE-UIS	43
Figura 7. Estimación del consumo diario de energía del circuito TP1	44
Figura 8. Estimación del consumo diario de energía del circuito RACK.....	44
Figura 9. Estimación del consumo diario de energía del circuito TP5	45
Figura 10. Estimación del consumo diario de energía del circuito TAA-1	46
Figura 11. Estimación del consumo diario de energía del circuito TIE 3°P.....	46
Figura 12. Estimación del consumo diario de energía del circuito TP3	47

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Nivel de madurez de un sistema de gestión.....	15
Tabla 2. Criterios establecidos para el análisis de las brechas del edificio de Ingeniería Eléctrica	18
Tabla 3. Análisis de brechas del edificio de Ingeniería Eléctrica.....	18
Tabla 4. Matriz FODA de la E3T.....	21
Tabla 5. Partes interesadas en el SGen del Edificio de Ingeniería Eléctrica.....	24
Tabla 6. Necesidades y expectativas de las partes interesadas en el SGen.....	26
Tabla 7. Objetivos y metas energéticas.....	37
Tabla 8. Usos significativos de la energía.....	40
Tabla 9. Comparación consumo diario EIE-UIS.....	40
Tabla 10. Consumo energía 2018-2019 EIE-UIS.....	41
Tabla 11. IDEn.....	48

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Principales cambios en la NTC - ISO 50001:2011	55
Apéndice B. Caracterización energética del edificio de Ingeniería Eléctrica (EIE-UIS)	64
Apéndice C. Sistemas de gestión del EIE-UIS	74
Apéndice D. Apoyo	77
Apéndice E. Operación	81
Apéndice F. Evaluación del desempeño	86
Apéndice G. Mejora	90
Apéndice H. Planos eléctricos	91
Apéndice I. Factores externos	93
Apéndice J. Factores internos	99
Apéndice K. Metodología de riesgos	103
Apéndice L. Metodología de oportunidades	112
Apéndice M. Líneas de bases energéticas	115

Resumen

- Título:** Diseño y documentación del sistema de gestión de la energía bajo los lineamientos de la NTC ISO 50001:2019 en el Edificio Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander*
- Autor:** Luis Gerardo Noy Domínguez.**
- Palabras claves:** eficiencia energética, Norma ISO 50001, Sistema de gestión de la energía (SGEn), Indicadores de desempeño energético, Línea de Base Energética (LBen),

Descripción:

En el contexto actual, es crucial promover la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mayormente generadas por actividades humanas. Para ello, las organizaciones están adoptando la norma ISO 50001, que proporciona un marco internacional para mejorar continuamente el desempeño energético. Esta norma define los requisitos necesarios para la implementación de un sistema de gestión de la energía (SGEn).

Este trabajo de grado tiene como objetivo diseñar y documentar un SGEn conforme a la norma NTC-ISO 50001:2019 para el edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Se busca identificar los principales consumos de energía y sus aplicaciones para mejorar el desempeño energético, reducir costos y minimizar el impacto ambiental.

El estudio documenta el SGEn siguiendo las directrices de la norma para facilitar su posible implementación. Se describen las fases de mejora continua, desde la planificación inicial hasta la revisión constante del sistema. Además, se destacan los beneficios esperados, como el aumento de la eficiencia energética, la identificación de oportunidades de ahorro y la promoción de una cultura organizacional enfocada en la reducción del consumo energético.

Por último, se tratan temas como la identificación de variables relevantes en el uso de la energía, el control operacional y los parámetros de eficiencia energética. Se establecen líneas base, indicadores de desempeño energético, objetivos, metas y planes de acción para mejorar el desempeño de la edificación. Se subraya la importancia de la participación y el compromiso del personal de E3T en la implementación del SGEn, así como la necesidad de una comunicación efectiva y un liderazgo claro por parte de la alta dirección.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Gabriel Ordóñez P. PhD. Ingeniería Industrial. Codirector: Alejandro Parrado Duque, Magister en Ingeniería Eléctrica.

Resumen

Título: Design and Documentation of the Energy Management System According to NTC ISO 50001:2019 Guidelines at the School of Electrical Engineering, Electronics, and Telecommunications Building of the Industrial University of Santander*

Author: Luis Gerardo Noy Domínguez.**

Keywords: energy efficiency, ISO 50001 standard, Energy Management System (EnMS), energy performance indicators, Energy Baseline (EB)

Description:

In the current context, promoting energy efficiency and reducing greenhouse gas emissions, primarily generated by human activities, is crucial. To this end, organizations are adopting the ISO 50001 standard, which provides an international framework for the continuous improvement of energy performance. This standard defines the necessary requirements for the implementation of an Energy Management System (EnMS).

The objective of this thesis is to design and document an EnMS in accordance with the NTC-ISO 50001:2019 standard for the School of Electrical Engineering, Electronics, and Telecommunications (E3T) building at the Industrial University of Santander (UIS). The aim is to identify the main energy consumption areas and their applications to improve energy performance, reduce costs, and minimize environmental impact.

The study documents the EnMS following the guidelines of the standard to facilitate its potential implementation. The phases of continuous improvement are described, from the initial planning to the ongoing review of the system. Additionally, the expected benefits are highlighted, such as increased energy efficiency, identification of savings opportunities, and the promotion of an organizational culture focused on reducing energy consumption.

Finally, topics such as the identification of relevant variables in energy use, operational control, and energy efficiency parameters are addressed. Baselines, energy performance indicators, objectives, goals, and action plans are established to enhance the building's performance. The importance of participation and commitment from the E3T staff in the implementation of the EnMS is emphasized, as well as the need for effective communication and clear leadership from senior management.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Gabriel Ordóñez P. PhD. Ingeniería Industrial. Codirector: Alejandro Parrado Duque, Magister en Ingeniería Eléctrica.

Introducción

En el mundo actual, es necesario promover la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, que en su mayoría son consecuencia de actividades humanas. En este contexto, las organizaciones están adoptando la norma ISO 50001 como marco de referencia internacional que establece los procesos para mejorar continuamente el desempeño energético. Esta norma especifica los requisitos que debe cumplir la organización para cumplir con el sistema de gestión de la energía.

Este trabajo de grado tiene como objetivo diseñar y documentar el SGen bajo los lineamientos de la NTC - ISO 50001:2019 en el edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander. El objetivo de este enfoque es identificar los principales consumos de energía y sus usos para mejorar el desempeño energético, reducir costos y minimizar el impacto ambiental asociado.

El trabajo de grado documenta el SGen, siguiendo los requisitos y directrices establecidos por la norma NTC - ISO 50001 2019 para una posible implementación. Se describen las etapas requeridas para la mejora continua, desde la planificación inicial hasta la revisión y mejora continua del sistema. Además, se destacan los beneficios que se esperan obtener, como la mejora de la eficiencia energética, la identificación de oportunidades de ahorro de energía, y la promoción de una cultura organizacional orientada a la reducción del consumo energético.

También se abordan aspectos, como la identificación de las variables relevantes en el uso de la energía, su control operacional, y los parámetros de la eficiencia energética. Para de esta forma establecer la línea base, los indicadores del desempeño energético, los objetivos, metas y

planes de acción necesarios para lograr los resultados que mejoren el desempeño energético de la edificación.

Asimismo, se destaca la importancia de la participación y compromiso del personal de la E3T en la implementación del SGen, así como la necesidad de una comunicación efectiva y un liderazgo claro por parte de la alta dirección.

La implementación de un SGen bajo la norma ISO 50001 es una estrategia efectiva para mejorar el desempeño energético en la E3T.

Este trabajo de grado propone las bases para lograr una gestión eficiente de la energía en el EIE-UIS, promoviendo su sostenibilidad.

1. Generalidades del trabajo de grado

En este capítulo se describen las generalidades consideradas para el desarrollo del trabajo de grado, que incluyen: el planteamiento del problema, los objetivos planteados, un resumen del marco teórico que incluye los indicadores de eficiencia energética propuestos en edificaciones. El capítulo termina con un listado de los acrónimos y siglas que son utilizados en el documento.

1.1 Planteamiento del problema

Uno de los pilares del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 es promover el consumo energético eficiente. Para lograrlo, se establecen metas de ahorro energético en todos los sectores económicos, basadas en los potenciales de ahorro identificados en el Programa de Ahorro e Inversión en Eficiencia Energética (PAI PROURE) y en las auditorías energéticas realizadas en el país.

En el caso del edificio de la E3T, se ha llevado a cabo una actualización de su infraestructura; que incluye la entrada en funcionamiento de un ascensor, la instalación de un sistema de automatización (BMS) y sensores de luz diurna y presencia, así como la monitorización de consumos a través de un sistema de medición avanzada. Estas adecuaciones en infraestructura y tecnología es una oportunidad para implementar un sistema de gestión de la energía que haga sinergia entre el nivel de automatización del edificio y el uso diario por parte del personal.

Sin embargo, a pesar de contar con estas mejoras, no se ha realizado aún una documentación bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO 50001 en el edificio de la E3T.

Aunque se ha llevado a cabo una caracterización energética utilizando la metodología del sistema de gestión integral de la energía (SGIE), se requiere implementar un sistema de gestión de la energía que permita mejorar el consumo energético.

La implementación de un sistema de gestión de energía en el edificio de la E3T ofrece una oportunidad para reducir el consumo de energía eléctrica y disminuir su huella de carbono, sin afectar su funcionamiento.

Además, se destaca la importancia de la sinergia entre fuentes de energía renovable y la eficiencia energética en la E3T para satisfacer su demanda energética. La implementación de un sistema de gestión de la energía en la E3T es un ejemplo para otras organizaciones interesadas en lograr un consumo energético eficiente y sostenible.

Para la alta dirección de la E3T, conocer los factores que influyen en el uso y consumo de energía en la organización podrá traer beneficios económicos y ambientales, así como mejorar la toma de decisiones y promover la sostenibilidad energética de la universidad.

Este estudio se enfocará en la documentación de un sistema de gestión de la energía en el edificio de la E3T. Se realiza considerando los lineamientos de la norma NTC-ISO 50001:2019 y su objetivo es lograr reducir el consumo de energía, gestionando un uso eficiente de la misma.

1.2 Objetivos

A continuación, se enuncian los objetivos del trabajo de grado.

1.2.1 Objetivo General

Diseñar y documentar el sistema de gestión de la energía bajo los lineamientos de la NTC - ISO 50001:2019 en el edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander

1.2.2 Objetivos específicos

Realizar una evaluación preliminar para conocer el estado actual del edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones en gestión energética y cumplimiento de la NTC - ISO 50001:2019, mediante un análisis de brechas.

Identificar las variables significativas del uso de la energía, el control operacional y los parámetros de la eficiencia energética en busca de oportunidades de mejora del desempeño energético.

Establecer la línea de base energética, indicadores de desempeño energético (IDE), objetivos, metas y planes de acción necesarios para lograr los resultados que mejoren el desempeño energético de acuerdo con las políticas energéticas.

Documentar y mantener en formato electrónico, físico o cualquier otro medio los procedimientos del cómo hacer cumplir cada uno de los requisitos del estándar para administrar la energía y lograr una mejora continua del desempeño energético del SGEN.

1.3 Marco teórico

Un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) es una metodología basada en el enfoque Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), que tiene como objetivo mejorar continuamente el desempeño energético de una organización. El desempeño energético es un factor clave relacionado con la eficiencia, el uso y el consumo de la energía.

Una de las ventajas de implementar un sistema de gestión de la energía es que surge de la necesidad de mejorar el desempeño energético de la organización, sin importar su tamaño o actividad. La organización determina las metas y objetivos a alcanzar, así como el alcance del sistema de gestión de acuerdo con sus necesidades y recursos. La metodología del SGEn se aplica a los equipos, sistemas o procesos que utilizan energía dentro del alcance y los límites establecidos, abarcando todas las fuentes de energía de la organización.

Aunque los SGEn se implementan a nivel individual, son herramientas que proporcionan beneficios tanto a escala nacional como global. Por eso, se diseña y documenta un sistema de gestión de la energía siguiendo los lineamientos de la NTC-ISO 50001:2019 en el EIE-UIS, para alinearse con las necesidades medioambientales y energéticas actuales.

1.4 Indicadores para la eficiencia energética en edificios

Los indicadores de desempeño energético (IDE) posibilitan la medición y, por ende, la gestión de la energía en una organización. Estos indicadores describen cómo se está utilizando la energía, cuánta energía se está consumiendo y qué tan eficientemente se está utilizando. Sin embargo, para cuantificar los cambios en el desempeño energético en comparación con una línea

base, resulta importante disponer de una fuente de datos confiable, congruente, veraz, oportuna y en tiempo real que permitan establecer una línea base energética confiable.

La elección del tipo de IDE por parte de la E3T debe brindar confiabilidad a la medida del desempeño energético del edificio. Considerando que los tipos de IDE son: valor de la energía medida, razón de valores medidos, modelo estadístico y modelo de ingeniería, tal como establece la norma ISO 50006.

De acuerdo con la norma ISO 50006, al identificar un IDE, la organización debe comprender las características de su consumo de energía, como la carga base, así como las cargas variables.

En resumen, la adopción de indicadores de desempeño energético adecuados y la disponibilidad de datos confiables son los elementos claves para promover la eficiencia energética.

2. Estado actual del EIE-UIS frente al SGEN

El nivel de madurez de un Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGEn) se refiere al grado de integración del sistema en las actividades diarias de la organización, este nivel se divide en diferentes etapas, comenzando desde el nivel 1 que representa el inicio de la implementación o intención de adoptar un sistema de gestión de la energía, hasta llegar a un nivel 5 donde el sistema ha sido integrado por completo en la organización. El nivel de madurez del SGEN refleja el grado de integración y adopción del sistema en las actividades diarias de la organización. La Tabla 1 presentan los niveles de madurez de un sistema de gestión de energía.

Tabla 1.

Nivel de madurez de un sistema de gestión

Nivel	Características
1. Emergente	Se contempla un sistema de gestión de energía ya desplegados. Se tiene un enfoque no estructurado o informal. Pocos participantes en la gestión de energía con herramientas limitadas o sin ellas.
2. Definido	Se tiene un sistema estructurado. Conciencia gerencial de la política energética con, al menos, un responsable de la alta dirección con responsabilidad formal. Se cuenta con un equipo de gestión de la energía. El sistema de gestión refleja los requisitos de la norma de SGEN.
3. Integrado	EL SGEN es utilizado a través de la organización. Se tiene una gestión proactiva de los usos significativos de la energía. Las consideraciones sobre la energía tienen un interés funcional, con evidencia de beneficios tangibles del sitio.

Nivel	Características
4. Optimizado	La gestión de la energía influye de manera efectiva en todas las funciones, procesos e infraestructura. La cultura de gestión de la energía está incrustada en la organización. Existe evidencia de prácticas existentes para enfrentar retos y del uso de algunas soluciones que aporta el estado del arte. Existe evidencia de la colaboración de otros participantes en la cadena de suministro o de otras partes del corporativo.
5. Innovador	Promoción innovadora de prácticas de gestión de la energía. Cultura proactiva de gestión de la energía. Apalancamiento de recursos externos para desarrollos tecnológicos, prácticas de la industria y soluciones. Se promueve y se aborda por la gestión de la energía para la innovación, la investigación y el desarrollo.

(Hernández Pineda, Carmona Vázquez., Flores Díaz, 2014)

En el edificio de Ingeniería Eléctrica de la UIS (EIE-UIS) se evalúa el nivel de madurez del sistema de gestión de la energía como emergente. Aunque se tiene un sistema de gestión de energía, su enfoque no se ha estructurado aún, por lo cual hay pocas personas conocedoras de la gestión de energía y no se ha evaluado si las herramientas existentes son adecuadas.

3. Análisis de brechas

El análisis de brechas en una herramienta que permite evaluar la diferencia cualitativa entre el estado actual del Sistema de Gestión de Energía (SGEn) en el edificio de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T) y los requisitos establecidos en la norma NTC - ISO 50001:2019 antes de realizar la certificación. Este análisis se basa en cuatro pasos generales que buscan responder a las siguientes preguntas:

- ¿En qué punto se encuentra actualmente el SGEn en la E3T?
- ¿Cuál es el objetivo que debe alcanzar la E3T en el SGEn?
- ¿Cuál es la brecha existente entre el estado actual del SGEn y los requisitos de la NTC ISO 50001:2019?
- ¿Cuál es el plan para lograr la certificación de la E3T bajo los lineamientos de la NTC ISO 50001:2019?

Es importante destacar que el análisis de brechas se centra en evaluar el nivel de cumplimiento de cada ítem de la Norma Técnica Colombiana NTC ISO 50001:2019, verificando la existencia de los procedimientos relacionados con el SGEn, pero sin tener injerencia sobre los valores de los indicadores o las metodologías empleadas para medirlos.

Una vez realizada la caracterización energética y verificando el estado actual SGEn en el EIE-UIS, así como la identificación de otros sistemas de gestión implementados, se procede a evaluar las brechas existentes frente a la NTC - ISO 5001: 2019. Para ello, se utiliza un formato desarrollado con base en dicha norma, que incluye los ítems de los capítulos 4 al 10. En este formato, se evalúa el cumplimiento de cada ítem de la norma en una escala del 0 al 100.

El análisis de brechas se evalúa según los criterios, propuestos por el autor del trabajo de grado y validados por el director y codirector de este (ver Tabla 2).

Tabla 2.

Criterios establecidos para el análisis de las brechas del edificio de Ingeniería Eléctrica

Muy incompetente	Menor que 20%
Incompetente	Mayor que 20% y menor que 40%
Aceptable	Mayor que 40% y menor que 60%
Competente	Mayor que 60% y menor que 80%
Muy competente	Entre 80% y 100%

Considerando los criterios de puntuación establecidos en la Tabla 2, se realiza el análisis de las brechas del edificio de Ingeniería Eléctrica, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3.

Análisis de brechas del edificio de Ingeniería Eléctrica

Ítem	Nombre	%	Observación
4	Contexto de la organización	57,5	
4.1	Comprensión de la E3T y su contexto.	90	
4.2	Comprensión de las necesidades y las expectativas de las partes interesadas.	80	
4.3	Determinación del sistema de gestión de la energía.	50	
4.4	Sistema de gestión de la energía.	10	
5	Liderazgo	75	
5.1	Liderazgo y compromiso	95	
5.2	Política energética	50	
5.3	Roles, responsabilidades y autoridades en la E3T	80	
6	Planificación	45	
6.1	Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades.	30	

Ítem	Nombre	%	Observación
6.2	Objetivos, metas y la planificación para lograrlos	40	
6.3	Revisión energética	40	
6.4	Indicadores de desempeño energético	30	
6.5	Línea base energética	40	
6.6	Planificación para la recopilación de datos de la energía	90	
7	Apoyo	54	
7.1	Recursos	80	
7.2	Competencia	80	
7.3	Toma de conciencia	80	
7.4	Comunicación	15	
7.5	Información documentada	15	
8	Operación	46,66	
8.1	Planificación y control operacional	30	
8.2	Diseño	80	
8.3	Adquisición	30	
9	Evaluación del desempeño	15	
9.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético y del SGE _n	15	
9.2	Auditoría interna	15	
9.3	Revisión por la dirección	15	
10	Mejora	15	
10.1	No conformidad y acción correctiva	20	
10.2	Mejora continua	10	

Se estima un promedio de cumplimiento de 44% que se considera aceptable. Este resultado refleja que la organización está estructurada adecuadamente, con un gran compromiso, liderazgo y apoyo lo cual ha permitido realizar algunas adecuaciones en el edificio para realizar una gestión energética adecuada. Estos esfuerzos es necesario integrarlos de acuerdo con los lineamientos de la NTC 50001 para tener un SGE_n que permita reducir las brechas detectadas para lograr una evaluación por encima del 80%.

4. Contexto de la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T)

La comprensión de la organización y su contexto es fundamental para establecer un marco de trabajo efectivo para el SGEN y promover una comunicación fluida entre la alta dirección y las partes interesadas. Esto garantiza que los cambios que ocurran puedan abordarse de manera efectiva en beneficio del desempeño energético y del SGEN. Dado que los factores internos y externos están sujetos a cambios con el tiempo, es importante actualizarlos en intervalos planificados o cuando se produzcan cambios significativos en el entorno de la organización.

La organización debe identificar los aspectos externos, aprovechando las oportunidades y mitigando las amenazas que puedan surgir. Asimismo, es necesario identificar las debilidades para reducirlas y mantener las fortalezas en la gestión de la energía. Algunas de las herramientas que permiten realizar un diagnóstico son: la matriz FODA, el análisis PESTEL, MEFI, CAME y la gestión de riesgos.

4.1 Comprensión de la E3T y su contexto

La comprensión de la organización y su contexto permiten establecer un marco de trabajo para el SGEN y fomentar la comunicación entre la alta dirección y las partes interesadas. Esto garantiza que los cambios que ocurran puedan abordarse de manera efectiva en beneficio del desempeño energético y el SGEN. Dado que los factores internos y externos cambian con el tiempo, es importante actualizarlos a intervalos planificados o cuando se produzcan cambios significativos en la E3T.

La Figura 1 presenta los aspectos que se deben considerar para obtener la matriz FODA de una organización. Por otra parte, en la Tabla 4 se presentan las características de la matriz FODA de la E3T.

Figura 1.

Elementos de la Matriz FODA

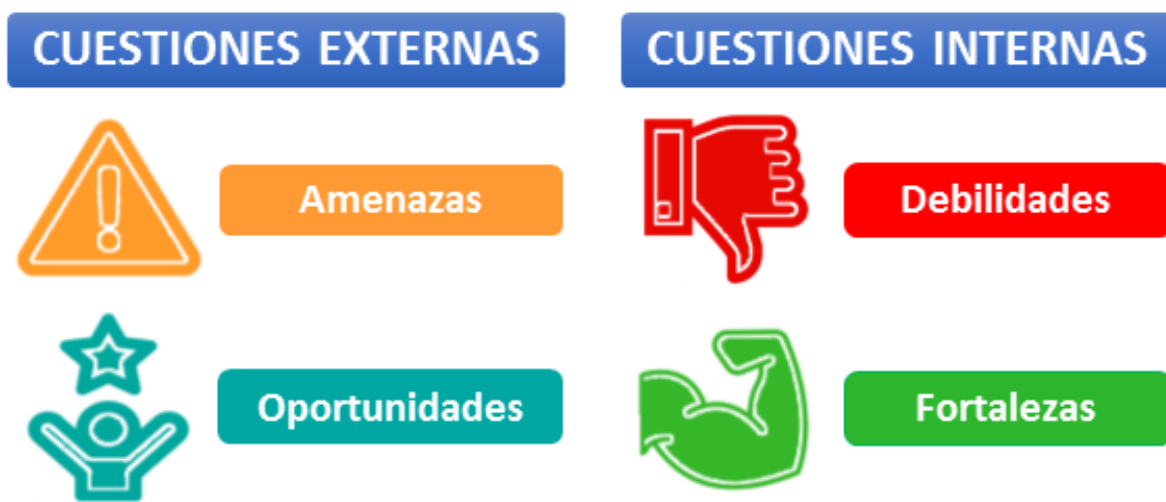


Tabla 4.

Matriz FODA de la E3T

Factores internos	
Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Remodelación del edificio con protección natural y artificial de las fachadas, favoreciendo el aislamiento térmico. • Tubos solares en los pisos cuarto y quinto permitiendo la iluminación natural en algunos sectores. • Buena gestión de la energía en el edificio. • Baja densidad de equipos ofimáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotación estudiantil. • Alto consumo energético del ascensor. • Alta densidad de ocupación dentro de las aulas generando ganancias térmicas. • Alta dependencia de la energía consumida de la red. • Posible falta de mantenimiento de equipos • Modificaciones al sistema AMI del edificio • Baja cargabilidad del transformador • Luminarias de eficiencia media.

Factores internos	
Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento del edificio por sus proyectos de investigación y desarrollos tecnológicos. • Edificio amigable con el medio ambiente • Sólida estructura jerárquica de la E3T. • Sistema fotovoltaico • Alto nivel de automatización del edificio • Sistema de medida AMI • Ubicación del edificio favoreciendo el flujo de aire natural. • Cubierta verde que regula la temperatura del último piso del edificio. • La alta dirección de la E3T tiene una amplia experiencia y conocimientos especializados en temas energéticos y eléctricos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo elevado del mantenimiento de los equipos. • Falta de conciencia y capacitación del personal nuevo que utiliza el edificio. • El incremento del consumo de energía en el edificio de la E3T con la puesta en funcionamiento del ascensor. • Alta inversión en equipos
Factores externos	
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos tributarios • Actualización del software del sistema BMS por parte de la UIS • Apuesta del gobierno hacia la eficiencia energética. • Amplio mercado en productos de alta eficiencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio climático • Aumento del precio de la energía. • Ataques cibernéticos • Cambio de las normatividades y regulaciones del sector eléctrico.

4.1.1 Cuestiones externas

Los factores externos son elementos que se encuentran fuera del control directo de la E3T y operan más allá de sus límites físicos. Incluyen aspectos como cuestiones políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ecológicas, naturales, geográficas y requisitos legales a nivel local, regional e internacional. Estos factores tienen el potencial de influir de manera positiva o negativa en el SGen y también representan amenazas u oportunidades que se presentan en el entorno. En el Apéndice I, se presenta un resumen de los que están relacionados directamente con un SGen.

4.1.2 Cuestiones internas

Las cuestiones internas se refieren a aspectos inherentes a la administración y gestión, la economía y finanzas, la gestión del talento humano y la cultura organizacional, relacionados directamente con el funcionamiento de la E3T. Estos factores son indicativos de las fortalezas y debilidades existentes dentro de la organización y pueden influir de manera positiva o negativa en su SGen, consideran todas las actividades realizadas dentro de los límites físicos del EIE-UIS e incluyen los aspectos descritos en el Apéndice J.

4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

La comprensión de la organización y su contexto está estrechamente vinculada con el entendimiento de las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Por lo tanto, es fundamental para la E3T determinar qué partes interesadas son relevantes para el desempeño energético y el Sistema de Gestión Energética (SGEn), así como identificar los requisitos pertinentes de esas partes interesadas. Además, la organización debe evaluar qué necesidades y expectativas identificadas aborda a través de su SGen.

También es necesario que la E3T asegure el acceso a los requisitos legales aplicables y a otros requisitos relacionados con su eficiencia energética, uso y consumo de energía. Esto implica garantizar que estos requisitos sean debidamente considerados y revisados en intervalos definidos. Asimismo, es necesario determinar cómo estos requisitos se aplican al desempeño energético de la organización.

4.2.1 Partes interesadas pertinentes para el desempeño energético y el SGen.

El éxito en la implementación de un SGen está estrechamente ligado al compromiso de las personas, agrupaciones, organizaciones y entidades (llamadas **partes** en la norma NTC - ISO 50001:2019), que pueden tener influencia en el desempeño energético. Por lo tanto, es fundamental que la organización identifique y determine las partes interesadas, tanto internas como externas. Estas partes interesadas pueden verse directa o indirectamente afectadas por las actividades y decisiones de la organización en relación con su desempeño energético y su SGen (ver Figura 2).

Figura 2.

Partes interesadas en el desempeño del SGen



La Tabla 5 muestra las partes interesadas en el SGen del Edificio de Ingeniería Eléctrica.

Tabla 5.

Partes interesadas en el SGen del Edificio de Ingeniería Eléctrica

Internas	Externas
Estudiantes.	Consejo Superior
Consejo de Escuela.	Egresados
Profesores.	Contratistas
Personal administrativo.	Ministerio de Educación

Internas	Externas
Grupos de investigación.	Gobernación de Santander. ESSA Clientes que requieren que la E3T demuestre implementación de un SGen.

4.2.2 Requisitos pertinentes de las partes interesadas

La norma NTC - ISO 50001:2019 establece que la organización debe determinar los requisitos pertinentes de las partes interesadas que afectan su desempeño energético. Posteriormente, se debe verificar si alguna necesidad o expectativa de esas partes interesadas se convierte en un requisito para el sistema de gestión de la energía.

Para determinar qué requisitos son aplicables al SGen, es necesario realizar un análisis que tome en consideración las expectativas de los interesados a través de una autoevaluación que debe llevar a cabo la propia organización. Si durante este análisis se identifican requisitos aplicables, deben ser incluidos e implementados por la organización hasta lograr su cumplimiento. Los nuevos requisitos pueden cambiar por las situaciones y condiciones operativas cambiantes, lo que puede invalidar requisitos anteriores e incluso modificar algunos aplicados previamente.

4.2.3 Necesidades y expectativas

Después de identificar adecuadamente las partes interesadas pertinentes, la E3T debe determinar qué necesidades y expectativas de estas partes interesadas se considerarán para el sistema de gestión de la energía. Las "necesidades" y "expectativas" están asociadas a las partes interesadas, aunque puede haber diferencias en el significado de ambos conceptos, en la norma se les asigna el significado de "requisitos" de las partes interesadas para establecer qué requisitos son aplicables al SGen.

Es fundamental considerar las expectativas de las partes interesadas para garantizar que se aborden adecuadamente en el SGEN, entendiendo sus necesidades, demandas, preocupaciones y prioridades en relación con la gestión energética. Al realizar esta evaluación, la E3T podrá identificar los requisitos relevantes y asegurarse de que se implementen de manera efectiva en el SGEN. En la Tabla 6 se presentan las necesidades y expectativas que se deben considerar en las partes interesadas en el SGEN.

Tabla 6.

Necesidades y expectativas de las partes interesadas en el SGEN

Internas	Externas
Disminución de costos de la energía	Mitigación del cambio climático
Mejoramiento del desempeño energético	Reducción de GEI asociados con la energía.
Mayor gestión de la energía	Cumplimiento de regulaciones y normas nacionales e internacionales
Mayor competitividad del EIE-UIS	
Aumento de la imagen de la EIE-UIS	
Garantizar el suministro de la energía al EIE-UIS	

4.2.4 Requisitos legales aplicables y otros requisitos.

La E3T tiene la responsabilidad de asegurar el acceso y considerar los requisitos legales aplicables, así como otros requisitos relacionados con el desempeño energético. Es necesario determinar cómo estos requisitos se aplican a la eficiencia energética, uso y consumo de energía, y deben ser revisados periódicamente. para revisar y evaluar la existencia de nuevas normativas y regulaciones que puedan derogar o modificar los requisitos existentes. Esto garantiza que los requisitos sigan siendo pertinentes y se estén cumpliendo.

Incluso si la organización no tiene la intención de obtener una certificación, la adecuada identificación de los requisitos legales y otros requisitos puede ser relevante para la gestión energética.

4.3 Alcance del sistema de gestión de la energía

La E3T tiene la responsabilidad de realizar la determinación de los límites y la aplicabilidad del SGen, ya que es una tarea fundamental para establecer el alcance del sistema. Esto implica considerar las cuestiones externas e internas, así como las necesidades y expectativas de las partes interesadas.

Es necesario que la organización cuente con la autoridad necesaria para controlar la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía dentro de los límites y el alcance establecido. Esto incluye todas las formas de energía que estén dentro de esos límites. Además, se requiere mantener la información documentada sobre el alcance y los límites del SGen.

4.3.1 Límites y aplicabilidad del SGen

El establecimiento del SGen requiere que se determinen los límites físicos u organizacionales del EIE-UIS, así como su aplicabilidad, es decir, identificar las áreas que serán afectadas por el SGen.

En el caso específico del EIE-UIS, los límites establecidos abarcan el área que comprende el edificio donde se encuentran los estudiantes, profesores y personal administrativo. Estos límites incluyen todas las cargas presentes en el edificio, el transformador, el sistema de generación

fotovoltaica y el sistema de medición inteligente (AMI), así como la acometida y el sistema de transferencia automático.

Es importante establecer los límites físicos u organizacionales del EIE-UIS, ya que esto delimita el alcance de aplicación del SGen y define las áreas en las que se implementarán las medidas de gestión energética.

4.3.2 Alcance del sistema de gestión

El alcance del sistema de gestión de la E3T abarca la autogeneración de energía a través del sistema fotovoltaico, el suministro de energía proveniente del transformador y todas las cargas instaladas en el edificio, asegurando que todas las áreas involucradas sean consideradas y gestionadas de manera integral, lo que facilita un enfoque más efectivo para optimizar y mejorar el desempeño energético. Es importante destacar que la E3T no debe excluir ningún tipo de energía que esté dentro de los límites y alcance establecidos, para abordar de manera completa la gestión energética en todas sus formas.

4.4 Sistemas de gestión de la energía

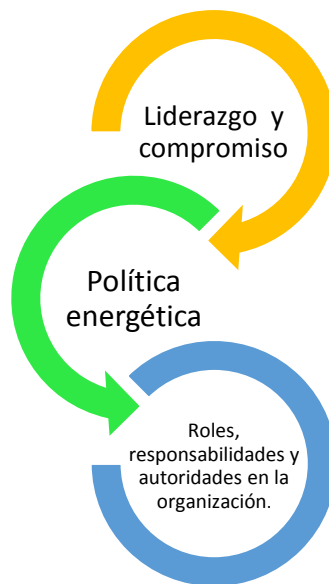
Según los requisitos establecidos en la NTC ISO 50001:2019, la E3T es responsable de establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía. Este sistema requiere del desarrollo de los procesos necesarios y además garantizar una interacción adecuada entre ellos, con el objetivo final de lograr mejoras tangibles en el desempeño energético de la organización.

5. Liderazgo

El nuevo enfoque de la norma ISO 50001, alineado con la estructura Herramienta de Liderazgo y Compromiso (HSL) fortalece el liderazgo y el compromiso en la organización. Este liderazgo recae en las personas que dirigen y controlan la organización. Es esencial destacar que el trabajo en equipo desempeña un papel fundamental en la gestión, ya que permite aprovechar las habilidades y conocimientos de los miembros del equipo, fomentando su participación y colaboración para alcanzar un objetivo común. La Figura 3 presenta el esquema general del liderazgo de un SGEN

Figura 3.

Esquema general del liderazgo de un sistema SGEN



El liderazgo de la alta dirección es un elemento esencial que requiere un compromiso total con la eficacia del SGEN. Esto implica alinear la política y los objetivos del sistema con el contexto y la estrategia de la organización, integrar los objetivos del SGEN en los procesos existentes, garantizar los recursos necesarios para su implementación, comunicar a todas las personas de la

organización la importancia de lograr la eficacia del SGen y cumplir con los requisitos establecidos. De esta manera, se asegura el logro de los resultados esperados con la implementación del SGen, respaldando y liderando la mejora continua.

El liderazgo y el compromiso de la alta dirección permiten crear un entorno propicio que promueva la eficiencia energética y motive a todas las personas de la organización a participar activamente en la gestión de la energía. Este enfoque implica una comunicación clara, una asignación adecuada de responsabilidades y recursos, así como la promoción de una cultura organizacional orientada a la gestión eficiente de la energía y la mejora continua.

5.1 Liderazgo y compromiso

Según la NTC ISO 50001:2019, la alta dirección de la E3T debe demostrar liderazgo y compromiso con relación a la mejora continua del desempeño energético en la gestión de la energía. Para ello debe llevar a cabo diversas acciones, como establecer el alcance y los límites del SGen, definir la política y los objetivos energéticos en línea con la dirección estratégica de la organización, integrar los requisitos del SGen en los procesos relevantes de la organización, y garantizar la disponibilidad de los recursos necesarios para el SGen.

Además, la alta dirección debe comunicar la importancia de una gestión energética efectiva de acuerdo con los requisitos del SGen. Es necesario formar un equipo de gestión de la energía que fomente la mejora continua del desempeño energético y asegurar que se logren los resultados

esperados del SGEN y brindar dirección y apoyo a las personas para que contribuyan a la mejora del desempeño energético.

En resumen, el liderazgo y el compromiso de la alta dirección debe establecer políticas claras, proporcionar recursos adecuados y promover una cultura organizacional que valore la eficiencia energética y la mejora continua, para así lograr los objetivos energéticos de la organización.

5.2 Política energética

La alta dirección debe establecer una política energética que sea coherente con los objetivos de la organización. Esta política debe proporcionar un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y metas energéticas. Además, debe comprometerse a asegurar la disponibilidad de información y recursos necesarios para lograr dichos objetivos y metas. Esta política también debe incluir el compromiso de cumplir con los requisitos legales y demás relacionados con la eficiencia energética en el uso y consumo de la energía.

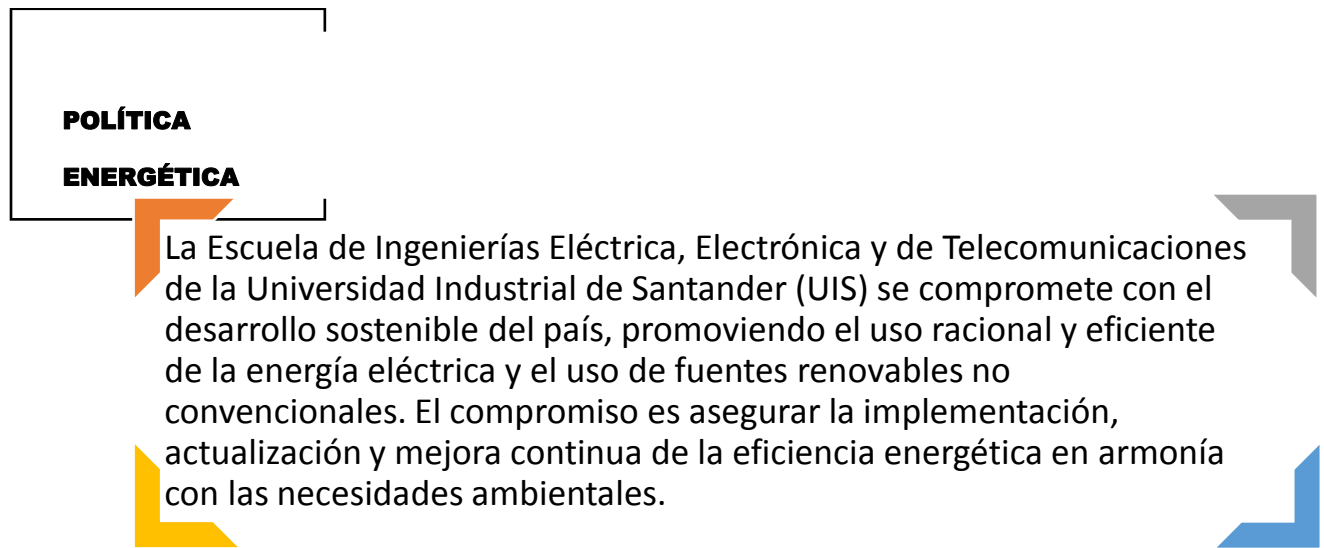
La política energética debe promover la mejora continua del desempeño energético y del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn). Además, debe respaldar la adquisición de productos y servicios de eficiencia energética que mejoren el desempeño energético, así como las actividades de diseño que consideren mejoran este desempeño. Es importante destacar que esta política debe estar documentada y disponible. Debe ser comunicada internamente en la organización y, cuando sea apropiado, también estar disponible para las partes interesadas. Asimismo, la política energética debe ser revisada y actualizada periódicamente según sea necesario.

En resumen, esta política proporciona una dirección clara para la gestión de la energía, promueve la eficiencia energética y el cumplimiento de requisitos legales, y se mantiene actualizada a través de revisiones periódicas.

En la Figura 4 se muestra la propuesta de política energética para la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Figura 4.

Política energética de la E3T



5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

Es responsabilidad de la alta dirección garantizar que se asignen y comuniquen las responsabilidades y autoridades correspondientes dentro de la E3T. La organización debe asignar la responsabilidad y autoridad al equipo de gestión de la energía, asegurando que se establezca, implemente, mantenga y mejore continuamente el SGen mediante la ejecución de planes de acción que cumplan con los requisitos establecidos en la norma NTC ISO 50001:2019. Además, es

necesario informar periódicamente a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión y los avances en la mejora del desempeño energético.

Asimismo, se deben establecer los criterios y métodos requeridos para asegurar la eficacia en la operación y control del SGen. Esto implica definir y documentar los procedimientos y prácticas requeridas para llevar a cabo las actividades de gestión de la energía de manera efectiva, incluyendo la asignación de recursos, la supervisión de las actividades y la implementación de medidas correctivas cuando sea necesario.

6. Planificación

La planificación debe desarrollar una metodología y criterios para llevar a cabo una revisión energética; la cual consiste en analizar el uso y consumo de energía con base en: la medición de parámetros, la identificación de los tipos de energía y los usos significativos de la energía actuales y futuros. También es necesario determinar y dar seguimiento de la gestión de energía, mediante indicadores de desempeño energético y líneas de base energética, que deberán estar directamente relacionadas con el desempeño energético de la E3T.

La toma de decisiones estratégicas de alto nivel en la E3T se entrelaza con las cuestiones internas y externas de las partes interesadas, quienes tienen necesidades con respecto al SGen, y al uso y consumo de la energía. Así, pueden identificarse riesgos y oportunidades y a partir de allí establecer la planificación de las acciones necesarias para resolver el riesgo o para aprovechar la oportunidad; identificar oportunidades de mejora y establecer objetivos y metas energéticas consistentes con el SGen establecido.

6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades

Al planificar el sistema de gestión de la energía, la E3T debe considerar tanto la comprensión de la organización como de las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Esto garantizará que el SGen pueda lograr los resultados previstos y mejorar el desempeño energético al aumentar los impactos positivos y evitar o reducir los impactos no deseados.

El riesgo se define como el efecto de la incertidumbre, que puede manifestarse en desviaciones positivas y negativas en relación con lo esperado, siendo una desviación positiva considerada como una oportunidad. Después de identificar los riesgos y oportunidades, la E3T debe planificar las acciones necesarias para abordarlos y evaluar su efectividad, asegurándose que dichas acciones sean proporcionales al impacto potencial en el desempeño energético.

El riesgo surge cuando existen circunstancias, eventos o sucesos adversos que obstaculizan el desarrollo normal de las actividades en la E3T y afectan los objetivos y metas de la organización. Los riesgos están asociados con la actividad de la organización, son complejos y no tienen una solución inmediata, y su impacto es significativo en términos económicos u otros recursos de la E3T.

Existen diversos tipos de riesgos, como los políticos, que generalmente son externos y están fuera del control de la organización, y solo se pueden prever para mitigar dicho riesgo. También existen riesgos económicos relacionados con el precio de la energía, que también son externos a la E3T. Otros ejemplos de tipos de riesgos incluyen los sociales, tecnológicos (relacionados con el envejecimiento y falta de mantenimiento adecuado de los equipos, lo que puede llevar a fallas), ambientales y legales (vinculados a nuevas legislaciones que pueden afectar el desempeño energético).

Las fuentes para identificar riesgos y oportunidades son: 1) El contexto de la organización, 2) El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), 3) Las partes

interesadas, 4) Los procesos internos y 5) Las auditorías, tanto externas como internas; como se detalla en los Apéndices K y L.

6.2 Objetivos, metas energéticas y la planificación para lograrlos.

La E3T debe establecer objetivos en las funciones y niveles pertinentes, los cuales pueden ser estratégicos, tácticos u operativos. Es necesario que la organización defina objetivos cuantificables para mejorar el desempeño energético, los cuales deben comunicarse y actualizarse regularmente. Además, la organización debe mantener una documentación adecuada de los objetivos y metas energéticas.

Es necesario que los objetivos y metas sean consistentes con la política energética de la organización, sean medibles y factibles, tomen en cuenta los requisitos aplicables, consideren los USEn (usos significativos de energía), exploren oportunidades y sean sujetos de seguimiento periódico y comunicación actualizada.

Con relación a la planificación para lograr y mantener los planes de acción que incluyan los objetivos y metas energéticas, la norma establece que la E3T debe desarrollar y mantener dichos planes. Estos planes deben detallar las acciones a tomar, los recursos necesarios, los responsables de su ejecución, los plazos para su finalización y, por último, los métodos utilizados para evaluar los resultados, incluyendo las medidas empleadas para verificar las mejoras en el desempeño energético. La Tabla 7 presenta los objetivos y metas de la E3T.

Tabla 7.*Objetivos y metas energéticas*

Objetivos y metas energéticas			
Objetivo: Mejorar el desempeño energético en el edificio de la E3T			
Metas: Mejorar la eficiencia energética en cada circuito ramal de EIE-UIS			
Planificación			
Acciones	responsables	Plazos	Métodos para evaluar resultados
Buenas prácticas en el uso de equipos ofimáticos y temperaturas en Racks	Personal que utiliza el edificio	6 meses	Disminución en el consumo del quinto piso
Programa de sensibilización para el manejo de las temperaturas de uso de los equipos de aire acondicionado	Alta dirección de la E3T	6 meses	Disminución en el consumo de los pisos donde hay aires acondicionados.
Sustitución de luminarias fluorescentes por tecnología led	Alta dirección	1 año	Disminución del consumo de energía en todo el edificio y principalmente en el circuito TIE °3P
Mejoramiento del sistema de aires acondicionados	Alta dirección	1 año	Disminución en el consumo energía, principalmente en los circuitos ATAA-1, TAA-2 Y RACK

6.3 Revisión energética

El estándar ISO 50001:2019 establece que la E3T debe llevar a cabo una revisión energética. Esta revisión implica analizar tanto el uso como el consumo de energía, empleando mediciones y otros datos disponibles. En este proceso, se deben identificar los tipos de energía que se usan y evaluar su uso y consumo en el pasado y en la situación presente.

El objetivo principal de este análisis es identificar los Usos Significativos de Energía (USE) y determinar las variables relevantes que inciden en su desempeño. Además, es fundamental evaluar el rendimiento energético actual de la E3T y reconocer a las personas que trabajan bajo su

dirección y que puedan tener influencia en los USE o de alguna manera afectarlos. Asimismo, se deben identificar y priorizar las oportunidades para mejorar el rendimiento energético y estimar los posibles usos y consumos de energía en el futuro.

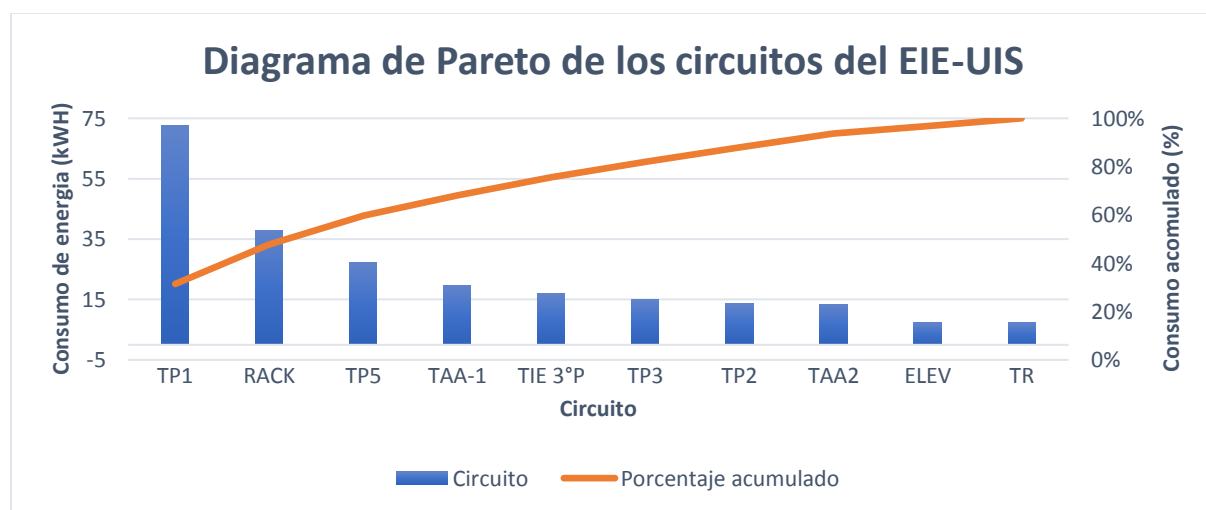
La revisión energética debe realizarse en intervalos de tiempo definidos y responder a cambios significativos en la instalación, equipos o procesos que usan energía. Es esencial mantener los métodos y criterios utilizados en la revisión energética como información documentada.

6.3.1 Análisis del consumo y uso de la energía

El análisis de Pareto es una herramienta para la identificación y priorización de factores claves que inciden en un resultado específico, permitiendo direccionar los recursos de manera más efectiva para lograr mejoras significativas. En el estudio del consumo energético en el EIE-UIS, se utilizó el diagrama de Pareto como herramienta de análisis a partir de los datos recopilados del 8 de mayo de 2023 y el 4 de julio de 2023. Cada 10 minutos se recolectaron estos datos. La Figura 5 presenta el análisis de Pareto realizado al edificio de la E3T

Figura 5.

Análisis de Pareto de los circuitos del edificio de la E3T



- **TP1:** Aulas del primer piso, luminarias, extractores, proyectores, PC, televisores, centro de estudio y sala individual
- **RACK:** Centro de comunicaciones
- **TP5:** Cargas del piso administrativo, equipos ofimáticos, iluminación.
- **TAA-1:** Aires acondiciona de las aulas 401 y 406
- **TIE 3ºP:** Circuito de iluminación de emergencia, iluminación de baños, pasillos, escaleras.
- **TP2:** Aulas del segundo piso, luminarias, extractores, proyectores, televisores y PCs.
- **TP3:** Aulas del tercer piso, con sus respectivas cargas
- **TP4:** Aulas del cuarto piso
- **TAA-2:** Aire acondicionado en las aulas 404 y 405 y de la de reuniones del quinto piso, del salón de la dirección de la E3T y del CCTV
- **TR:** Alimenta todos los circuitos asociados a los tomacorrientes del quinto piso, la mayoría son computadores
- **Elev:** Circuito que alimenta el ascensor.

6.3.2 Usos significativos de la energía.

Una vez establecido el consumo energético de cada uno de los circuitos del edificio de la E3T, en la Tabla 8 se muestran los usos de la energía eléctrica en cada circuito.

Tabla 8.*Usos significativos de la energía*

USE	VARIABLES RELEVANTES	DESEMPEÑO ENERGÉTICO ACTUAL	PERSONAS QUE TRABAJAN BAJO SU CONTROL QUE INFLUYEN O AFECTAN
TP1	Ocupación	Alto	Profesores y estudiantes
Rack		Factor estático	
TP5	Ocupación	Alto	Profesores y personal administrativo
TAA-1	Temperatura ambiente	Alto	Profesores y estudiantes
TIE 3°P		Factor estático	
TP3	Ocupación	Alto	Estudiantes y profesores

Conforme a la línea base establecida en la Resolución 549 de 2015 para el consumo de energía en edificios educativos, aplicable a edificios nuevos en zonas de clima cálido seco, se establece un límite de 72 kWh/m²-año o 0,197 kWh/m²-día. Datos que se utilizarán para tener una referencia del nivel de eficiencia del EIE-UIS como se muestra en la Tabla 9

Tabla 9.*Comparación consumo diario EIE-UIS*

PISO	ÁREA (m ²)	LÍNEA BASE RESOLUCIÓN 549 DE 2015 (kWh/día)	CONSUMO EIE-UIS (kWh/día)
PISO 1	440	86,795	72,548
PISO 3	396	78,115	48,055

PISO	ÁREA (m²)	LÍNEA BASE RESOLUCIÓN 549 DE 2015 (kWh/día)	CONSUMO EIE- UIS (kWh/día)
PISO 5	302	59,573	27,150

6.3.3 Oportunidades para mejorar el desempeño energético

Con la revisión energética basada en el análisis de Pareto, se identifican oportunidades de mejora para lograr un mayor rendimiento energético en el EIE-UIS. Estas oportunidades incluyen la sustitución de luminarias fluorescentes por tecnología LED, mantenimiento oportuno de los equipos de aire acondicionado, concienciación del personal sobre prácticas eficientes en el uso de equipos ofimáticos, regulación de las temperaturas en los aires acondicionados y un uso adecuado de la iluminación artificial

6.3.4 Estimación de usos y consumos de energía eléctrica en el futuro del edificio EIE-UIS

Utilizando la herramienta de Previsión de Excel y los datos mensuales de consumo correspondientes a los años 2018 y 2019 que se presentan en la Tabla 10, se realizó la estimación de los consumos. Este proceso dio como resultado un cálculo estimado del consumo para el año 2024 de 8,953 MWh. Además, se obtuvieron los límites de confianza, con un promedio inferior de 7,988 MWh y un promedio superior de 9,919 MWh, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10.

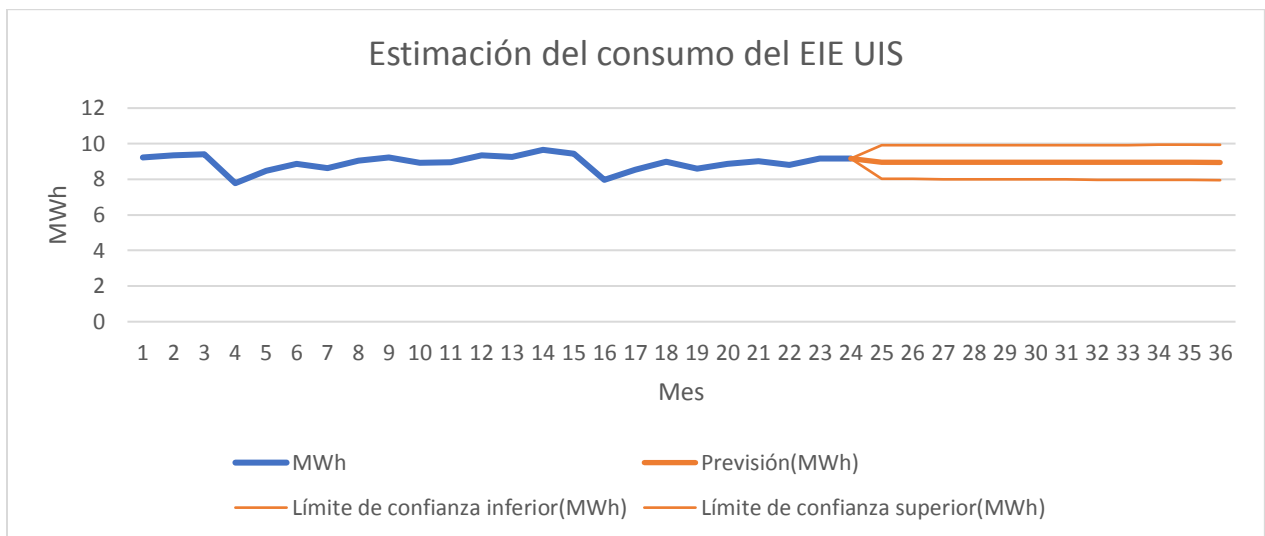
Consumo energía 2018-2019 EIE-UIS

Mes	Consumo MWh
ene-18	9,240
feb-18	9,337
mar-18	9,418
abr-18	7,781
may-18	8,476

Mes	Consumo MWh
jun-18	8,853
jul-18	8,632
ago-18	9,041
sep-18	9,229
oct-18	8,938
nov-18	8,960
dic-18	9,341
ene-19	9,268
feb-19	9,655
mar-19	9,434
abr-19	7,958
may-19	8,549
jun-19	8,991
jul-19	8,588
ago-19	8,874
sep-19	9,018
oct-19	8,813
nov-19	9,164
dic-19	9,164

Figura 6.

Estimación del consumo anual de energía eléctrica del EIE-UIS



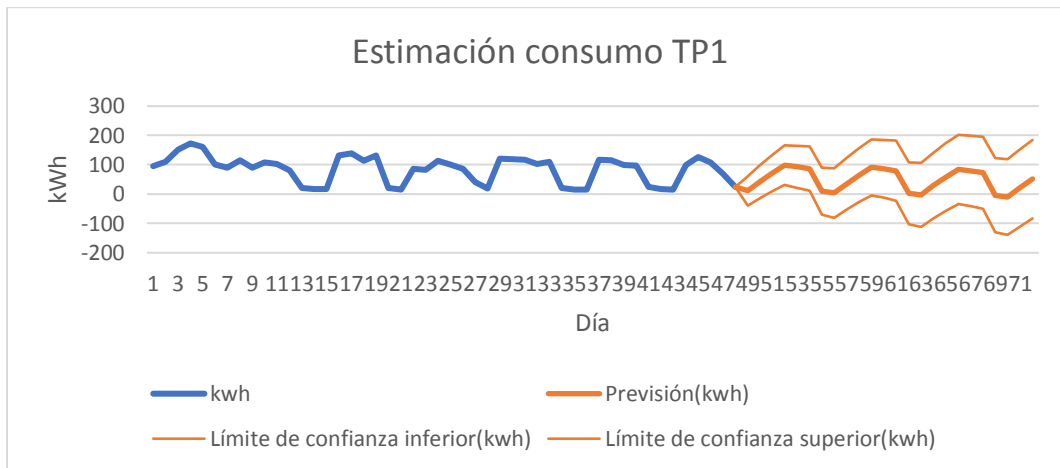
Una vez estimado el consumo total del edificio, se realiza una desagregación para estimar el consumo de cada uno de los circuitos ramales del edificio EIE-UIS

6.3.4.1 Estimación del consumo diario de energía del circuito TP1

Para estimar el consumo diario de energía del circuito TP1, se prevé un consumo diario de 47,360 kWh, con un límite superior de confianza promedio de 141,270 kWh, como se muestra en la Figura 7.

Figura 7.

Estimación del consumo diario de energía del circuito TP1

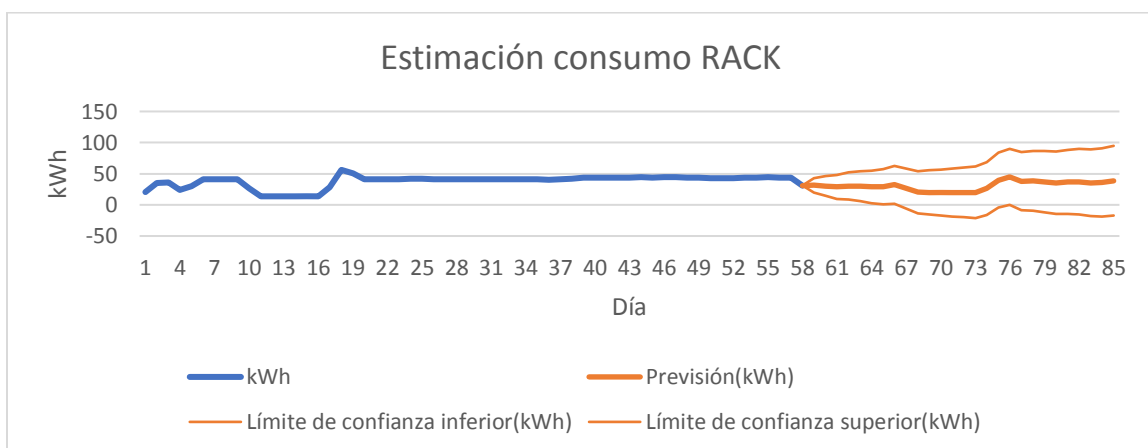


6.3.4.2 Estimación del consumo diario de energía del circuito RACK

Se estima el consumo diario de energía del circuito RACK en un promedio de 30,780 kWh, con un límite superior de confianza promedio de 67,562 kWh, dentro de un intervalo de confianza del 95%, como se ilustra en la Figura 8

Figura 8.

Estimación del consumo diario de energía del circuito RACK

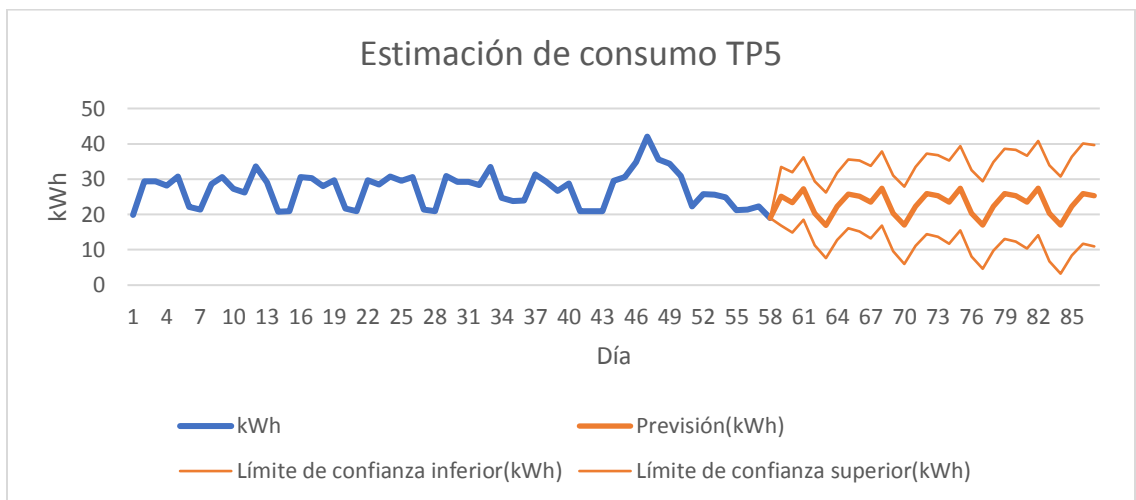


6.3.4.3 Estimación del consumo diario de energía del circuito TP5

En el caso del circuito TP5, se estima un consumo promedio diario de 23 kWh, con límites de confianza promedio entre 11,922 kWh (inferior) y 34,095 kWh (superior), dentro de un intervalo de confianza del 95%, como se representa en la Figura 9.

Figura 9.

Estimación del consumo diario de energía del circuito TP5

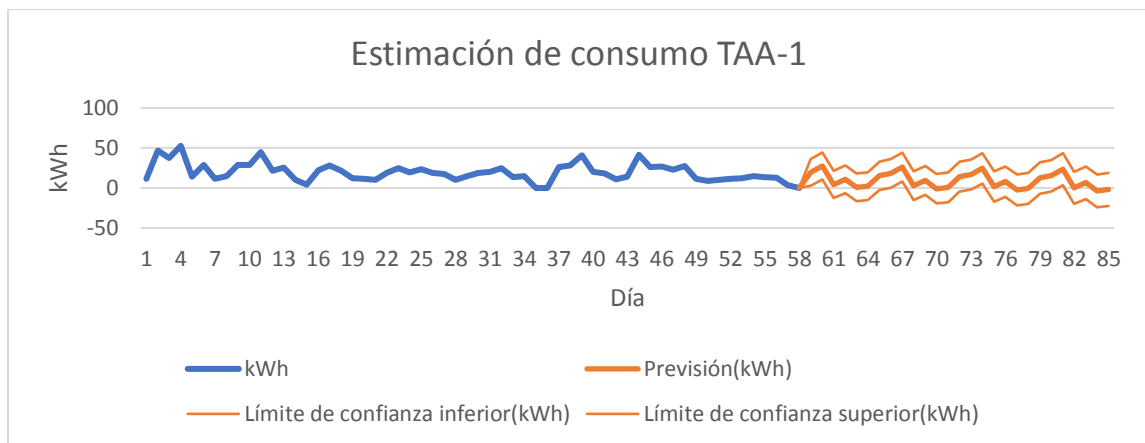


6.3.4.4 Estimación del consumo diario de energía del circuito TAA-1

En la figura 10 se presenta una estimación del consumo diario, junto con un valor máximo proyectado de 44,45 kWh para el circuito TAA-1, con un consumo promedio diario de 9,015 kWh.

Figura 10.

Estimación del consumo diario de energía del circuito TAA-1

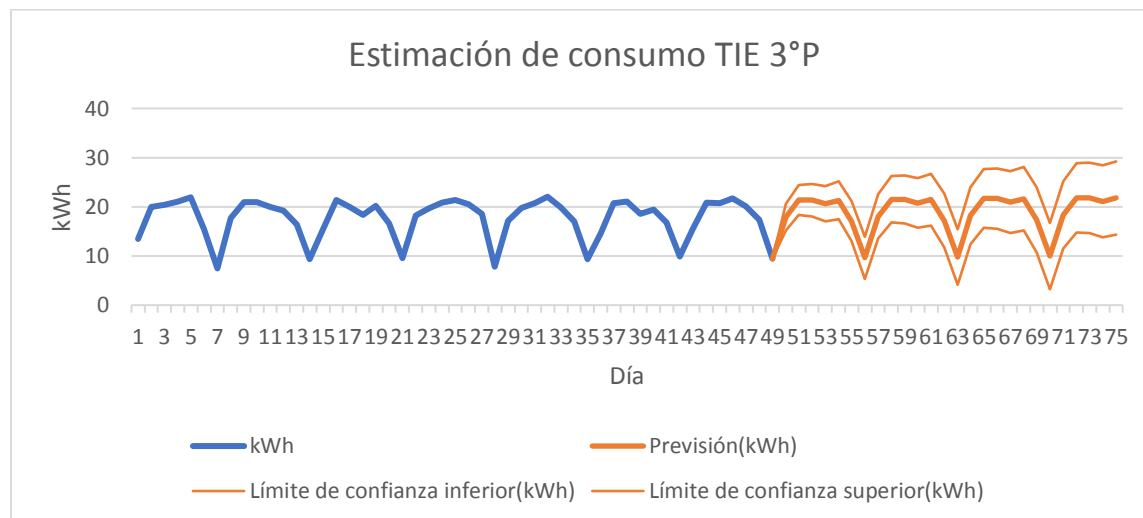


6.3.4.5 Estimación del consumo diario de energía del circuito TIE 3°P

Se estima que el consumo promedio diario para el circuito TIE 3°P es de 18,712 kWh, con un rango promedio entre 13,527 kWh como mínimo y 23,897 kWh como máximo. Esta tendencia del consumo diario se muestra en la Figura 11

Figura 11.

Estimación del consumo diario de energía del circuito TIE 3°P

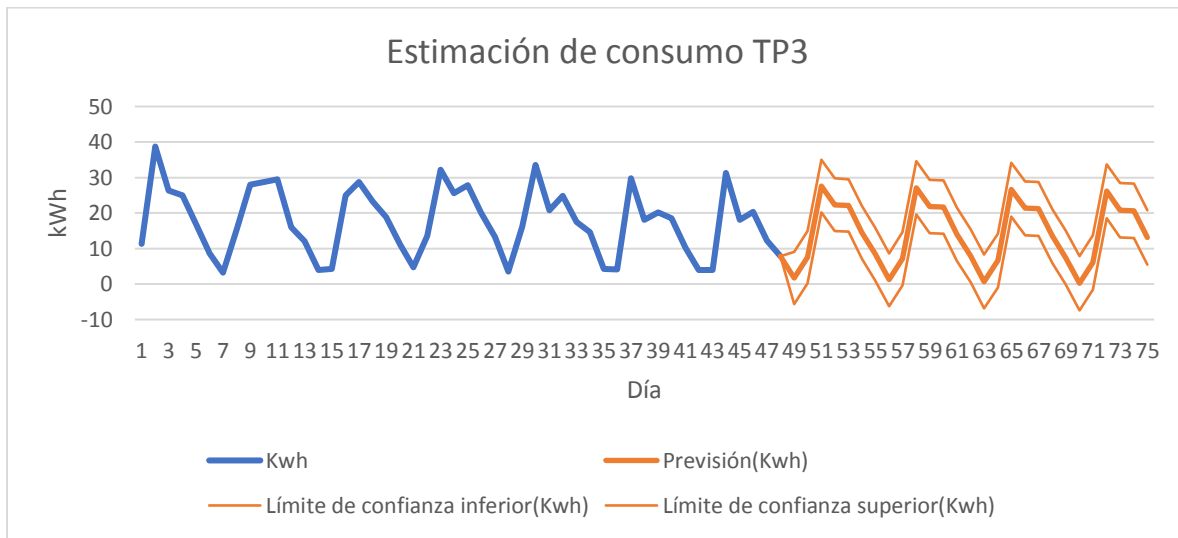


6.3.4.6 Estimación del consumo diario de energía del circuito TP3

En el caso del circuito TP3, se estima un consumo promedio diario de 14,184 kWh, con límites de confianza inferiores y superiores de 6,930 kWh y 31,438 kWh respectivamente, tal como se muestra en la Figura 12

Figura 12.

Estimación del consumo diario de energía del circuito TP3



6.4 Indicadores de desempeño energéticos

La E3T debe seleccionar los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn) apropiados para evaluar y valorar la eficiencia en términos energéticos. Estos indicadores deben ser adecuados para establecer las mejoras en el rendimiento energético de la organización. Es necesario que la E3T mantenga un procedimiento documentado para identificar y actualizar de manera continua estos IDEn.

La medición del desempeño energético a través de los IDEn se basa en una relación cuantitativa entre el consumo de energía y una o varias variables significativas, tal como lo determine la organización en un momento específico o durante un periodo definido. Cabe destacar que los IDEn pueden variar desde ser un parámetro sencillo hasta constituir una relación compleja

o un modelo detallado. La Tabla 11 presenta los IDEn propuestos para los circuitos con mayor consumo en el edificio de la E3T.

Tabla 11.

IDEn

Circuito	IDEn
TP1	kWh/ocupación edificio
RACK	kWh
TP5	kWh
TAA1	kWh/horas de uso
TIE 3°P	kWh/ocupación edificio

6.5 Línea de base energética.

Según la norma NTC ISO 50001:2019, la E3T debe establecer una o varias Líneas de Base Energética (LBEn) empleando la información derivada de la revisión energética. Este proceso debe considerar un lapso pertinente que refleje los ciclos operativos de la organización. Cuando la E3T disponga de datos que señalen que variables relevantes inciden de manera significativa en el desempeño energético, la organización deberá normalizar los valores de los Indicadores de Desempeño Energético (IDEn) y las respectivas LBEn.

La línea base representa la energía permitida y sirve como la referencia sobre la cual se medirá el consumo del EIE-UIS para evaluar si su desempeño energético mejora o empeora. Es importante destacar que la ISO 50001 no tiene como objetivo principal el ahorro de energía, sino la mejora del desempeño energético, logrando una producción en condiciones más eficientes.

Es necesario realizar una revisión en caso de que los IDEn no reflejen adecuadamente el desempeño energético en las instalaciones del edificio de la E3T (EIE- UIS), ante cambios

sustanciales en los factores estáticos, o siguiendo un método predefinido por la organización. Además, si se elimina o incorpora un uso significativo de energía dentro del alcance o límites del SGen, la LBen debe ajustarse en consecuencia.

Para calcular las LBen, se tendrá en cuenta un perfil de ocupación diaria para el fin de semana y otro para entre semana, esto teniendo en cuenta que el EIE- UIS está compuesto en su mayoría por aulas y oficinas en el quinto piso. El horario de actividades que se maneja dentro de la E3T es de 6:00 a.m. a 10 p.m. de lunes a viernes y de 6 a.m. a 6:00 p.m. los sábados tanto para estudiantes como para profesores. Por otra parte, el horario para personal administrativo es de 7:00 a 6:00 pm. Además, se tomarán en cuenta las horas de uso diario de las aulas 401 y 406 para el circuito TAA-1 y las aulas 404 y 405 para el circuito TAA-2, las cuales que están equipadas con aire acondicionado. Esta información se encuentra detallada en el Apéndice M.

7. Conclusiones

El objetivo del trabajo de grado es el diseño y documentación de una propuesta de un sistema de gestión de la energía bajo los lineamientos de la NTC ISO 50001:2019 en el EIE UIS.

Para lograr este propósito, se llevaron a cabo las siguientes actividades: análisis de brechas, evaluación del estado actual de la E3T en relación con el SGE, comprensión del contexto y las operaciones de la E3T, identificación de las necesidades y expectativas de las partes interesadas, definición del alcance y límites del SGE, identificación de riesgos y oportunidades, así como el establecimiento de objetivos y metas para mejorar el desempeño energético, así como los IDEn y las LBE.

Considerando el análisis de los patrones de uso y consumo de energía, y de los equipos y sistemas en funcionamiento, se pudo determinar que el desempeño energético del EIE-UIS es adecuado. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora, como la implementación de buenas prácticas en el uso de equipos, ajuste de las temperaturas en los sistemas de aire acondicionado, transición a iluminación LED y actualización del sistema de gestión de edificios (BMS).

Considerando los objetivos específicos del trabajo de grado, se realizaron los siguientes análisis:

- Se llevó a cabo un análisis de brechas para evaluar las diferencias entre el estado actual del SGE en EIE-UIS y los requisitos estipulados por la NTC ISO 50001:2019, obteniéndose un nivel de cumplimiento aceptable.
- Al analizar los consumos, se pudo establecer mediante el diagrama de Pareto que los usos significativos de la energía en EIE-UIS están representados por los circuitos TP1, Racks, TP5, TAA-1, TIE 3ºP y TP3, en ese respectivo orden.

- Del análisis de Pareto se deduce que existen oportunidades de mejora en el rendimiento energético, tales como la implementación de buenas prácticas en el uso de equipos de oficina, mantenimiento de temperaturas adecuadas en los racks y salones mediante el uso eficiente de los aires acondicionados, la sustitución de luminarias convencionales por tecnología LED, la actualización del software del sistema BMS, y finalmente, la expansión de la capacidad de la planta solar fotovoltaica.
- Las LBEn calculadas representarán la energía permitida, la cual sirve como punto de referencia para evaluar si los IDEn están mejorando o empeorando el rendimiento energético. La norma NTC-ISO 50001:2019 no se centra en el ahorro de energía, sino en la mejora continua del desempeño energético y del proceso operativo del EIE-UIS bajo condiciones óptimas.
- Para calcular las LBEn, se emplearon datos de un período normal de la universidad, sin interferencias debidas a la pandemia u otras anomalías académicas que pudieran haber afectado la operatividad del EIE-UIS, además se tuvo en cuenta el consumo de energía del ascensor. Se consideraron los consumos por circuitos y los perfiles de ocupación del edificio, así como las horas de uso específicas para los salones 401 y 406. Se excluyeron otros valores que podrían influir, como la temperatura y la humedad del ambiente.
- Se recomienda revisar los valores obtenidos con períodos de mayor tiempo para ajustar los indicadores que permiten estimar la línea base energética de los circuitos con mayor consumo en el edificio, considerando también el impacto de la temperatura y humedad del ambiente.
- El análisis no tuvo en cuenta la contribución de energía proporcionada por el sistema fotovoltaico, a pesar de que la energía proveniente de fuentes renovables puede tener un

impacto positivo en el medio ambiente. Sin embargo, esta inyección de energía no mejora el desempeño energético del edificio.

Referencias Bibliográficas

- Díaz Barroso, H. A., & Fajardo Rojas, C. A. (2017). Caracterización Energética del Edificio de Ingenierías, Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander aplicando la metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE). Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Bucaramanga.
- Flores Díaz, L., Jáuregui Nares, I. (2020). Guía de implementación e interpretación de requisitos del estándar ISO 50001:2018. México, CDMX: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).
- Hernández Pineda, A., Carmona Vázquez, G. E., Flores Díaz, L., & Sosa Granados, R. D. (Año). Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. Ciudad de Publicación: Editorial.
- Icontec. (2019). NTC-ISO 50001:2019 Sistemas de Gestión de la Energía con Orientación para su Uso. Bogotá, Colombia: Icontec.
- Parrado Duque, A. (2018). Propuesta de Arquitectura de Medición Inteligente en Sistemas de Distribución con Generación Distribuida en Redes Eléctricas de Baja Tensión. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Bucaramanga, Santander.
- Prias Caicedo, O.F., Campos Avella, J.C., Rojas Rodríguez, D.B., Palencia Salas, A. (2019). Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía: Guía con base en la norma ISO

50001, Segunda Edición. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Universidad del Atlántico.

Apéndices

Apéndice A

Principales cambios en la NTC - ISO 50001:2011

ELIMINÓ

- 4 Requisitos del sistema de gestión de la energía
- 4.5.1 Generalidades

AGREGÓ

- 4 Contexto de la organización
- 4.1 Comprensión de la organización
- 6.1 Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades
- 7.5.1 Generalidades
- 7.5.2 Crear y actualizar
- 7.5.3 Control de la información documentada

MODIFICÓ

- 4.1 Requisitos generales
- 4.2 Responsabilidad de la dirección
 - 4.2.1 Alta dirección
 - 4.2.2 Representante de la dirección
- 4.4.1 Generalidades
- 4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos
- 4.4.6 Objetivos

El 21 de agosto de 2018, la Organización Internacional de Normalización (ISO) lanzó la última versión de la norma ISO 50001:2018, que establece los requisitos para los sistemas de gestión de energía. A la vez, el Foro Internacional de Acreditación (IAF) estableció un periodo de transición de 3 años desde el último día del mes de publicación, para facilitar la transición a la nueva versión. Este plazo de transición expiró el 31 de agosto de 2021.

En Colombia, el Comité Técnico ISO/TC301, encargado de la Gestión y Ahorro de Energía desarrolló la NTC - ISO 50001:2019. Esta segunda edición anula y sustituye a la primera edición (NTC - ISO 50001:2011), manteniendo la Estructura de Alto Nivel (HLS, por sus siglas en inglés), con el objetivo de lograr una uniformidad en la estructura de todos los sistemas de gestión. Esto

se debe a que en las organizaciones enfrentaban dificultades, ya que el numeral 6 de una norma elaborada por ISO equivalía al numeral 4 de otra y al 9 o 5 de otra, generando complicaciones significativas para su implementación.

Considerando estos inconvenientes, la ISO ha desarrollado una estructura común para todos los sistemas de gestión, que consta de 10 numerales idénticos en cada uno de ellos. Por ejemplo, al examinar la norma 50001, el numeral 4 aborda el contexto, que también se aplica a las normas 90001 y 140001, y así sucesivamente a otros sistemas de gestión. Aunque esto podría parecer un simple cambio de forma, es importante destacar que se contó con la participación de expertos de todo el mundo para introducir cambios de fondo con el objetivo de facilitar su implementación.

Los cambios principales en comparación con las ediciones previa son los siguientes:

- Adopción de los requisitos de ISO para las normas del sistema de gestión, incluyendo la estructura de alto nivel para facilitar la aplicación integrada de diferentes normas en una misma organización, texto básico idéntico, términos comunes y definiciones, para asegurar un alto grado de compatibilidad con otras normas de los sistemas de gestión.
- Integración de apoyo con los procesos de gestión estratégicos.
- Aclaración del lenguaje y estructura del documento.
- Mayor énfasis en el rol de la alta dirección, aumentando el enfoque para demostrar liderazgo y compromiso frente al sistema de gestión, ampliando la participación a los integrantes de la organización en la mejora continua; dando a la alta dirección la responsabilidad global de cumplir con los requisitos de esta norma, aun cuando delegue algunas responsabilidades, la rendición global de cuentas corresponde a la alta dirección.

- Los términos y definiciones del Capítulo 3 han sido actualizados y colocados en orden de contexto; relacionados con la organización, el sistema de gestión, los requisitos, el desempeño energético, y la energía.

- Parte de la terminología de este documento ha sido modificada de la edición anterior para mejorar la alineación con otras normas del sistema de gestión, en esta edición se definieron 41 términos frente a los 28 de la edición anterior, 18 términos son nuevos, de los cuales 13 son adaptados de la HLS y 5 referentes a la energía, como son: “mejora del desempeño energético”, “factores estáticos”, “variables relevantes”, “normalización” y “valor de indicador de desempeño energético [IEDn]”. Además, se eliminó el término “representante de la dirección”, asignado todas las responsabilidades de esta función al equipo de gestión de la energía. “Documentación” se sustituyó por “Información documentada”.

- Aclaración de las exclusiones de los tipos de energía, donde para esta actualización se menciona que no se puede excluir ningún tipo de energía dentro del alcance y de los límites, garantizando que la organización pueda controlar su eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía.

- Aclaración de la “revisión energética”; aunque, en la versión anterior ya existía, ahora se refuerza el proceso de identificación de los tipos de energía y de evaluación del uso y consumo energético que llevan a que la organización determine las áreas de uso significativo de energía y que identifique las oportunidades de mejora del desempeño energético.

- Normalización de los indicadores de desempeño energético [IDEn(s), del inglés, *Energy Performance Indicador*] y de las líneas de base energética asociadas [LBEn(s), del inglés, *Energy Baseline*], algunas de las modificaciones hechas a esta unidad de desempeño energético son permitir a la organización demostrar la mejora de la eficiencia energética; además, cuando en

la organización se disponga de datos que afectan de forma notoria la eficiencia energética, dichos datos se deben tener en cuenta para los IDEn. Al igual que los indicadores energéticos, cuando la organización disponga de datos que indiquen que existen variables que afectan de forma significativa al desempeño energético (variables relevantes), la organización debe normalizar el IDEn y su correspondiente base de referencia energética (LBEn) para comparar los cambios en el desempeño energético, además se debe revisar la línea de base cuando se produzcan cambios importantes en los factores estáticos.

- Otro cambio específico en la gestión de la energía es añadir detalles en el plan de recopilación de datos de energía y los requisitos relacionados (antes el plan de medición de la energía), estableciendo que especificará los datos necesarios para controlar las características clave e indicará cómo y con qué frecuencia se recogerán y conservarán los datos. Aborda explícitamente las áreas para las cuales deben recopilarse los datos.
- Aclaración del indicador de desempeño energético [IDEn] y del texto de la línea de base energética [LBEn] con el fin de proporcionar una mejor comprensión de estos conceptos.

Apéndice B

Caracterización energética del edificio de Ingeniería Eléctrica (EIE-UIS).

El objetivo de la caracterización del Edificio de Ingeniería Eléctrica es proporcionar un análisis detallado del estado actual en términos de consumos, fuentes y usos de la energía. Mediante la identificación de los principales consumos del edificio, se podrá determinar el potencial de ahorro y tomar medidas para reducir el consumo energético. Además, se evaluará la mejora en la eficiencia energética basándose en los datos obtenidos en el trabajo de grado titulado "Caracterización Energética del Edificio de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de

Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander aplicando la Metodología del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE)”.

B.1 Descripción del sistema eléctrico del edificio de Ingeniería Eléctrica

El edificio está conectado al Operador de Red ESSA E.S.P., quien suministra la energía a través de una acometida subterránea trifásica trifilar de media tensión de 13,2 kV. Dicha acometida se encuentra construida con conductores tipo XLP -15 kV N° 2 AWG en cobre (Cu). Esta acometida se empalma con un transformador de potencia de 630 kVA.

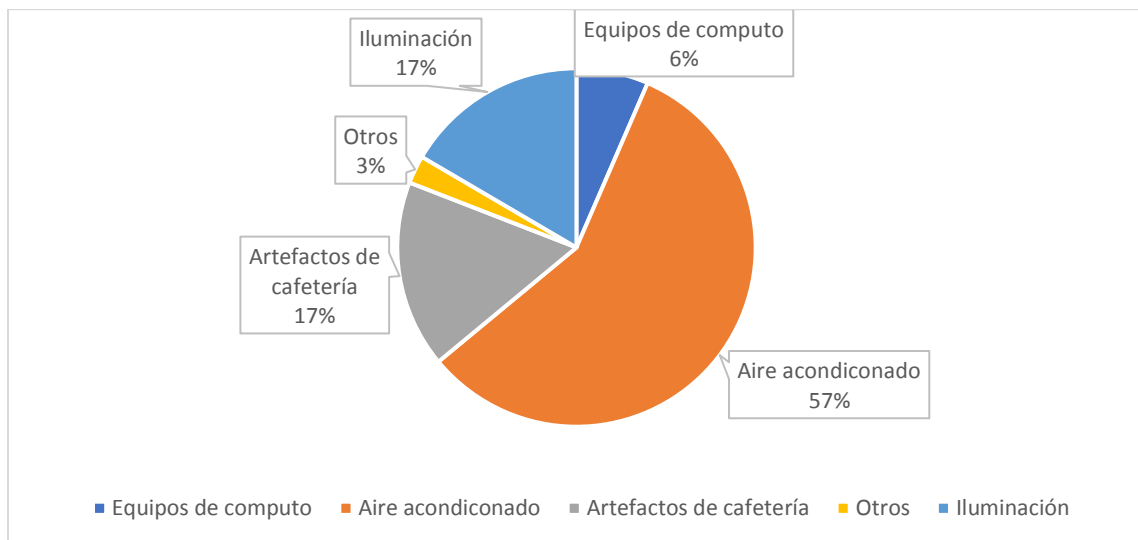
La subestación del EIE- UIS está compuesta principalmente por los siguientes elementos: un transformador de 630 kVA, una planta de emergencia Diesel de 260 kVA, transferencia automática de 800 A y un tablero de distribución general de baja tensión. Estos componentes juegan un papel clave en la distribución del suministro de energía eléctrica en el edificio, garantizando un suministro confiable y estable en caso de fallas en la red principal.

B.2 Censo de cargas

El censo de cargas se utiliza para caracterizar una instalación eléctrica. Se realiza mediante una inspección visual de cada equipo conectado a la red y se toman las características eléctricas de los datos de placa o de manuales. Durante este proceso, se consideran los parámetros principales que permiten obtener información precisa sobre el consumo de energía de cada equipo. Los autores del trabajo de grado que realizaron la caracterización energética en el EIE-UIS utilizaron esta metodología.

B.2.1 Consumos primer piso EIE- UIS

En la Figura B1 muestra el porcentaje de energía utilizada en el primer piso, basándose en los datos presentados en la Tabla B1. Destacando los equipos instalados que más influyen en la demanda energética. Los aires acondicionados encabezan el consumo de la energía total requerida, seguidos por la iluminación y los artefactos de cafetería. El resto del consumo se distribuye entre los equipos de cómputo y otras cargas.

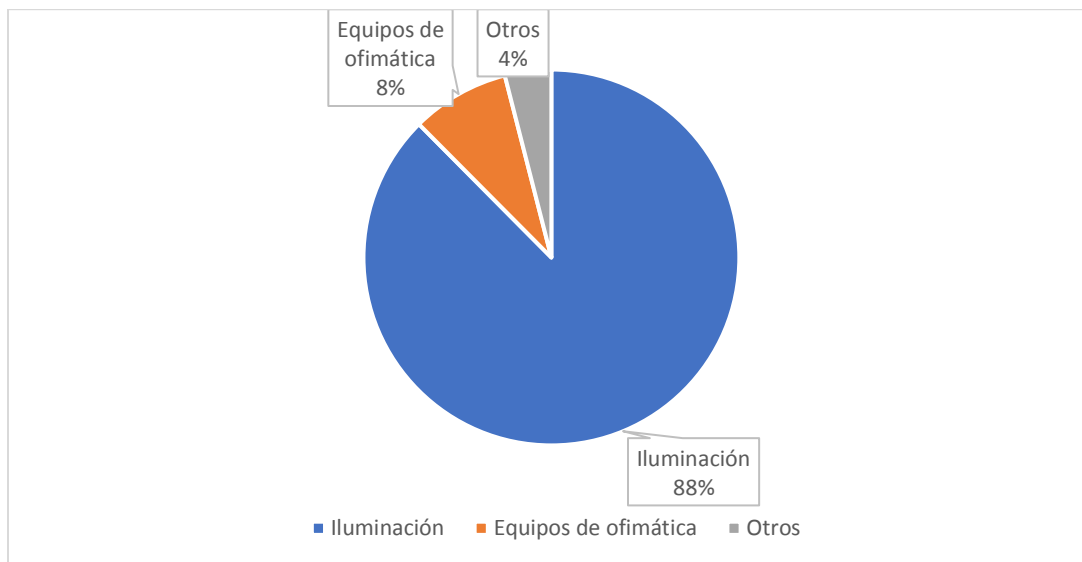
Figura B1*Consumos primer piso EIE - UIS***Tabla. B1***Consumos primer piso EIE- UIS*

Equipo	Número de equipos	Potencia (W)	Potencia total (W)	Horas de uso diario	Uso total diario (kWh)	Días de uso mensual	Uso total mensual (kWh/mes)
Equipos De Computo							
Computador De escritorio LG	2	174	348	4	1,392	20	27,84
Portátil	15	80	1200	2	2,4	20	48
Aires Acondicionados							
CIAC R-410A	2	1100	2200	5	11	20	220
LG cassette techo inverter	3	1500	4500	5	23	20	450
Artefactos Cafetería							
Refrigerador Coca-Cola	1	664	664	5	3,32	22	73,04
Cafetera	1	800	800	4	3,2	20	64
Calentador de empanadas	1	500	500	6	3	20	60

Equipo	Número de equipos	Potencia (W)	Potencia total (W)	Horas de uso diario	Uso total diario (kWh)	Días de uso mensual	Uso total mensual (kWh/mes)
Otros							
Modem	4	8,2	32,8	24	0,7872	30	23,616
Extractor de aire	9	21	189	0,3	0,0567	20	1,134
Parlantes	4	4	16	1	0,016	20	0,32
TV	1	120	120	1	0,12	20	2,4
Ventilador	1	65	65	1	0,065	20	1,3
Cargador móvil	15	5	75	0,5	0,0375	20	0,75
Iluminación							
Lámpara fluorescente TL5 HE	192	14	2688	3	8,064	20	161,28
Lámpara fluorescente TL5 HE	36	28	1008	1,5	1,512	21	13,752
Consumo total (kWh/Mensual)							1165,432

B.2.2 Consumos segundo piso EIE- UIS

En el segundo piso, las luminarias representan el mayor porcentaje de consumo de energía, con un 88 %. A continuación, se encuentran los equipos de ofimática. El consumo restante corresponde a otras cargas. Esta distribución se visualiza en la Figura B2, la cual se basa en los datos proporcionados en la Tabla B2.

Figura B2.*Consumos segundo piso EIE- UIS***Tabla B2***Consumos segundo piso EIE- UIS*

Equipo	Número de equipos	Potencia (w)	Potencia total (w)	Horas de uso diario	Uso total diario (kwh)	Días de uso mensual	Uso total mensual (kwh/mes)
Iluminación							
Lámpara fluorescente TL5 HE	236	14	3304	5	16,52	22	363,44
Lámpara fluorescente TL5 HE	32	28	896	3	2,688	24	64,512
Equipos de ofimática							
Video beqam	4	235	940	2	1880	22	41,360
OTROS							
Modem	3	8,2	24,6	24	0,5904	30	17,712
Extractor de aire	6	21	126	0,5	0,063	20	1,26
Cargador móvil	10	5	50	0,5	0,025	21	0,525
Consumo total (kWh/mensual)							488,809

B.2.3 Consumos tercer piso EIE- UIS

En el tercer piso, al igual que en el segundo, la iluminación representa la mayor demanda energética, Los equipos de cómputo le siguen, mientras que el consumo restante se divide equitativamente entre equipos de ofimática y otras cargas. Como se puede comprobar en la Figura B3, la cual refleja los datos de la Tabla B3.

Figura B3.

Consumos tercer piso EIE- UIS

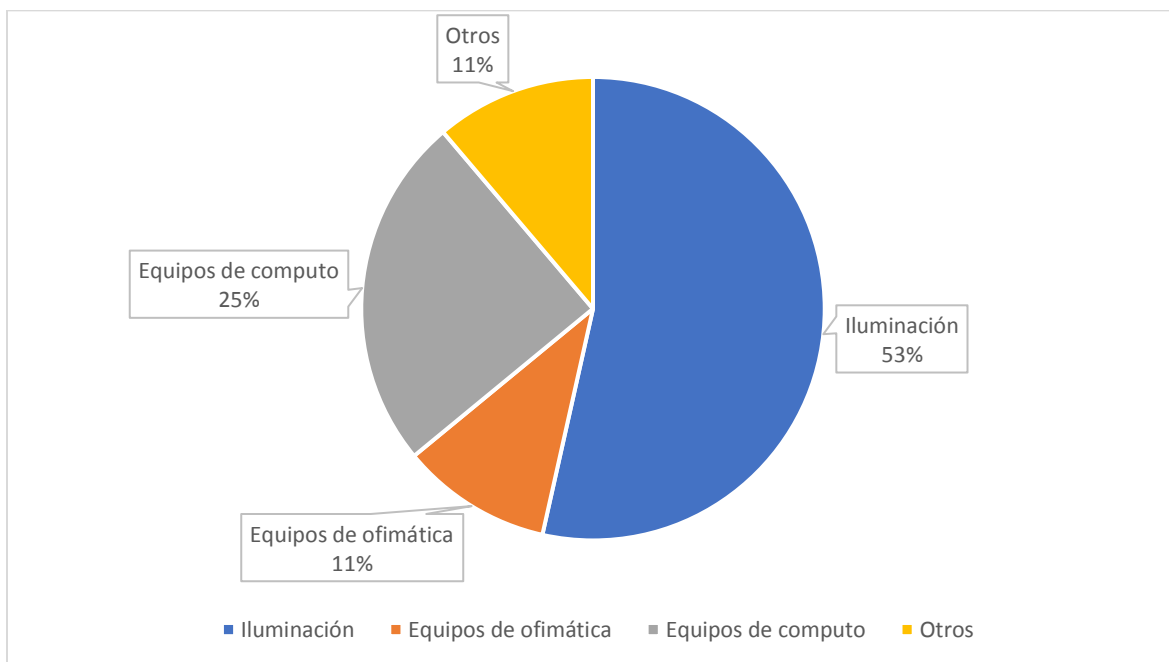
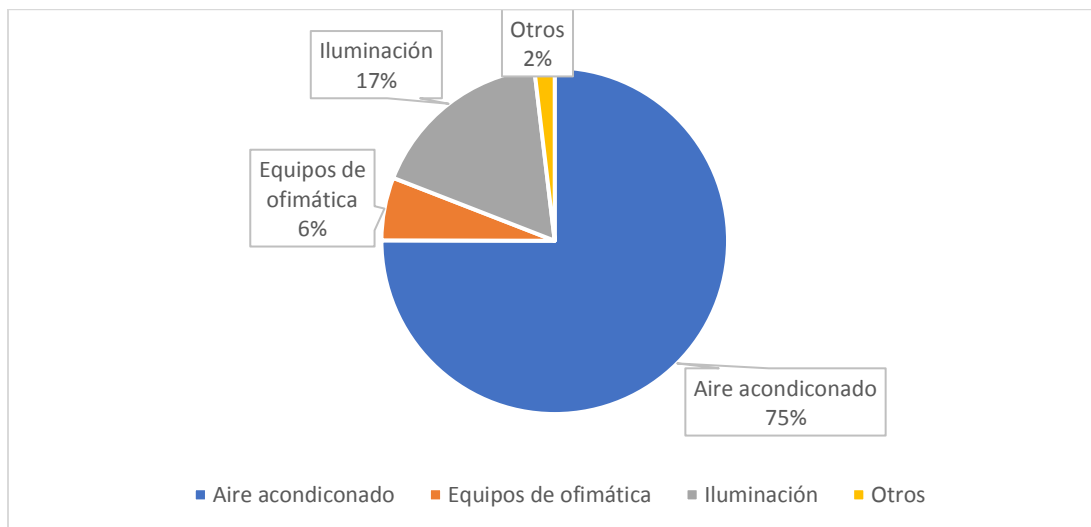


Tabla B3.*Consumos tercer piso EIE- UIS*

Equipo	Número de equipos	Potencia (W)	Potencia total (W)	Horas de uso diario	Uso total diario (kWh)	Días de uso mensual	Uso total mensual (kWh/Mes)
Iluminación							
Lámpara fluorescente TL5 HE	232	14	3248	2,5	8,12	20	162,4
Lámpara fluorescente TL5 HE	34	28	952	1,5	1,428	20	28,56
Equipos de ofimática							
Video beam	4	235	940	2	1,880	20	37,600
Equipos de computo							
Computador de escritorio Dell	4	172	688	6	4,128	20	82,56
Impresora Laserjet P1018W	1	580	580	0,5	0,29	20	5,8
Otros							
Modem	3	8,2	24,6	24	0,5904	30	17,712
Extractor de aire	6	21	126	0,5	0,063	20	1,26
Cargador móvil	10	5	50	20	1	21	21
Consumo total (kWh/Mensual)							356,892

B.2.4 Consumos cuarto piso EIE- UIS

En el cuarto piso, los equipos de aire acondicionado son los que demandan mayor energía, representando el 75% del consumo total. La iluminación y los equipos de ofimática constituyen el 17% y el 6% respectivamente. El 2% restante del consumo energético en el cuarto piso corresponde a otras cargas. Según se aprecia en la siguiente Figura B4, la cual se basa en los datos de la Tabla B4.

Figura B4.*Consumos cuarto piso EIE- UIS***Tabla B4.***Consumos cuarto piso EIE- UIS*

Equipo	Número de equipos	Potencia (W)	Potencia total (W)	Horas de uso diario	Uso total diario (kWh)	días de uso mensual	Uso total mensual (kWh /Mes)
Aire acondicionado							
Ciac cassette techo inverter	8	1500	12000	4	48	20	960
Equipos de ofimática							
Video beam Infocus	4	235	940	4	3,76	20	75,2
Iluminación							
Lámpara fluorescente TL5 HE	228	14	3192	3	9,576	20	191,52
Lámpara fluorescente TL5 HE	34	28	952	1,5	1,428	20	28,56
Otros							
Modem	4	8,2	32,8	24	0,7872	30	23,616

Equipo	Número de equipos	Potencia (W)	Potencia total (W)	Horas de uso diario	Uso total diario (kWh)	días de uso mensual	Uso total mensual (kWh /Mes)
Cargador móvil	10	5	50	0,5	0,025	21	0,525
CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)							1279,421

B.2.5 Consumos quinto piso EIE- UIS

En el quinto piso, los equipos de cómputo tienen la mayor influencia en la demanda de energía total. Tanto la iluminación como los artefactos de cafetería contribuyen en partes iguales cada uno. Los aires acondicionados consumen y otras cargas representan un consumo menor, según se observa en la Figura B5, la cual refleja los datos de la Tabla B5.

Figura B5.

Consumos quinto piso EIE- UIS

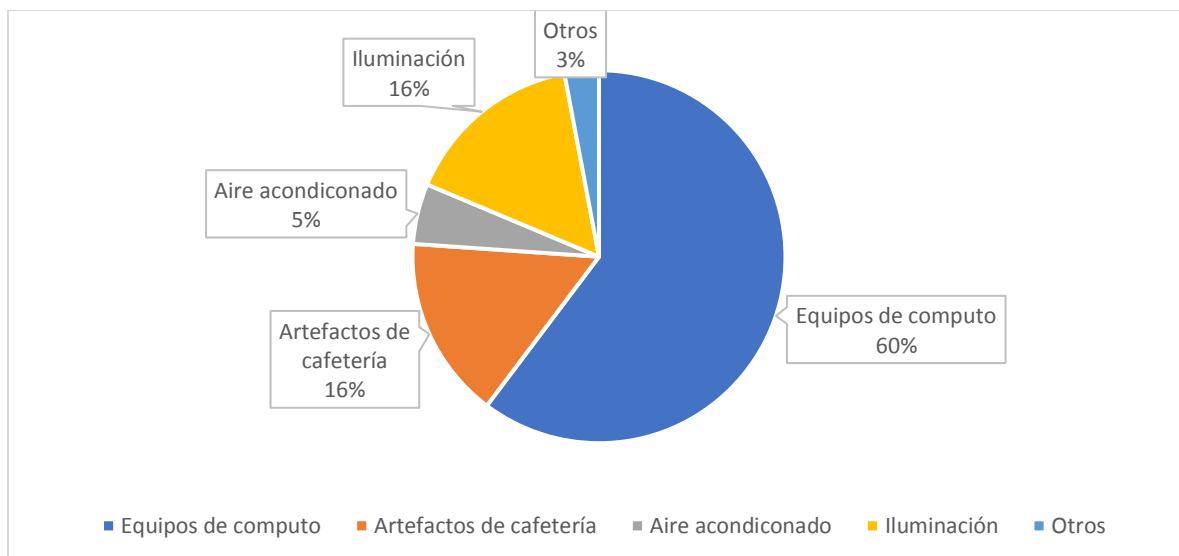


Tabla B5.*Consumos quinto piso*

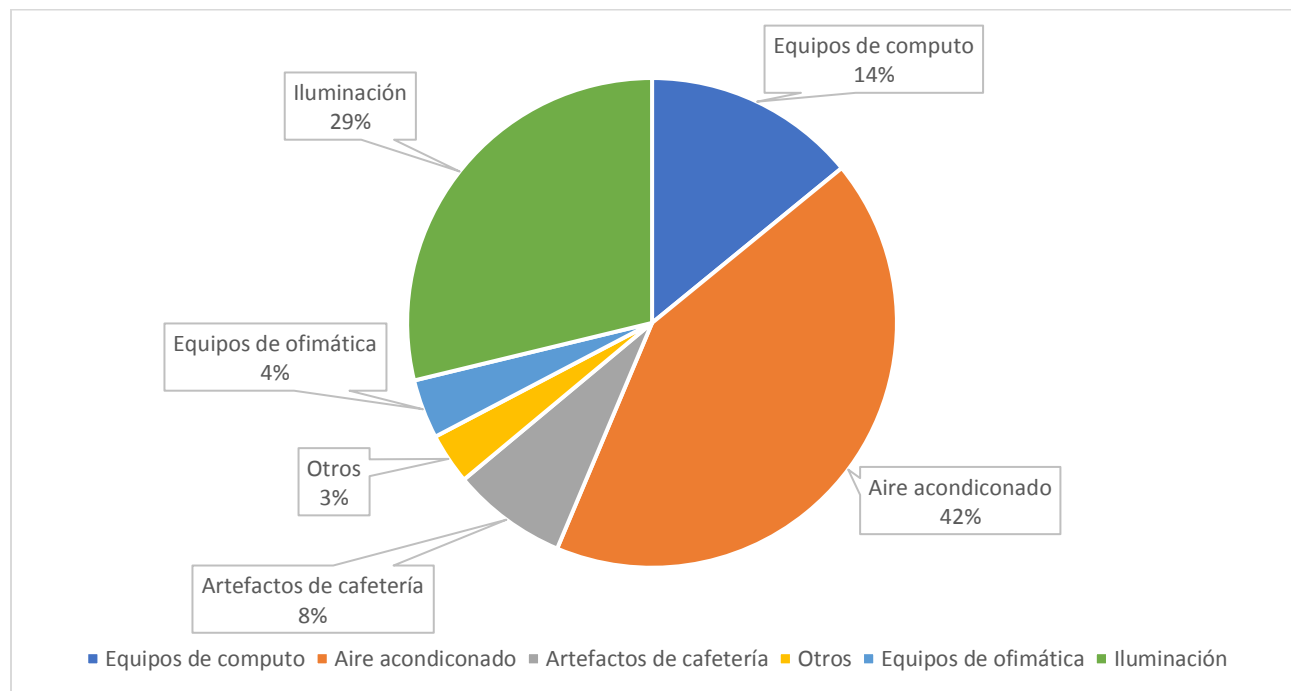
Equipo	Número de equipos	Potencia (W)	Potencia total (W)	Horas de uso diario	Uso total diario (kWh)	Días de uso mensual	uso Total mensual (kWh/Mes)
EQUIPOS DE COMPUTO							
Computador de escritorio Dell	12	172	2064	7	14,448	20	288,96
Computador de escritorio Samsung	2	192	384	7	2,688	20	53,76
Portátil Dell	3	83	249	3	0,747	20	14,94
Impresora laserjet P1102W	5	648	3240	0,5	1,62	20	32,4
Parlantes	7	20	140	0,5	0,07	20	1,4
ARTEFACTOS CAFETERÍA							
Cafeteras	2	900	1800	0,5	0,9	20	18
Microondas Samsung	1	1600	1600	0,25	0,4	20	8
Nevera	1	480	480	8	3,84	20	76,8
AIRE ACONDICIONADO							
Aire acondicionado Ciac	1	900	900	1	0,9	20	18
Aire acondicionado Ciac	1	800	800	1	0,8	20	16
ILUMINACIÓN							
Lámpara fluorescente TL5 HE	148	14	2072	2	4144	20	82,88
Lámpara fluorescente TL5 HE	34	28	952	1	0,952	20	19,04
OTROS							
Modem	3	8,2	24,6	24	0,5904	30	17,712
Cargador móvil	8	5	40	2	0,08	20	1,6
CONSUMO TOTAL (kWh/MENSUAL)							649,492

B.2.6 Consumos por cargas del EIE-UIS

El análisis revela un consumo importante del aire acondicionado, representando el 42% del total de la energía requerida por el EIE-UIS. Le sigue el consumo de iluminación, que representa el 29%, y los equipos de cómputo, con un 14%. El restante 15% del consumo se distribuye entre los artefactos de cafetería, equipos de ofimática y otras cargas. Resulta evidente que el aire acondicionado presenta un consumo energético considerablemente superior en comparación con otras cargas según la Figura B6 .

Figura B6.

Consumos por cargas en el EIE-UIS

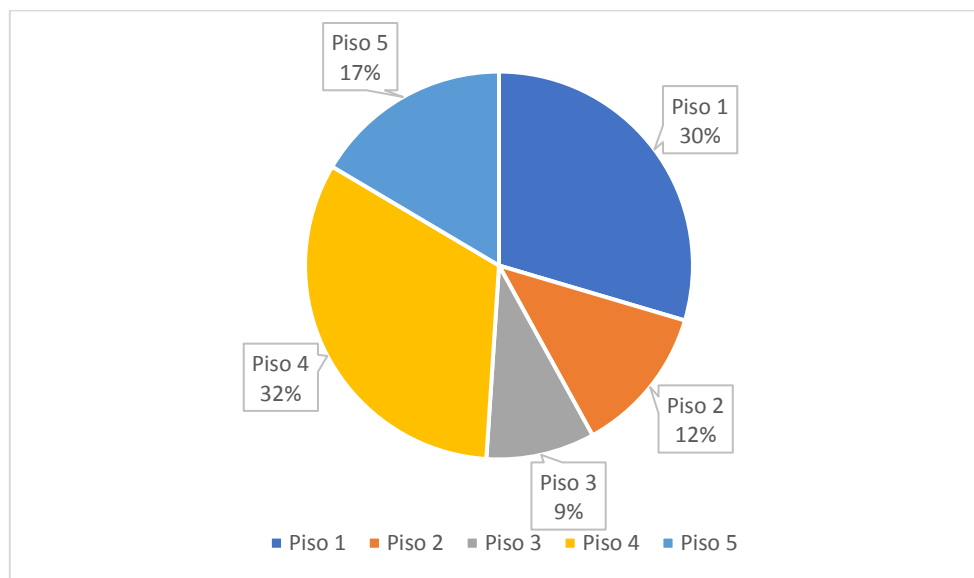


B.2.7 Consumos por pisos del EIE-UIS

El cuarto piso del EIE-UIS es el de mayor consumo de energía, debido a los aires acondicionados presentes en este piso. El primer piso también participa significativamente en el consumo de energía del edificio; la presencia de aire acondicionado y equipos de cafetería influyen en la demanda de energía de este piso según Figura B7.

Figura B7.

Consumos por pisos EIE-UIS



B.2.8 Sistema fotovoltaico del EIE-UIS

El sistema fotovoltaico del EIE-UIS se ha instalado con el propósito de abordar las necesidades medioambientales y promover la transición hacia fuentes de energía de bajas

emisiones. Además de ser principal de generación de energía solar, el sistema también se utiliza como laboratorio vivo, donde se realizan actividades de monitoreo y análisis.

El sistema permite monitorizar los paneles fotovoltaicos para estudiar su comportamiento térmico, analizar su refrigeración por irrigación forzada y explorar su interacción con vegetales y techos verdes. Además, se han implementado medidores inteligentes que registran y miden en tiempo real múltiples variables eléctricas.

Los principales componentes del sistema fotovoltaico incluyen los paneles fotovoltaicos conectados a un micro inversor, cable Engage y tableros de distribución. Es importante destacar que el sistema fotovoltaico no cuenta con banco de baterías u otro tipo de almacenamiento de energía, ya que el edificio tiene respaldo de la red eléctrica y una planta de emergencia para suplir cualquier demanda adicional.

B.2.8.1 Paneles fotovoltaicos.

El sistema fotovoltaico instalado en el EIE-UIS consta de 43 paneles fotovoltaicos con una potencia pico de 12 kW. Se espera que este sistema inyecte a la red aproximadamente 17 MWh de energía al año, tomando un promedio de 4 horas solar pico. La energía generada se utilizará para satisfacer las necesidades energéticas del propio edificio. El sistema de autogeneración permite al EIE-UIS cubrir parte de su consumo de energía, aprovechando la energía solar como fuente renovable y reduciendo así la dependencia de la red eléctrica convencional, tal como se detalla en la Tabla B8.

Tabla B8.*Paneles fotovoltaicos*

Marca	Cantidad	Potencia nominal [W]
Canadian Solar	21	255
Trina Solar	13	270
Up Solar	3	255
Jinko Solar	6	325

B.2.8.2 Micro-inversores.

Para aprovechar la energía generada por los paneles fotovoltaicos, es necesario convertir la corriente directa (DC) del sistema solar a corriente alterna (AC) que se utiliza en el edificio. Este proceso se lleva a cabo mediante el uso de micro-inversores Enphase-M250 MPPT, los cuales están conectados individualmente a cada panel fotovoltaico.

La utilización de micro-inversores presenta varias ventajas en comparación con un inversor centralizado. En primer lugar, los micro-inversores permiten mitigar los efectos negativos del sombreado parcial en el rendimiento del sistema. Además, posibilitan la monitorización individual de cada panel, lo que permite el seguimiento preciso y detallado del rendimiento de cada componente del sistema fotovoltaico; esta capacidad resulta beneficiosa para la investigación y el aprendizaje realizado en el EIE-UIS en relación con la generación de energía solar fotovoltaica

B.2.8.3 Sistema de medida avanzado AMI

El Edificio de Ingeniería Eléctrica (EIE-UIS) está equipado con un sistema de medición avanzada (AMI, por sus siglas en inglés) basado en la resolución MEM 40072/2018. Este sistema utiliza medidores avanzados de energía pertenecientes al grupo de investigación GISEL. Estos

medidores desempeñan un papel fundamental al permitir el monitoreo del estado del sistema eléctrico del edificio en tiempo real.

Los medidores avanzados de energía están conectados a la red eléctrica del edificio de manera semi-directa, utilizando transformadores de corriente para garantizar una medición precisa y segura. Este sistema de medida proporciona datos confiables y actualizados sobre el consumo de energía y otros parámetros eléctricos relevantes, lo que facilita la toma de decisiones informadas y la implantación de estrategias de eficiencia energética en el edificio.

En la Tabla B9 se destacan los equipos de medición instalados en el EIE-UIS:

Tabla B9.

Equipos de medida avanzados AMI

AcuRev2020	Acuvim IIR	PQube3
El medidor de energía avanzado AcuRev2020 es de clase 1 y permite tomar datos en tiempo real. Además, ofrece opciones de comunicación que permiten la implementación de <i>Smart Grids</i> o redes inteligentes. Los que tienen comunicación a través de RS485.	Es un medidor inteligente de alta gama, catalogado como multifunción de potencia y energía. Posee una precisión de clase 0.2S para potencia activa y clase 2 para potencia reactiva. Una de las características destacadas del Acuvim IIR es que su memoria no se afecta por	El medidor inteligente instalado en el cuarto piso del edificio de la E3T es de clase A y cuenta con una exactitud clase 0,2 según la norma ANSI C12.20, así como una exactitud de clase 0,2S según la norma IEC 62053-22, de tercera generación. Además de medir su tensión de fase y de línea, corriente, potencia activa,

AcuRev2020**Acuvim IIR****PQube3**

huecos de tensión, sobre reactiva y aparente, así como tensiones o incluso ausencia distorsiones de tensión y total de energía.

El medidor se comunica utilizando el protocolo Modbus RT y ofrece opciones de conexión a través de puertos Ethernet y RS485.

reactiva y aparente, así como distorsiones de tensión y corriente, el medidor puede medir parámetros ambientales como presión barométrica, temperatura y humedad.

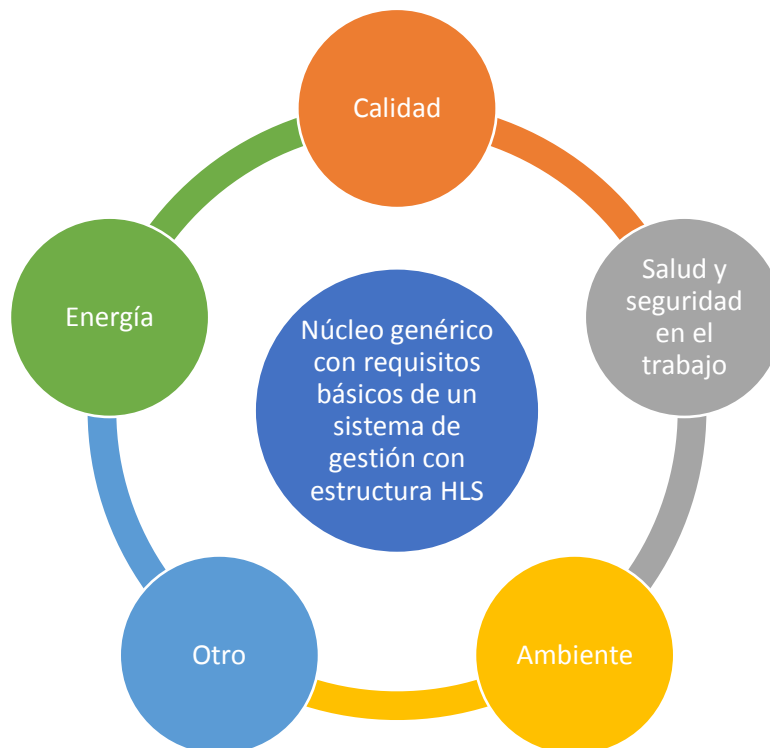
Apendice C

Sistemas de gestión del EIE-UIS

La estructura de alto nivel (HLS) sirve como elemento unificador para las organizaciones que operan con un sistema de gestión único o conocido como Sistema de Gestión Integrado. Esto significa que las organizaciones pueden aprovechar la estructura común y las definiciones compartidas para implementar y gestionar de manera eficiente tanto el sistema de gestión energética (ISO 50001) como otros sistemas de gestión, como la calidad (ISO 9001) o el ambiental (ISO 14001) Esta integración y enfoque unificado de los sistemas de gestión permite a las organizaciones optimizar recursos, compartir buenas prácticas y mejorar la eficiencia en general.

Figura C1.

Sistemas de gestión con estructura de HLS



Actualmente, la Universidad Industrial de Santander ha implementado un Sistema Integrado de Gestión que establece el protocolo en las actividades diarias para optimizar los recursos disponibles y mejorar el rendimiento, a la vez que se reducen los costes. Este sistema se divide en los subsistemas que se describen a continuación.

C.1 Sistema de gestión de la calidad: ISO 9001

Desde el año 2007, la Universidad Industrial de Santander ha adoptado el Sistema de Gestión de la Calidad basado en las normas NTC ISO 9001 y NTC GP 1000. Esta iniciativa refleja el compromiso de la universidad con la eficacia, la eficiencia, la efectividad y la mejora continua de sus procesos, en plena consonancia con su proyecto institucional.

C.2 Sistema de gestión ambiental ISO 14001

A través del Acuerdo N° 086, emitido el 16 de septiembre de 2011 por el Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander, se aprobó la Política y Objetivos del Sistema Ambiental conforme a la norma NTC ISO 14001:2004. Este importante paso ha generado una cultura de desarrollo sostenible en la institución, que se enfoca en la protección del medio ambiente, la prevención de la contaminación y la promoción del uso eficiente de los recursos. La universidad cumple con los requisitos legales y adopta voluntariamente otras medidas para salvaguardar el entorno. Asimismo, se enfoca en la educación ambiental, la minimización de los impactos ambientales significativos derivados de las actividades fundamentales de la universidad, así como de los procesos de apoyo y mejora continua.

C.3 Sistema de gestión SYSO

La Universidad Industrial de Santander se compromete activamente en promover entornos seguros, fomentar la convivencia laboral y adoptar prácticas de trabajo saludable. Así, cumple con los requisitos legales vigentes sobre riesgos laborales en las actividades misionales y en los procesos de apoyo de la institución.

Apendice D

Apoyo

La cláusula de apoyo cumple una función crucial al proporcionar soporte y estructura al SGen, siendo considerada un requisito transversal para la mejora del desempeño energético. Además, esta cláusula estará presente en la operación diaria de la E3T para fomentar la mejora continua en el desempeño energético. Asimismo, está estrechamente relacionada con la complejidad de la organización, la asignación de recursos, la competencia, la toma de conciencia, la comunicación y la documentación informativa del SGen.

D.1 Recursos

La Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001:2019 establece la responsabilidad de la E3T para determinar y proporcionar los recursos necesarios a fin de establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente el desempeño energético y el Sistema de Gestión de Energía (SGEn).

La alta dirección asume la responsabilidad de garantizar la disponibilidad de los recursos requeridos en todas las etapas, desde el establecimiento hasta la mejora continua del desempeño energético y el SGen. Estos recursos, de diferentes tipos y naturaleza, deben estar disponibles en la cantidad y calidad necesarias, según las necesidades y características de la E3T. Entre estos recursos se incluyen los materiales, habilidades específicas, tecnología, infraestructura de datos y recursos financieros.

La alta dirección tiene la facultad de delegar autoridad al equipo encargado del sistema de gestión de la energía, y debe asegurarse de que la política energética, la planificación y los planes

de acción incluyan una evaluación de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos y metas energéticas establecidos por la organización. Para los recursos humanos, el tamaño y naturaleza de la organización deben considerarse al determinar el tamaño del equipo de gestión de la energía, según los recursos disponibles.

Si bien la E3T destina recursos propios para el mantenimiento del SGEN y la mejora del desempeño energético, en algunos casos puede requerirse apoyo externo. Es importante destacar que este requisito no exige documentación específica, aunque se relaciona con los planes de acción y la revisión por parte de la alta dirección.

En conclusión, contar con los recursos necesarios es un punto de partida fundamental para lograr un SGEN eficaz.

D.2 Competencia

La E3T tiene la responsabilidad de determinar la competencia necesaria de las personas que trabajen bajo su supervisión y que afecten el desempeño energético y el SGEN. Asimismo, debe asegurarse de que estas personas sean competentes en base a la formación adecuada, capacitación, habilidades o experiencia. En caso de ser necesario, se deben tomar medidas para adquirir la competencia requerida y evaluar la efectividad de dichas acciones. Además, se debe conservar la documentación pertinente como evidencia de la competencia.

Los requisitos de competencia deben ser apropiados para las funciones, niveles y roles de las personas que desempeñan labores que afectan el rendimiento energético y el SGEN, incluyendo la alta dirección. Estos requisitos de competencia son determinados por la E3T.

La formación es uno de los métodos utilizados para lograr la competencia, aunque existen otros enfoques. Se debe fomentar a los miembros del equipo del SGEN a desarrollar, mantener y

mejorar constantemente sus conocimientos, habilidades y experiencia. En situaciones con esquemas de calificación locales, nacionales o equivalentes pertinentes, la certificación puede considerarse un factor relevante.

D.3 Toma de conciencia

Las personas que trabajen bajo el control de la E3T deben tener plena conciencia de la política energética, así como de su contribución a la eficacia del Sistema de Gestión de Energía (SGEn), incluyendo la consecución de los objetivos y metas energéticas, y los beneficios de mejorar el desempeño energético. También deben comprender el impacto que sus actividades o comportamiento pueden tener en el desempeño energético, así como las implicaciones de no cumplir con los requisitos del SGEn.

D.4 Comunicación

La E3T debe identificar las comunicaciones internas y externas relevantes para el SGEn, abordando aspectos como qué información se comunica, cuándo se comunica, a quiénes se dirige, de qué manera se comunica y quién se encarga de la comunicación.

Al establecer los procesos de comunicación, es fundamental que la E3T garantice la coherencia y confiabilidad de la información transmitida con relación a la información generada en el SGEn.

Además, la E3T debe implementar un proceso que permita a todos los miembros de la organización realizar comentarios o sugerencias para mejorar el desempeño energético. Es importante que la organización considere conservar la documentación de las mejoras sugeridas.

D.5 Información documentada

La norma ISO 50001 establece los requisitos específicos sobre la información documentada que se debe mantener o conservar. La E3T tiene la opción de desarrollar información documentada adicional si considera necesario para demostrar de manera efectiva el desempeño energético y respaldar el SGen. La información documentada proveniente de fuentes externas puede abarcar leyes, regulaciones, normas, manuales de equipos, datos climáticos, datos de apoyo y factores estáticos y variables relevantes.

D.5.1 Crear y actualizar

Para la creación y actualización de documentos del sistema de gestión de la energía de la E3T, se plantea adaptarse a la guía “GGD.01 Guía de elaboración de documentos” establecida por el Sistema de Gestión de la Universidad Industrial de Santander, donde se establecen las pautas y parámetros para la elaboración de los documentos de acuerdo con los lineamientos de la Institución y las normas aplicables según los Sistemas de Gestión

D.5.2 Control de la información documentada

Se plantea que una vez se cuente con toda la documentación del Sistema de Gestión de la energía actualizada y aprobada este disponible en la Intranet de la Universidad y que sea de fácil consulta para las partes interesadas.

Apéndice E

Operación

E.1 Planificación y control operacional

La E3T debe planificar, implementar y controlar los procesos relacionados con sus USE, necesarios para cumplir con sus requisitos e implementar las acciones determinadas en los objetivos metas y la planificación para lograrlos, mediante el establecimiento de criterios para los procesos, incluyendo la operación y el mantenimiento eficaz de las instalaciones, el equipo, los sistemas y los procesos que utilizan energía, en los cuales su ausencia puede conducir a un desvío significativo del desempeño energético previsto. Así como la comunicación de los criterios a las personas pertinentes que trabajan bajo el control de la organización. La implementación del control de los procesos según los criterios, incluyendo la operación y el mantenimiento de la información documentada como sea necesario para confiar que los procesos se han hecho según la planificación.

Así mismo la E3T debe controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acción para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario, asegurando que los procesos contratados externamente también son controlados.

La E3T debe planificar, implementar y supervisar los procesos asociados con sus USE, esenciales para cumplir con los requisitos y ejecutar las acciones establecidas en los objetivos, metas y planes con el fin de alcanzarlos. Esto se logra mediante el establecimiento de criterios para los procesos, que incluyen la operación y mantenimiento efectivo de instalaciones, equipos, sistemas y procesos que emplean energía. La ausencia de dichos criterios podría generar desviaciones significativas del rendimiento energético previsto. Es vital comunicar estos criterios

según el requisito de comunicación a las personas pertinentes que están bajo el control de la organización.

La implementación del control de los procesos debe hacerse según los criterios establecidos, incluyendo la operación y el mantenimiento de la documentación necesaria para asegurar que los procesos se hayan ejecutado según lo planificado.

Además, la E3T debe supervisar y controlar los cambios previstos, así como revisar las implicaciones de cualquier cambio no previsto. Se deben tomar medidas para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario, asegurando también que los procesos subcontratados sean controlados.

Dentro de las oportunidades de mejora del desempeño energético, existen las que tiene un costo nulo o bajo y de gran aporte al ahorro energético. Por lo general, esas oportunidades aparecen en las actividades de operación y mantenimiento relacionadas con los USE, así que la planificación y el control operacional ayudan a garantizar que los USE y los equipos y los sistemas de apoyo se operen y mantengan eficazmente.

En consecuencia, es necesario analizar y, en su caso, modificar la forma como se opera y se le da mantenimiento a los USE, para ello se propone:

Entre las oportunidades para mejorar el rendimiento energético, se encuentran aquellas que no conllevan o implican un costo significativo, pero que aportan notablemente al ahorro de energía. Estas oportunidades suelen manifestarse en las actividades de operación y mantenimiento asociadas a los USE. Por tanto, la planificación y el control operacional son clave para garantizar una operación y mantenimiento efectivos de los USE, de los equipos y sistemas de soporte.

En consecuencia, es crucial analizar y, de ser necesario, ajustar la forma en que se lleva a cabo la operación y mantenimiento de los USE. Por ello, se sugiere:

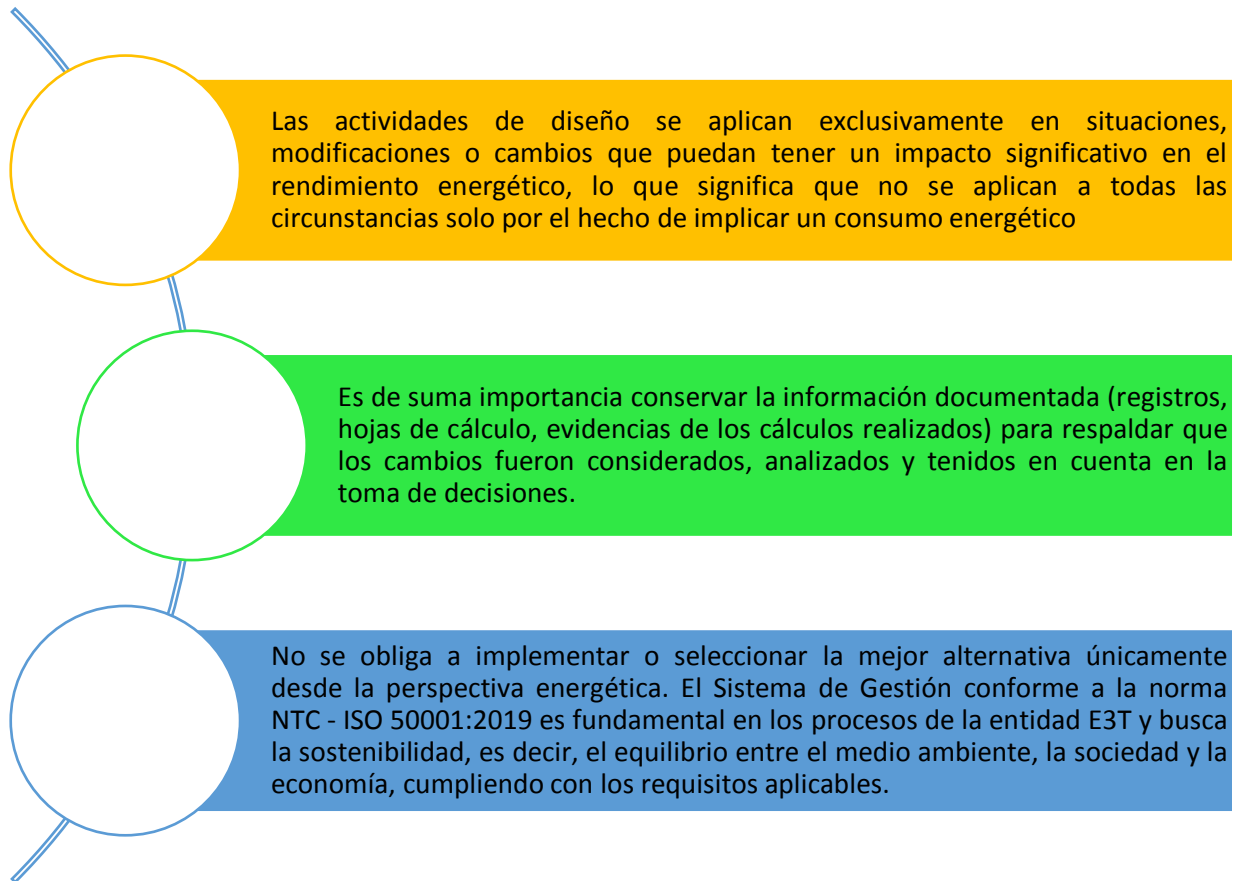


E.2 Diseño

La organización debe evaluar las oportunidades de mejorar el rendimiento energético y el control operativo en el diseño de instalaciones, equipos, sistemas y procesos que utilizan energía, ya sean nuevos, modificados o renovados, y que puedan tener un impacto significativo en su rendimiento energético durante su tiempo de vida planificado o esperado.

Cuando sea pertinente, los resultados de estas consideraciones de desempeño energético deben integrarse en las actividades de especificación, diseño y adquisición. Esta consideración del rendimiento energético a lo largo del ciclo de vida operativo no siempre requiere un análisis o una gestión completa del ciclo de vida. Este documento se aplica al diseño de instalaciones, equipos, sistemas o procesos que utilizan energía dentro del alcance y límites del SGen. En el caso de nuevas instalaciones, se deben considerar opciones que involucren técnicas y tecnologías mejoradas, energías alternativas como las renovables o fuentes de energía menos contaminantes.

Además, la organización está obligada a mantener la documentación de información relacionada con las actividades de diseño que afectan el desempeño energético, según lo establecido en los requisitos de documentación.



E.3 Adquisición

La E3T debe establecer e implementar los criterios para la evaluación del desempeño energético durante el tiempo de vida operativo planificado o esperado al adquirir productos, equipos y servicios que utilizan energía, y que se espera que tengan impacto significativo en el desempeño energético de la organización.

Al adquirir productos, equipos y servicios que utilizan energía, que tienen, o pueden tener, impacto en los USE, la E3T debe informar a los proveedores que el desempeño energético es uno de los criterios de evaluación para la adquisición.

Cuando sea aplicable, la E3T debe definir y comunicar las especificaciones para asegurar el desempeño energético del equipo y de los servicios adquiridos, la adquisición de energía.

La adquisición es una oportunidad de mejorar el desempeño energético utilizando productos y servicios que hacen uso más eficiente de la energía; y proporciona la oportunidad de trabajar con la cadena de suministro, e influenciar su comportamiento energético.

El cambio o aumento en la adquisición de energía renovable por fuera del alcance del SGen no afectan al consumo de energía ni mejora el desempeño, pero puede tener impactos ambientales positivos, eligiendo incluir la energía renovable como uno de sus criterios o especificaciones para la adquisición de energía.

CRITERIOS DE ADQUISICIÓN	Servicios	Formación Experiencia Competencia
	Equipos y productos	Uso Consumo Eficiencia
	Energía	Calidad

Apéndice F

Evaluación del desempeño

F. 1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético y del SGEN.

La E3T debe definir los aspectos que requieren seguimiento y medición para evaluar el desempeño energético y la efectividad del SGEN. Esto incluye, como mínimo, las siguientes características clave: la eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y metas energéticas, los IDEn, la operación de los USE, y la comparación entre el consumo de energía real y el esperado. Además, se deben establecer métodos apropiados para el seguimiento, la medición, el análisis y la evaluación para garantizar resultados válidos, así como determinar cuándo llevar a cabo estas actividades.

La organización debe evaluar su rendimiento energético y la efectividad del SGEN según lo planeado para la recopilación de datos. La mejora en el desempeño energético se evaluará comparando los valores de los IDEn con respecto a los correspondientes LBEn, y se debe investigar y abordar cualquier desviación significativa. Todos los resultados de la investigación y las respuestas, así como la información sobre seguimiento y mediciones, deben ser documentados.

La E3T debe establecer un procedimiento para evaluar periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales y otros relacionados con la eficiencia energética, el uso y consumo de energía, y el SGEN. La organización deberá conservar registros documentados de los resultados de estas evaluaciones y las acciones tomadas en respuesta a ellas.

La efectividad del SGEN puede demostrarse mediante mejoras en el rendimiento energético y otros resultados esperados. Esto se evidencia por mejoras en los IDEn en relación con las LBEn pertinentes a lo largo del tiempo. Sin embargo, en situaciones donde la mejora del rendimiento energético provenga de actividades no relacionadas con USE o características esenciales, se

pueden establecer IDEn y LBEn para demostrar dicha mejora. Es crucial considerar las limitaciones de los datos, como la precisión y consistencia de las mediciones, antes de sacar conclusiones en el análisis.

F. 2 Auditoría Interna

La E3T debe llevar a cabo auditorías internas de su SGen en intervalos planificados. Estas auditorías tienen como objetivo proporcionar información sobre diversos aspectos: el impacto del SGen la mejora del desempleo energético, su cumplimiento con los requisitos establecidos por la E3T para su SGen, la alineación con la política energética, los objetivos y metas energéticas de la organización, así como el cumplimiento de los requisitos de la NTC ISO 50001:2019. Además, se evaluará si el sistema está siendo implementado y mantenido de manera efectiva.

Para garantizar la efectividad de las auditorías, se debe planificar, implementar y mantener un programa de auditorías que incluya métodos, responsabilidades, requisitos de planificación e información. Este programa debe considerar la importancia de los procesos y los resultados de auditorías anteriores. Se debe definir claramente el criterio y alcance para cada auditoría, seleccionar auditores de manera imparcial, y asegurar que los resultados se comuniquen a la dirección pertinente. Además, se deben tomar las acciones apropiadas en caso de no conformidades, implementar acciones correctivas y promover la mejora continua.

Es fundamental conservar toda la información documentada como evidencia de la implementación del programa de auditoría y los resultados obtenidos. Las auditorías internas del SGen pueden ser realizadas por empleados de la E3T o por personas externas seleccionadas por

la organización, siempre y cuando trabajen bajo su representación. La independencia del auditor se puede demostrar mediante la separación de responsabilidades entre la actividad auditada y el auditor. Es importante destacar que una auditoría o evaluación energética no deben confundirse con una auditoría interna del SGEN.

F. 3 Revisión por la dirección.

La alta dirección debe llevar a cabo revisiones programadas del SGEN de la E3T para garantizar su constante idoneidad, adecuación, eficacia y alineación con la dirección estratégica de la organización. Además, la E3T debe considerar la revisión por parte de la dirección, teniendo en cuenta el estado de las acciones tomadas en revisiones anteriores, los cambios tanto internos como externos, los riesgos asociados y las oportunidades pertinentes para el SGEN, así como información sobre el rendimiento energético, incluidas las tendencias en no conformidades y acciones correctivas, los resultados de monitoreo y mediciones, auditorías, evaluaciones del cumplimiento legal y otros requisitos, junto con oportunidades para la mejora continua, incluidas aquellas relacionadas con la competencia y la política energética.

En cuanto a las entradas sobre el desempeño energético para la revisión por la dirección, estas deben abarcar el grado de cumplimiento de los objetivos y metas energéticas, el desempeño energético y las mejoras realizadas, basándose en los resultados de seguimiento y mediciones, incluyendo los IDEn y el estado de los planes de acción.

Las salidas de la revisión por la dirección deben comprender decisiones relacionadas con oportunidades de mejora continua y cualquier necesidad de cambios en el SGEN, como mejoras en el desempeño energético, la política energética, los IDEn o las LBen, objetivos y metas energéticas, planes de acción u otros elementos del SGEN, junto con acciones a tomar en caso de

no alcanzar los objetivos. Además, se deben considerar oportunidades para mejorar la integración con los procesos organizacionales, asignación de recursos, mejora de la competencia, conciencia y comunicación. Por último, la E3T debe conservar la documentación como evidencia de los resultados de las revisiones por la dirección.

La revisión por la dirección abarca todo el alcance del SGEN, aunque no es necesario revisar todos los elementos del SGEN simultáneamente, y puede llevarse a cabo a lo largo de un período de tiempo

Apéndice G

Mejora

Implica la ocurrencia durante un periodo de tiempo, pero puede incluir intervalos de interrupción. En el contexto de la mejora continua, lo que se espera es que la mejora ocurra periódicamente, en el tiempo. La frecuencia, el alcance y la escala de tiempo de las acciones que apoyan la mejora continua están determinadas por la organización, acorde a su contexto, los factores económicos y otras circunstancias.

La mejora del desempeño energético se puede demostrar de varias maneras, por ejemplo, la reducción en el consumo de energía normalizada para el alcance y los límites del SGen, el progreso hacia las metas energéticas y la gestión de los USE. Se reconoce que las mejoras se logran en las prioridades de la E3T. La mejora continua del desempeño energético incluye lo siguiente, pero no se limitan a esto:

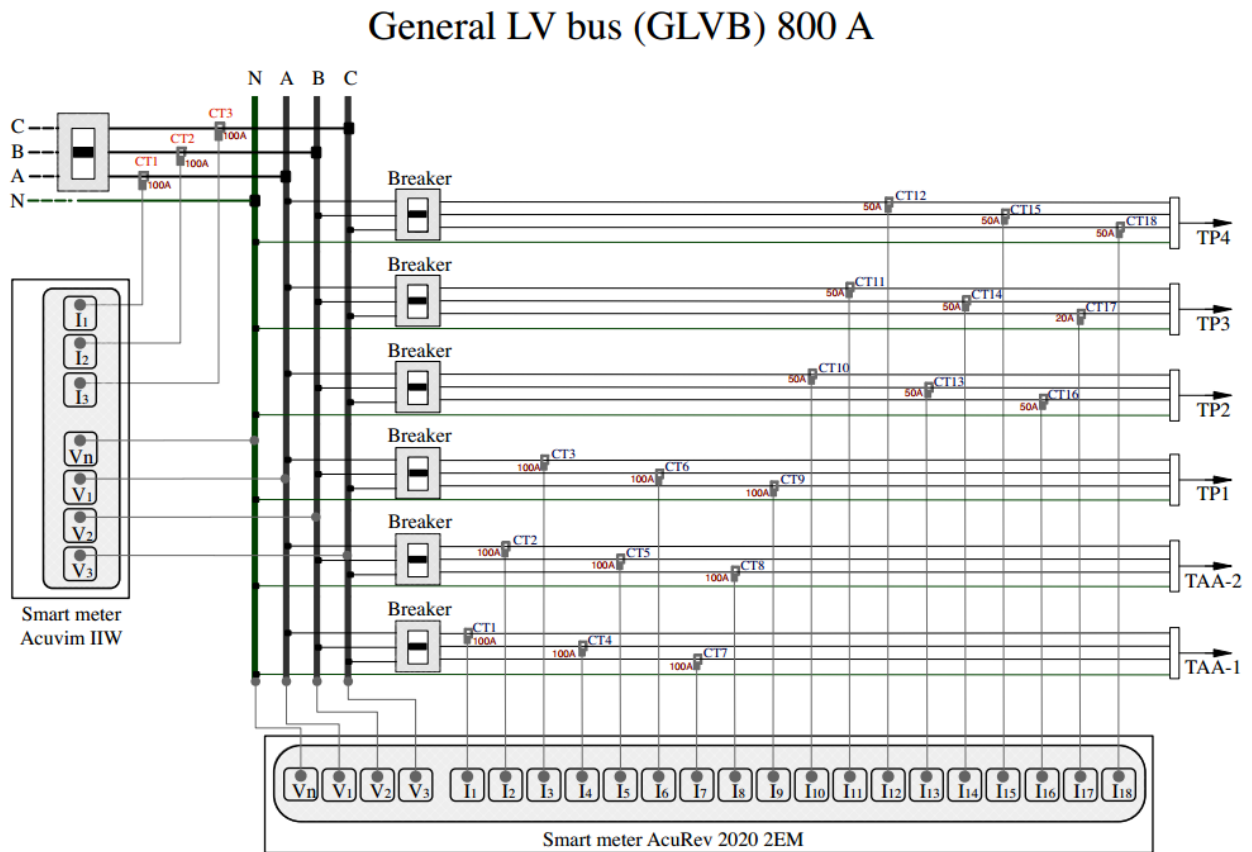
- El consumo de energía total disminuye a lo largo del tiempo, en condiciones similares,
- el consumo de energía total aumenta, pero la medida del desempeño energético, según lo define la organización, mejora; en este caso una relación simple donde hay una variable relevante y no hay carga básica.
- El equipo tiene una reducción prevista del desempeño energético, a medida que envejece. Una postergación o reducción en la curva de reducción de desempeño, debido a los controles operacionales y de mantenimiento apropiados, pueden demostrar un desempeño energético mejorado, según lo define la organización en los IDEn.

Apéndice H

Planos eléctricos

Figura H1.

Diagrama de conexión baraje general.

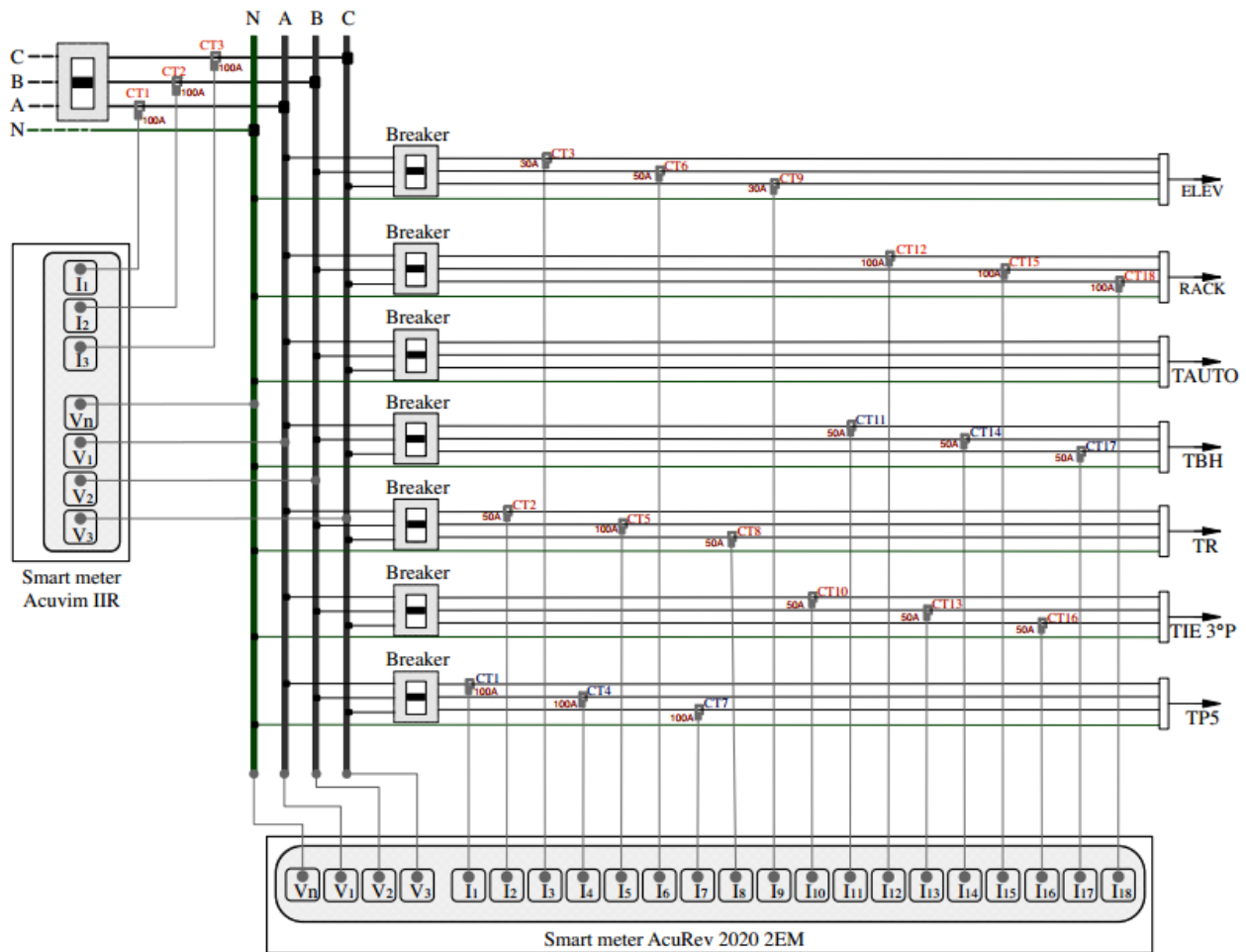


Elaborado por el ingeniero Rusber Rodríguez

Figura H2.

Diagrama de conexión baraje de emergencia.

Emergency LV bus (ELVB) 160 A



Elaborado por el ingeniero Rusber Rodríguez

Apéndice I

Factores Externos

I.1 Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026

El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia, potencia de la vida" tiene como objetivo promover el consumo eficiente de energía en el país. Para lograrlo, se establecen metas de ahorro energético en todos los sectores económicos, se fomenta la implementación de sistemas de gestión de energía y se impulsan mecanismos de financiación a través del Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FENOGE) para adelantar proyectos de eficiencia energética en edificaciones públicas.

I.2 Ley 697 de 2001 reglamentada por del Decreto Nacional 3683 de 2003

El uso racional y eficiente de la energía (URE) se define como un tema de interés social, de carácter público y que promueve la convivencia nacional. Es un enfoque integral que busca optimizar el consumo energético en todos los sectores de la sociedad, minimizando el desperdicio y maximizando la eficiencia en el uso de los recursos energéticos disponibles.

En el desarrollo de la ley correspondiente, el Ministerio de Minas y Energía adoptó la Resolución No 180919 de 2010 que establece el Plan de Acción Indicativo 2010–2015 para implementar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales (FNCE)–PROURE. Este plan incluye estrategias transversales y sectoriales cuyo objetivo principal es fomentar y promover prácticas y medidas que lleven a un uso más responsable y eficiente de la energía en el país.

El PROURE busca generar conciencia sobre la importancia del URE, así como desarrollar e implementar políticas, programas y acciones concretas que contribuyan a mejorar la eficiencia

energética en todos los ámbitos de la sociedad. Esto implica el diseño de medidas específicas para los diferentes sectores, como el residencial, comercial, industrial y transporte, con el fin de reducir el consumo de energía y promover el uso de fuentes no convencionales y renovables.

I.3 Ley 1715

La Ley 1715 pretende fomentar el crecimiento y la adopción de fuentes no convencionales de energía, sistemas de almacenamiento asociados a estas fuentes y el uso eficiente de energía, especialmente renovable, en el sistema energético nacional. Esto se realiza con el fin de impulsar un desarrollo económico sostenible, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y garantizar la seguridad en el suministro energético. Asimismo, se busca promover la gestión eficiente de la energía con los mismos propósitos mencionados anteriormente.

I.4 Reglamento Técnico de Etiquetado RETIQ

Este Reglamento Técnico entró en vigencia el 31 de Agosto de 2016, tiene por objeto establecer medidas tendientes a fomentar el Uso Racional y Eficiente de la Energía-URE, en productos que usan Energía Eléctrica y Gas Combustible como equipos de refrigeración doméstica, acondicionadores de aire para recintos, motores monofásicos y trifásicos de inducción, balastos para iluminación fluorescente y lavadoras de ropa, mediante el establecimiento y uso obligatorio de etiquetas que informen sobre el desempeño de los equipos en términos de consumo energético e indicadores de eficiencia.

I.5 Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP)

Cuando se diseña un sistema de iluminación, es fundamental tener en cuenta los niveles mínimos de iluminación establecidos por el RETILAP. Estos niveles están directamente relacionados con la actividad que se llevará a cabo en el lugar. Como la iluminación es uno de los principales consumos de energía eléctrica, es importante encontrar una solución que cumpla con los requisitos del RETILAP y, a la vez, garantizar la máxima eficiencia energética posible en el sistema de iluminación del EIE-UIS.

I.6 Resolución CREG 174 del 2021

La resolución pretende regular aspectos operativos y comerciales para facilitar la integración de la autogeneración a pequeña escala y de la generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional (SIN). Asimismo, se establecen normativas relacionadas con los procedimientos de conexión de autogeneradores a gran escala cuya potencia máxima declarada sea menor a 5 MW. Siendo el ámbito de aplicación los autogeneradores a pequeña escala conectados al SIN, así como a los agentes comercializadores o generadores que los atienden, adquieren energía de ellos o los representan, a los generadores distribuidos, y a los operadores de red y transmisores nacionales. Es importante destacar que esta resolución no es aplicable a los sistemas de suministro de energía de emergencia.

I.7 Resolución 0549 del 10 de julio del 2015

El propósito de esta resolución es establecer los porcentajes mínimos y las medidas de ahorro en agua y energía que deben cumplirse en las nuevas edificaciones. Además, busca adoptar

la guía de construcción sostenible enfocada en el ahorro de agua y energía en dichas construcciones.

I.8 Compromisos internacionales

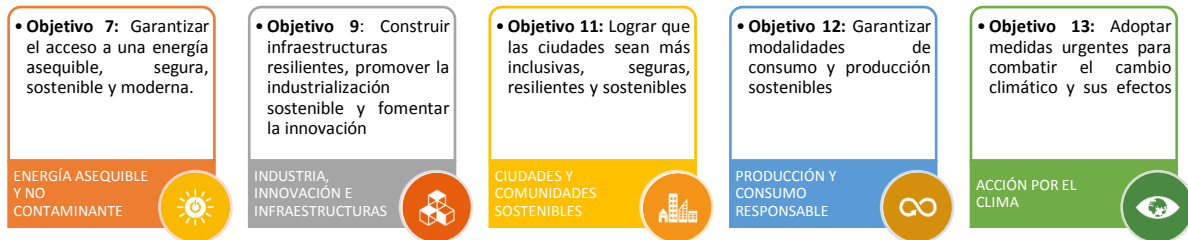
Otros aspectos externos por considerar están relacionados con las propuestas y compromisos que han asumidos los países participantes en las Conferencias de las Partes (COP) como órgano político supremo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

En este sentido, las metas establecidas por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) representan una oportunidad significativa para que los países y sus sociedades se comprometan en un nuevo camino hacia un futuro sostenible. En este camino, es crucial abordar las necesidades de los sistemas ambientales, sociales y económicos de las organizaciones, ya que desempeñan un papel fundamental en la consecución de los objetivos individuales y en la mejora de la calidad de vida de todos.

La Norma Técnica Colombiana NTC ISO 50001 actúa en sinergia con los ODS, estableciendo una conexión directa con cinco de ellos. A través de esta norma, se promueve la implementación de prácticas que permiten avanzar hacia un sistema energético más eficiente y sostenible, contribuyendo así a los ODS mostrados en la Figura I2.

Figura I2

Objetivos de desarrollo sostenible relacionados con la gestión y eficiencia en el uso de la energía.

**Retos debidos al cambio del clima**

Es innegable que el aumento de la temperatura media del planeta, causado por las emisiones de gases de efecto invernadero, está generando cambios significativos en los patrones de consumo de energía, especialmente eléctrica. El fenómeno del cambio climático se ha convertido en uno de los principales impulsores de la prolongación de las altas temperaturas más allá de la temporada estival. Esto influye directamente en el aumento del uso de sistemas de aire acondicionado y refrigeración, lo que aumenta sustancialmente la demanda de energía eléctrica.

El cambio climático provoca un escenario en el que los sistemas de climatización son cada vez más necesarios para enfrentar las altas temperaturas. Como consecuencia, se está produciendo un aumento significativo en el consumo de energía para satisfacer esta demanda creciente.

Por otra parte, aunque la matriz del sector eléctrico en Colombia presenta una característica distintiva en comparación con la mayoría de los países, y es la alta participación de la hidroelectricidad, que representa aproximadamente el 70% de la generación eléctrica. Sin

embargo, esta fortaleza también ha revelado vulnerabilidades, especialmente en relación con el fenómeno del Niño y su intensificación debido al cambio climático. Este fenómeno ha tenido un impacto significativo en la disponibilidad de agua, lo cual afecta directamente la generación hidroeléctrica.

En resumen, la gestión energética del país es altamente ineficiente, dado que la eficiencia en el uso de la energía es de apenas el 35% aproximadamente. Además de esta alta ineficiencia, un gran porcentaje de esta energía (73%) depende del uso de productos derivados de: hidrocarburos (gasolina, diésel), gas natural, leña, carbón, bagazo, gas licuado del petróleo (GLP), productos con altas emisiones de gases de efecto invernadero.

Apéndice J

Factores Internos

J.1 Personal docente, administrativo y estudiantil

Los hábitos de las personas que forman parte del EIE-UIS y su manera de utilizar la energía tienen un impacto directo en el rendimiento energético. Por esta razón, es fundamental que se brinde información y educación al personal como parte integral de cualquier estrategia orientada a modificar los hábitos de consumo energético y promover la eficiencia energética.

La concienciación y capacitación del personal desempeñan un papel clave en este proceso, ya que permiten fomentar prácticas más eficientes y responsables en el uso de la energía. Mediante la promoción de cambios en los hábitos, se busca optimizar el desempeño energético y lograr mejoras en la eficiencia energética en el ámbito del EIE-UIS.

J.2 Edificio de Ingeniería Eléctrica

El consumo energético está influenciado por diversos factores relacionados con el diseño arquitectónico y las características del edificio. Elementos como: el aislamiento térmico, los materiales utilizados, el estado general de la estructura, así como la automatización de los sistemas de refrigeración, iluminación y el aprovechamiento de la ventilación e iluminación natural, desempeñan un papel importante en este aspecto.

Un diseño arquitectónico adecuado, que incluya medidas de eficiencia energética, contribuye a minimizar las pérdidas y maximizar la eficiencia en el consumo de energía. El uso de materiales aislantes, por ejemplo, ayuda a mantener una temperatura confortable en el interior del edificio, reduciendo la necesidad de utilizar sistemas de climatización de forma excesiva.

Asimismo, la implementación de sistemas automatizados y eficientes en los sistemas de refrigeración, iluminación y ventilación permite un mejor control del consumo energético, adaptándose a las necesidades reales y evitando el mal uso de la energía.

La ventilación e iluminación natural también reducen el consumo energético, aprovechando la luz y la circulación del aire natural, reduciendo la dependencia de sistemas artificiales.

J.3 Equipos

Los equipos utilizados en el edificio de la EIE-UIS tienen un impacto directo en la demanda energética y el consumo de energía. Varios factores relacionados con estos equipos influyen en esta situación. Entre ellos se encuentran la cantidad de equipos presentes, su antigüedad, eficiencia y calidad de instalación, así como el tiempo de uso, la tecnología empleada y el mantenimiento que se les brinda.

La cantidad de equipos instalados en el edificio juega un papel significativo en la demanda energética, ya que cada equipo requiere energía para funcionar. Además, la antigüedad de los equipos puede afectar su eficiencia energética, ya que los modelos más antiguos suelen ser menos eficientes en comparación con los equipos modernos y de tecnología avanzada.

La instalación adecuada de los equipos es crucial para garantizar su máximo rendimiento energético. Un diseño e instalación correcta pueden minimizar las pérdidas de energía eléctrica y optimizar su funcionamiento.

El tiempo de uso de los equipos también influye en el consumo de energía. Cuanto más tiempo estén en funcionamiento, mayor será la cantidad de energía utilizada.

La tecnología empleada en los equipos también desempeña un papel importante en el consumo energético. Los equipos más avanzados suelen ser más eficientes y consumir menos energía en comparación con los modelos antiguos.

Por último, el mantenimiento adecuado de los equipos es necesario para garantizar su eficiencia energética a lo largo del tiempo. Un mantenimiento regular y apropiado ayuda a identificar y corregir posibles problemas que puedan afectar el rendimiento energético de los equipos.

J.4 Sistema fotovoltaico

El sistema de autogeneración fotovoltaico del EIE-UIS es mucho más que un laboratorio. Equipado con medidores avanzados, este sistema se ha diseñado para satisfacer las necesidades de generación de energía renovable con bajas emisiones. Como resultado, se inyectan aproximadamente 17 MWh/año a la red del EIE-UIS. También, se alinea con la visión de la E3T de promover la energía renovable y contribuir a un futuro más sostenible. Además de generar energía limpia, este sistema ofrece una valiosa oportunidad para la investigación y el aprendizaje en energías renovables, con acceso a datos en tiempo real, lo que permite estudiar y comprender mejor el funcionamiento de los sistemas de autogeneración fotovoltaica.

J.5 Sistema de Infraestructura de Medición Avanzada (AMI)

El Edificio de Ingeniería Eléctrica está equipado con un sistema AMI (*Advanced Metering Infrastructure*), el cual consta de medidores avanzados de variables eléctricas. Este sistema tiene una importancia especial, ya que permite la monitorización en tiempo real del estado del sistema eléctrico del edificio. Estos medidores no solo registran el consumo de energía, sino que también

proporcionan información detallada de diferentes parámetros de las variables eléctricas de tensión, corriente, potencia, frecuencia, entre otros.

Apéndice K

Metodología de riesgos

Para cumplir con este requisito, es necesario disponer de una metodología para la gestión de riesgos y oportunidades. La norma NTC 50001 no especifica una metodología en particular, lo que da la flexibilidad de elegir cualquier enfoque. En el contexto de la norma, se establecen como requisitos mínimos la identificación de riesgos y oportunidades, la planificación de acciones para abordarlos, y la evaluación de la efectividad de dichas acciones en el marco de la metodología utilizada para la gestión de riesgos y oportunidades.

K.1 Identificar

Inicialmente, existen tres fuentes principales para identificar riesgos y oportunidades, pero una vez implementado el sistema de gestión de energía, se pueden considerar cuatro fuentes. En primer lugar, es posible identificar riesgos y oportunidades a partir del contexto de la organización o mediante el análisis de la matriz FODA. Otra fuente para identificarlos son las partes interesadas involucradas en el proceso. En tercer lugar, los propios procesos de la E3T también pueden proporcionar información relevante. Además, las auditorías internas o externas desempeñan un papel importante, ya que los auditores, pueden identificar riesgos y oportunidades de manera significativa.

K.2 Evaluación del riesgo inherente /residual.

En primer lugar, se llevará a cabo un análisis del riesgo inherente, aunque la metodología también se aplica al riesgo residual. Es importante tener en cuenta que el riesgo se define como la combinación de la probabilidad y el impacto.

En una primera etapa, se utilizará una metodología propuesta que consta de cuatro niveles (bajo, medio, alto y extremo) para clasificar la probabilidad. Esta clasificación permitirá evaluar la posibilidad de que ocurra un riesgo en particular.

Una vez clasificada la probabilidad, se procederá a evaluar el impacto. Se definirán cuatro niveles (desde bajo hasta extremo) teniendo en cuenta tres criterios: el impacto regulatorio, el impacto de interrupción de la operación y el impacto sobre la reputación que pudieran afectar a la E3T. En la Tabla K1 se muestra el resumen de la valoración del análisis de riesgo que debe realizarse para los tres criterios establecidos en la NTC ISO 50001:2019.

Tabla K1

Criterios de valoración del análisis del riesgo

Valor	Nivel	Probabilidad
1	Bajo	La probabilidad de ocurrencia es baja, casi nula, ya que no hay recuerdo de que haya sucedido antes. Sin embargo, podría ocurrir en situaciones extremadamente especiales. Su probabilidad se encuentra en el rango del 0 al 25%.
2	Medio	La probabilidad de ocurrencia es moderada, con una periodicidad en su aparición. Eventos similares ya han ocurrido de forma esporádica en el pasado. Existe la posibilidad de que se produzca bajo ciertas circunstancias. Su probabilidad se sitúa en un rango del 26 al 50%.
3	Alto	La probabilidad de ocurrencia es muy alta, ya que ocurre con frecuencia. Eventos similares ya han ocurrido en varias ocasiones en el pasado. Es probable que ocurra en la mayoría de las circunstancias. Su probabilidad es del 51 al 75 %.
4	Extremo	La probabilidad de ocurrencia es elevada, ya que ocurre muchas veces. Eventos similares han ocurrido varias veces o con mucha frecuencia. Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias. Su probabilidad se encuentra en un rango del 76 al 100%.

A continuación, en la Tabla K2 se muestra la matriz de valoración para los tres criterios (regulatorio, continuidad de la operación y reputacional) establecidos por la Norma NTC ISO 50001:2019 para la E3T

Tabla K2

Matriz de valoración de los de la Norma NTC ISO 50001:2019 para la E3T

Valor	Nivel	Impacto regulatorio	Continuidad de la operación	Impacto reputacional
1	Bajo	No hay posibilidad de multa o sanción, ya que las actividades afectadas no están sujetas a supervisión por parte de la E3T.	El impacto puede ser asimilado por las actividades normales de la operación en un día, teniendo costos mínimos.	La exposición de la imagen es únicamente interna y limitada
2	Medio	Posibilidad de multa o sanción	El impacto afecta la operación durante aproximadamente una semana.	La exposición de la imagen es interna con potencial para trascender exteriormente
3	Alto	La probabilidad de recibir una multa o sanción por una falla grave es alta.	El impacto afecta la operación en un horizonte mayor a un mes, lo que resulta en un alto costo debido a la interrupción.	La exposición de la imagen es tanto interna como externa, lo que significa que tiene un potencial de impacto alto tanto dentro como fuera de la organización.
4	Extremo	Existe una alta posibilidad de recibir una multa o sanción por una falta muy grave, e incluso puede haber consecuencias más severas, como el cierre del edificio u otras medidas punitivas.	Interrupción total o significativa de las operaciones de la E3T, el costo de interrupción es muy alto.	Existe una exposición total de la imagen organizacional debido a un mal manejo de situaciones de crisis, lo cual tendría un impacto negativo prolongado en la organización.

Una vez que se han clasificado tanto la probabilidad como el impacto de los criterios, se pueden calcular el nivel de riesgo utilizando las Tablas K1 y K2. Esto se logra multiplicando uno de los cuatro niveles de probabilidad por uno de los cuatro niveles de impacto. Por ejemplo, si la probabilidad es alta y el impacto es medio, el riesgo resultante será extremo, tal como se muestra en la Figura K1 y así sucesivamente.

Figura K1

Nivel de riesgos

Impacto	A	A	E	E
	M	M	A	E
	B	M	M	A
	B	B	M	A
	Probabilidad			

K.3 Acciones

Una vez clasificado el nivel de cada uno de los riesgos, se podrán tomar decisiones y acciones adecuadas para gestionarlos. Esto puede incluir la implementación de medidas de mitigación, la asignación de recursos para abordar los riesgos más significativos y el establecimiento de planes de contingencia para ser reportados a la alta dirección de la E3T.

Es importante destacar que estas acciones son una propuesta general y los detalles específicos, así como su aplicabilidad, pueden variar según el contexto y los requisitos particulares de cada situación. Además, se aplica tanto al riesgo inherente como al residual. La Figura K2

presenta las acciones que se deben acometer, de acuerdo con el nivel de riesgo establecido y el impacto de este.

Figura K2.

Acciones a acometer de acuerdo con el nivel de riesgo establecido

Nivel de riesgo	Acciones
Riesgo Bajo	Se administra con procedimientos rutinarios. Los riesgos son controlados con seguimiento. No se requiere aprobación de un presupuesto específico.
Riesgo Medio	Debe ser administrado con procedimientos normales de control, con atención periódica, seguimiento mensual.
Riesgo Alto	Se requiere atención rápida. Planes de tratamiento requeridos, implementados y reportados al equipo del sistema de gestión de la energía.
Riesgo Extremo	Se requiere acción inmediata. Planes de tratamiento y aprobación de un presupuesto requerido, implementados y reportados a la alta dirección de la E3T.

K.4 Evaluación del diseño de control

Después de definir las acciones, se procede a evaluar el diseño de control de las acciones implementadas, utilizando tres criterios de control.

El primer criterio es el nivel de automatización, que varía entre control manual, semiautomático y control automático. El control manual implica que una persona es responsable de la supervisión y es sólo operativo. El control semiautomático implica la combinación de un software y un operario en la supervisión. El control automático, por otro lado, no requiere de un operario para su ejecución.

El segundo criterio es el objetivo del control, que indica qué tan efectivo es en la mitigación del riesgo. Puede ser evaluado como no mitigado, mitigado parcialmente o mitigado totalmente.

Por último, el tercer criterio es la definición del control, que se centra en la actividad específica, el periodo de implementación y la persona responsable de su ejecución.

La calificación total del diseño será simplemente la suma de los números asignados en automatización, objetivo y definición. Esto permitirá evaluar la eficacia y calidad del sistema de control implementado. La calificación mínima que se puede obtener es 3, ya que se asigna 1 punto para control, 1 punto para objetivo y 1 punto para diseño. Por otro lado, la calificación máxima es de 9, con 3 puntos asignados para cada criterio de control. Esto resulta en tres niveles de calificación para el diseño de control: débil, moderado y fuerte, como se muestra en la Tabla K3.

Tabla K3.

Calificación del diseño del control

AUTOMATIZACIÓN	
Control manual	1
Control semiautomático	2
Control automático	3
OBJETIVO	
El control no mitiga el riesgo	1
El control mitiga el riesgo parcialmente	2
El control mitiga el riesgo	3
DEFINICIÓN	
No se han definido actividad, periodicidad, evidencia y responsables	1
Se han definido parcialmente actividades, periodicidad, evidencia y responsable	2

Se ha definido actividad, periodicidad, evidencia y responsable.	3
CALIFICACIÓN DEL DISEÑO	
3	Débil
De 4 a 6	Moderado
De 7 a 9	Fuerte

K.5 Evaluación de la ejecución de control

La próxima evaluación del control se centrará en la ejecución, enfocándonos en dos criterios principales: la operatividad y la autoevaluación. Se establecerán tres niveles de control: débil, moderado y fuerte, basados en el historial de desviaciones respecto al criterio de operatividad, así como en la frecuencia y rigurosidad de la autoevaluación del control, y la presencia o ausencia de observaciones, como se detalla en la Tabla K4.

Tabla K4

Evaluación de la ejecución de control

Criterios	Nivel de Control		
	Débil (1)	Moderado (2)	Fuerte (3)
Operatividad	Históricamente se presentan continuas desviaciones del control	Históricamente se presentan muy pocas desviaciones del control	Históricamente no se han desviado del control.
Autoevaluación del control	El control nunca ha sido autoevaluado	El control ha sido autoevaluado con alguna frecuencia	El control es autoevaluado regularmente y no ha sido objeto de observación por ningún área de control.

Del mismo modo, la suma del nivel de control de la operatividad y el nivel de la autoevaluación generará un valor comprendido entre 2 y 6. Según lo indicado en la Tabla K5, este valor determinará una clasificación de diseño débil, moderado o fuerte.

Tabla K5

Calificación del diseño

Calificación del diseño	
De 0 a 2	Débil
De 3 hasta 4	Moderado
De 5 hasta 6	Fuerte

K.6 Estrategias

Una vez evaluado el riesgo residual se utiliza la misma metodología aplicada al riesgo inherente. Si tras los controles el riesgo es alto o extremo, se debe realizar un plan de acción proporcional al nivel del riesgo identificado, aplicando una estrategia para evitar, reducir o mitigar, transferir o aceptar el riesgo, indicando cuándo y que se debe hacer en la materialización de un riesgo inherente. La Tabla K6 muestra las estrategias que se deben seguir una vez se ha evaluado el riesgo residual.

Tabla K6.

Estrategias

Estrategia	¿Qué hacer?	¿Cuándo?
Evitar	Dejar de realizar la actividad ligada al riesgo	El beneficio de implementar un control es menor al costo de la materialización del riesgo inherente.

Estrategia	¿Qué hacer?	¿Cuándo?
Mitigar o reducir	Disminuir la probabilidad de ocurrencia e impacto.	El beneficio de implementar un control es mayor al costo del riesgo inherente y la E3T se encuentra en capacidad de tratar el riesgo presentado.
Transferir	Transferir a un tercero la gestión del riesgo o enfrentar las pérdidas originadas	El beneficio de implementar un control es mayor al costo del riesgo inherente y un tercero tiene mayor capacidad para tratar el riesgo que se presenta.
Aceptar	Conservar el riesgo en su presente nivel o sea alto o extremo	El riesgo asociado a la actividad está dentro de los límites permitidos; no obstante, es necesario mantener una monitorización permanente, ya que puede cambiar el nivel de riesgo con el tiempo.
No aplica		

Apéndice L

Metodología oportunidades

La metodología de oportunidades consta de tres fases: identificación de oportunidades, evaluación de las oportunidades y establecimiento del plan de acción.

L.1 Identificación de oportunidades.

Para identificar oportunidades, al igual que con los riesgos, se puede recurrir al contexto de la organización mediante el uso de la Matriz FODA. Además, se puede aprovechar el aporte de las partes interesadas, los procesos existentes y las futuras auditorías externas e internas.

L.2 Evaluación de oportunidades

Para la evaluación de la oportunidad, se considerará una probabilidad de cuatro niveles, que van desde improbable, moderado, probable, hasta casi certera, como se describe en la Tabla L1

Tabla L1.

Probabilidad de ocurrencia

Categoría	Valor	Descripción
Casi certeza	4	Es una oportunidad con una probabilidad de ocurrencia muy alta, es decir, hay cierta certeza de que se materializará durante el semestre en curso, con una probabilidad estimada entre el 91 % y el 100 %.
Probable	3	Se trata de una oportunidad con una probabilidad de ocurrencia alta, lo que significa que existe entre un 61 % y un 90 % de probabilidad de que se materialice durante el semestre en curso
Moderado	2	Se trata de una oportunidad con una probabilidad de ocurrencia media, lo que significa que existe entre un 31 % y un 60 % de seguridad de que esta se presente en el semestre en curso.

Improbable	1	Se trata de una oportunidad con una probabilidad de ocurrencia baja, lo que implica que existe entre un 1 % y un 30 % de seguridad de que se presente en el semestre en curso.
-------------------	---	--

También se realizará un cálculo del impacto de la oportunidad para obtener un nivel de impacto, el impacto se clasificará en cuatro niveles: menores, moderados, mayores y excelentes. Esta clasificación considerará su influencia en la imagen positiva de la E3T, así como el ahorro de energía o el aumento de la eficiencia energética, tal como se muestra en la Tabla L2.

Tabla L2

Impacto

Categoría	Valor	Descripción
Excelentes	4	Es una oportunidad cuya materialización conlleva beneficios significativos en ganancias reputacionales y ahorro sustancial en el consumo energético en la E3T.
Mayores	3	Se trata de una oportunidad cuya materialización puede generar un aumento en la mejora del desempeño energético, lo que tendrá un impacto significativo en el presupuesto y/o mejorará considerablemente la imagen pública de la E3T.
Moderadas	2	Se trata de una oportunidad cuya materialización puede generar un aumento en la mejora del desempeño energético, con un impacto moderado en el presupuesto y/o comprometiendo de manera moderada y positiva la imagen pública de la E3T.
Menores	1	Se trata de una oportunidad cuya materialización puede generar un aumento en el desempeño energético o ahorro, con un impacto menor en el presupuesto y/o comprometiendo favorablemente de manera leve la imagen de la organización.

Una vez definido la probabilidad y el impacto de la oportunidad se calcula el nivel de oportunidad con el producto o la combinación de ambos valores como se aprecia en la Tabla L3.

Tabla L3.*Nivel de oportunidad*

		Probabilidad			
		Improbable	Moderado	Probables	Casi Certeza
Impacto	Excelentes	Alto	Alto	Extremo	Extremo
	Mayores	Moderado	Moderado	Alto	Extremo
	Moderadas	Bajo	Moderado	Moderado	Alto
	Menores	Bajo	Bajo	Moderado	Alto

L.3 Plan de acción

Después de evaluar la oportunidad, teniendo en cuenta los niveles de probabilidad e impacto, se procederá a tomar decisiones. En el caso de una oportunidad con un nivel bajo o moderado de probabilidad e impacto, no sería muy conveniente implementar un plan de acción. Sin embargo, para oportunidades con un nivel alto o extremo, sería recomendable desarrollar un plan de acción. Esto implica gestionar los recursos, delegar responsabilidades y poner en marcha lo planificado.

Apéndice M

Líneas base energéticas

M.1 Línea de base energética para el circuito TP1

Para calcular la línea base energética, se emplea la metodología de línea base normalizada. En primer lugar, se identifica un periodo estable para la recopilación de datos, durante el cual no se registraron anomalías académicas ni recesos estudiantiles, conocido como periodo de tiempo representativo o estático. Posteriormente, se utiliza la función "Análisis de Datos" de Excel para realizar una regresión lineal de dos variables. En esta regresión, el consumo diario promedio del circuito TP1 se considera como la variable dependiente, mientras que el perfil de ocupación diario del edificio se toma como la variable independiente, con un nivel de confianza del 95%.

El programa Excel calcula la regresión lineal, proporcionando la medida de confiabilidad de los datos mediante el coeficiente de determinación (R^2), siendo deseable que sea mayor a 0.7. Además, se obtienen los coeficientes para el intercepto y la ocupación. La línea base se representa mediante la siguiente ecuación, la cual describe que para satisfacer las necesidades de ocupación se requieren 0.011 kWh/día. Independientemente de si el edificio está ocupado o no, existe un consumo fijo de 0.230 kWh/día, correspondiente a la energía utilizada por las cargas conectadas al circuito TP1, como iluminación, extractores, refrigeración, entre otros.

La regresión lineal revela un coeficiente de determinación ajustado (R^2) del 47,1%, mostrando la relación entre el consumo de energía del circuito TP1 y las cargas de cada aula en el primer piso. Estas cargas incluyen elementos como luminarias, extractores de aire, proyectores, computadoras, televisores, centro de estudio y salas individuales.

La Ecuación M1 presenta la expresión de la línea base del circuito TP1. Además, la Tabla M1 presenta las estimaciones realizadas para determinar la línea base energética de este circuito.

$$LB_{TP1} = 0,011 * Ocupación + 0,230 \text{ (M1)}$$

Tabla M1

Determinación de la línea de base energética del circuito TP1

LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA TP1								
Resumen								
Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple					0,686			
Coefficiente de determinación R ²					0,471			
R ² ajustado					0,471			
Error típico					0,413			
Observaciones					8190			
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1,000	1243,713	1243,713	7282,263	0,000			
Residuos	8188,000	1398,401	0,171					
Total	8189,000	2642,115						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,230	0,006	40,673	0,000	0,219	0,241	0,219	0,241
Ocupación	0,011	0,000	85,336	0,000	0,010	0,011	0,010	0,011

M.2 Línea de base energética circuito RACK

No se evidencia una relación entre el consumo de energía de los racks y el índice de ocupación del edificio, ya que el consumo es prácticamente constante durante las 24 horas del día. Esta situación se refleja en un coeficiente de determinación ajustado (R²) igual a 0. Por tal razón

el IDEn para el circuito RACK se debe tomar como el valor de energía medido. La Tabla M2 presenta las estimaciones realizadas para determinar la línea base energética del RACK.

Tabla M2.

Determinación de la línea de base energética del circuito RACK

LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA RACK								
Resumen								
Estadísticas de la regresión								
Coeficiente de correlación múltiple					0,001			
Coeficiente de determinación R ²					0,000			
R ² ajustado					0,000			
Error típico					0,075			
Observaciones					8251,000			
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1,000	0,000	0,000	0,009	0,925			
Residuos	8249,000	45,992	0,006					
Total	8250,000	45,992						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,267	0,001	249,682	0,000	0,265	0,269	0,265	0,269
Ocupación del edificio	0,000	0,000	0,094	0,925	0,000	0,000	0,000	0,000

M.3 Línea de base energética circuito TP5

Teniendo en consideración el horario laboral del personal administrativo, que comprende desde las 7:00 a.m. hasta las 6:00 p.m., con una densidad de ocupación menor a 6,5 personas por cada 100 metros cuadrados, se llevará a cabo un análisis de regresión lineal para determinar la línea de base energética para este escenario. La Tabla M3 presenta las estimaciones realizadas para

determinar la línea base energética del circuito TP5. Del análisis, se obtiene una correlación del 29 % entre el patrón de ocupación y el consumo de energía en el cuarto nivel del edificio, lo que resulta en la línea de base energética presentada en la Ecuación M2.

$$LB_{TP5} = 0,001 * Ocupación + 0,167 \text{ (M2)}$$

Tabla M3

Determinación de la línea de base energética del circuito TP5

LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA TP5					
Resumen					
<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente de correlación múltiple				0,538	
Coefficiente de determinación R ²				0,290	
R ² ajustado				0,290	
Error típico				0,058	
Observaciones				8247,000	

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1,000	11,498	11,489	3365,629	0,000
Residuos	8245,000	28,146	0,003		
Total	8246,000	39,636			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,167	0,001	218,527	0,000	0,165	0,168	0,165	0,168
Ocupación del edificio	0,001	0,000	58,014	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001

M.4 Línea de base energética circuito TAA- 1

A partir del análisis de la correlación lineal entre el consumo de energía de los aires acondicionados en los salones 401 y 406, se ha obtenido una línea base energética con un 14 % de

la variabilidad de los datos. Esta situación puede estar relacionada posiblemente con la baja utilización de los aires acondicionados, dado que en determinadas épocas de año, las aulas ofrecen un adecuado confort térmico gracias a la ventilación natural y el sistema de extracción de aire que contribuye a reducir la temperatura en las aulas. En este caso la temperatura ambiente es el factor más relevante en el consumo de energía de los aires acondicionados.

La Tabla M4 presenta las estimaciones realizadas para determinar la línea base energética del circuito TAA-1. Y la expresión de la línea de base energética de este circuito es la presentada en la siguiente Ecuación M3

$$LB_{TAA-1} = 0,130 * \text{Horas de uso} + 0,080 \text{ (M3)}$$

Tabla M4.

Determinación de la línea de base energética del circuito TAA-1

LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA TAA-1								
Resumen								
Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple					0,380			
Coefficiente de determinación R ²					0,144			
R ² ajustado					0,144			
Error típico					0,230			
Observaciones					8239			
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1,000	73,319	73,319	1389,714	0,000			
Residuos	8237	434,573	0,053					
Total	8238	507,892						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,080	0,003	27,166	0,000	0,075	0,086	0,075	0,086
Horas de uso	0,130	0,003	37,279	0,000	0,123	0,136	0,123	0,136

M.5 Línea de base energética circuito TIE 3ºP

Tras el análisis de los datos de este circuito, se ha evidenciado la inexistencia de una relación entre el consumo energético del circuito TIE 3ºP y el perfil de ocupación del edificio. Por consiguiente, se considera un factor estático y su IDEn será establecido como el valor de la energía medida la Tabla M5 presenta las estimaciones realizadas para determinar la línea base energética de este circuito.

Tabla M5

Determinación de la línea de base energética del circuito TIE 3ºP

LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA TIE 3ºP								
Resumen								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple					0,074			
Coefficiente de determinación R ²					0,005			
R ² ajustado					0,005			
Error típico					0,089			
Observaciones					8190			
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1,000	0,358	0,358	44,893	0,000			
Residuos	8188	65,309	0,008					
Total	8189	65,667						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,126	0,001	98,153	0,000	0,123	0,128	0,123	0,128
Ocupación del edificio	0,000	0,000	-6,7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

M.6 Línea de base energética circuito TP3

Del análisis de los datos de consumo del circuito TP3 se obtiene una variabilidad del consumo del circuito TP3 y la ocupación del edificio del 51,7 %, lo que resulta en la línea de base energética presentada en la siguiente Ecuación M4. Por otra parte, la Tabla M6 se presentan las estimaciones realizadas para determinar la línea base energética de este circuito.

$$LB_{TP3} = 0,003 * \text{Horas de uso} + 0,035 \text{ (M4)}$$

Tabla M6

Determinación de la línea de base energética del circuito TP3

LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA TP3								
Resumen								
Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple					0,719			
Coefficiente de determinación R ²					0,517			
R ² ajustado					0,517			
Error típico					0,094			
Observaciones					8190			
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1,000	77,306	77,306	8775,277	0,000			
Residuos	8188	72,133	0,009					
Total	8189	149,439						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,035	0,001	27,300	0,000	0,033	0,038	0,033	0,038
Ocupación del edificio	0,003	0,000	93,676	0,000	0,033	0,003	0,003	0,003