

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL.

Título: Mejora del Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” mediante la herramienta informática Efigest.



Autora: Laura C. Tamayo Lima.

Tutores: Dra. C Ing. Jenny Correa Soto.

Ing. Dainery Ramos Capote.

Cienfuegos, 2023.

Pensamiento

“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad”

Albert Einstein.

Dedicatoria

A mi madre y mi hermana por siempre guiarme en todo
momento.

Agradecimientos

A mi madre y mi hermana por ayudarme a ser la persona que soy hoy en día, por su apoyo en todo momento, a mi pareja Mayara por estar a mi lado y apoyarme en toda esta etapa, a mis profesores y en particular a mi profesora Kirenia por haber desempeñado un bonito papel como guía en el camino hacia cumplir nuestras metas, por último, pero no menos importante a mi tutora Jenny Correa por su paciencia, apoyo, y por el aprendizaje aportado durante todo este tiempo.

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo general mejorar el Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” mediante la herramienta informática EfiGest. Para ello se hace una revisión bibliográfica referida a las temáticas de situación energética contemporánea y de América Latina y el Caribe, el uso de la energía en Cuba y su estado actual, Eficiencia Energética, datos actualizados del uso de la energía y situación energética en Cuba, el Sistema de Gestión Energética en refinerías de petróleo a nivel mundial y de Cuba en particular, así como información necesaria para su correcto manejo; recopilación de datos mediante las Tecnologías de la Información y la Comunicación sobre Sistemas de Gestión de la energía tanto internacionales como nacionales. Se emplean las medidas pertinentes para dar cumplimiento al objetivo general mediante la propuesta de una herramienta informática en función de lograr la mejora en la Gestión de la Energía con la puesta en habilidad de herramientas tales como el Método de Solución de Problemas del ingeniero industrial adoptando así las técnicas necesarias para poner en práctica la metodología QFD que brinde los requerimientos técnicos para la implementación del software.

Palabras claves: Sistema de Gestión de la Energía, función de mejora, QFD, requerimientos técnicos, software, herramienta.

Summary

The general objective of this research is to improve the Energy Management System in the “Camilo Cienfuegos” Oil Refinery using the EfiGest computer tool. For this, a bibliographic review is carried out referring to the themes of the contemporary energy situation and of Latin America and the Caribbean, the use of energy in Cuba and its current state, Energy Efficiency, updated data on the use of energy and energy situation in Cuba. , the Energy Management System in oil refineries worldwide and in Cuba in particular, as well as information necessary for its correct management; data collection through Information and Communication Technologies on both international and national energy management systems. The pertinent measures are used to comply with the general objective through the proposal of a computer tool in order to achieve improvement in Energy Management with the implementation of tools such as the Problem Solving Method of the industrial engineer, thus adopting the techniques necessary to put into practice the QFD methodology that provides the technical requirements for the implementation of the software.

Keywords: Energy Management System, improvement function, QFD, technical requirements, software, tool.

Índice

Resumen	7
Introducción.....	1
Capítulo 1: Marco Teórico Referencial	5
1.1 Introducción.....	5
1.2 Situación energética contemporánea.....	6
1.2.1 Reseña internacional	6
1.2.2 Situación energética de América Latina y el Caribe	7
1.3 Uso de la energía en Cuba y su estado actual	10
1.3.1 Situación energética en Cuba	11
1.4 La eficiencia energética.....	15
1.5 Sistema de Gestión Energética	15
1.6 La NC - ISO 50001: 2019.....	18
1.6.1 Enfoque de la NC - ISO 50001	21
1.7 Gestión de la energía en Refinerías de Petróleo a nivel mundial	22
1.7.1 Gestión de la energía en Cuba	25
1.8 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y la Gestión de la energía	28
1.8.1 TICs internacionales de Gestión de la energía	28
1.8.2 TICs nacionales de Gestión de la energía	29
1.9 Conclusiones parciales del capítulo	31
Capítulo 2: Propuesta para la mejora del Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”.	32
2.1 Introducción.....	32
2.2 Características fundamentales de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”	32
2.3 Metodología de solución de problemas del ingeniero industrial	35
2.4 Aplicación de la metodología para la solución de problemas	37
2.4.1 Definición y análisis del problema	37
2.4.2 Análisis, selección y diseño de la solución	39
2.4.3 Antecedentes de la Metodología QFD	39
2.4.4 Ventajas de la Metodología QFD	41
2.5 Pasos a seguir para la construcción de la matriz QFD	43
2.6 Aplicación del método Despliegue de la Función Calidad en el diseño de una herramienta informática para la mejora del Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería.....	46
2.7 Validación del diseño mediante pruebas funcionales	53

2.8 Conclusiones parciales del capítulo	56
Capítulo 3: Validación de la herramienta EfiGest para el Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos.....	57
3.1 Introducción	57
3.2 Situación actual en la empresa	57
3.2.1 Reglas del negocio	57
3.3 Preparación previa	58
3.4 Contexto de la Organización	60
3.4.1 Comprensión de la organización y su contexto	60
3.4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	60
3.4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de la energía	63
3.4.4 Sistema de gestión de la energía	63
3.5 Liderazgo	64
3.5.1 Liderazgo y Compromiso	64
3.5.2 Política energética	66
3.5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización	67
3.6 Planificación	68
3.6.1 Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades	68
3.6.2 Objetivos, metas energéticas y la planificación para lograrlos	70
3.6.3 Al planificar cómo alcanzar sus objetivos y sus metas energéticas, la organización debe establecer y mantener planes de acción que incluyan:	71
3.6.4 Revisión energética	72
3.7 Apoyo	73
3.7.1 Recursos	73
3.7.2 Competencia	74
3.7.3 Toma de conciencia	74
3.7.4 Comunicación	76
3.7.5 Información documentada	77
3.8 Operación.....	77
3.8.1 Planificación y control operacional	77
3.8.2 Diseño	79
3.8.3 Adquisición	80
3.9 Evaluación del desempeño	82
3.9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético y del SGEN	82

3.9.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos	82
3.9.3 Auditoría interna	83
3.9.4 Revisión por la dirección	84
3.10 Mejora	84
3.10.1 No conformidad y acción correctiva	84
3.10.2 Mejora continua	86
3.11 Conclusiones parciales del capítulo	86
Conclusiones generales	87
Recomendaciones	88
Bibliografía	89
Anexos	91

Introducción

Las tecnologías engloban cada vez más el mundo de la información, constituyendo un factor de cambio en la sociedad debido a las grandes ventajas que brinda el uso de este tipo de tecnología. Un ejemplo de ello es el significativo ahorro de recursos financieros, energéticos y humanos, ya sea en un proceso industrial o en el sector de los servicios, por lo que es inevitable un crecimiento económico en sus ingresos y servicios, además de poder transformar estos recursos en nuevas inversiones con el objetivo de alcanzar un mayor perfeccionamiento y desarrollo (Gómez, 2016). La eficiencia energética como parte integrante del nuevo modelo de desarrollo de carácter sustentable es fundamental para la preservación, uso y consumo racional de los recursos energéticos en beneficio de la sociedad y por tanto expresión de una concepción ética en la justa distribución de los recursos energéticos del planeta en resguardo de las generaciones presentes y futuras (León, 2016).

Los portadores energéticos como recursos naturales no renovables con sus precios en constante aumento y una mayor sensibilidad frente a cuestiones medioambientales, son recursos cada vez más valiosos. Esto representa un desafío considerable para los sectores en donde incide de manera decisiva el manejo de un gran volumen de energía, la máxima disponibilidad y una reducción permanente de los costos con eficientes niveles de producción en las industrias de procesos y las manufactureras, así como las construcciones para fines determinados. En estos sectores el tema ahorro de energía es cuestión permanente a tratar (León, 2016)

Las irregularidades de los portadores energéticos en los procesos industriales y de servicio y el no eficiente sistema de control sobre ellos exige de una nueva herramienta que permita esta corrección, lográndose con el Sistema de Gestión Energética (SGEn). Pero, ¿dónde hay que actuar?, ¿qué medidas son necesarias para aprovechar mejor el mayor potencial? Y una vez implementada la medida correspondiente, ¿cómo se reconoce y documenta su eficacia?, todas estas interrogantes tienen solución y respuesta aplicando la norma para la gestión energética ISO 50 001.(León, 2016)

Esta norma brinda a las organizaciones los requisitos para los Sistemas de Gestión de Energía (SGEn). ISO 50 001 proporciona beneficios para las organizaciones grandes y pequeñas, en los sectores público y privado, en la manufactura y los servicios, en todas las regiones del mundo. ISO 50001 establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales, institucionales y gubernamentales, y organizaciones enteras para gestionar la energía. (Cuba. ISO, 2019)

Cuba adopta esta norma en diciembre del 2011 como norma idéntica solo se le modificó el nombre de ISO 50 001 a NC-ISO 50 001, para mejorar la gestión de los portadores energéticos y sus consumos, con el objetivo de obtener una mejor eficiencia energética en los sectores de la industria y los servicios. Después de su revisión en el 2018 la norma cubana actualmente es la NC-ISO 50 001: 2019. Actualmente en Cuba la norma no se aplica bajo ningún estándar, es decir cada área de la producción y los servicios aplican la norma con un orden establecido por cada entidad. (Cuba. ISO, 2019)

En el 2011 en el VI Congreso del Partido, se ponen en marcha los lineamientos para la actualización del modelo económico y social de Cuba, queda oficialmente implantada una política energética para lograr un buen uso y consumo de los portadores, buscando lograr un cambio significativo en la matriz energética (Cuba. Partido, 2017).

En 2014, se aprueba la "Política para el desarrollo perspectivo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía" con énfasis en elevar la eficiencia energética y un cambio de la matriz energética actual (Correa, et al., 2016) sustentada en el 95,7 % de combustibles fósiles y su relación con la competitividad de la economía nacional; disminuyendo la dependencia de 6 de estos combustibles importados, sus costos energéticos y el impacto medioambiental (Castro & Borges, 2022). El Decreto-Ley No. 345/ 2017 "Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía", si como la instrucción y resoluciones complementarias al respecto establecen la obligatoriedad de certificación por la NC-ISO 50001: 2019 de las entidades grandes consumidoras de portadores energéticos dígase aquellas que tienen un promedio mensual mayor o igual que treinta (30) MWh o cien mil (100 000) litros de combustibles (Correa, et al., 2021).

En la provincia de Cienfuegos los organismos que representan el sector industrial para el cumplimiento de su objeto social consumen energía que se desglosa en energía eléctrica, gas, gasolina motora, combustible diésel, aceites, grasas, lubricantes, petróleo crudo y petróleo combustible, donde los organismos mayores consumidores pertenecen al Ministerio de Energía y Minas (MINEM), Ministerio de la Construcción (MICONS) y el Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL) (Castro & Borges, 2022). La energía eléctrica representa el 62% de la estructura de consumo y las empresas mayores consumidoras son: (1) Cementos Cienfuegos S.A (MICONS), (2) Refinería de Cienfuegos (MINEM) y (3) Molino de Trigo (MINAL), con un consumo promedio mensual de 6991,51 MWh/mes, 3885,02 MWh/mes y 1431,31 MWh/mes

respectivamente, Cementos Cienfuegos actualmente está certificado por la NC ISO 50 001:2011 y está realizando su migración hacia la del 2019; otra industria certificada en el año 2022 fue la Empresa Termoeléctrica de Cienfuegos “Carlos Manuel de Céspedes”, sin embargo resulta insuficiente por la complejidad y necesidad de gestionar eficientemente la energía en el sector industrial. (Castro & Borges, 2022).

La Refinería de Cienfuegos participa en la Red de Aprendizaje de Eficiencia Energética cuyo objetivo principal es certificar el Sistema de Gestión de la Energía, sin embargo, es necesario mejorar el proceso M17 Gestión de la Energía, en el año 2022 se realizó por Castro & Borges (2022) el diseño del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) para la Refinería de Cienfuegos, Betancourt,(2022) por las necesidades de gestionar la energía desde plataformas sustentadas en las TICs desarrolla la herramienta informática EfiGest; sin embargo, aunque se determinó la Planta Combinada como alcance del SGEn por Rodríguez (2023), en esta etapa no se pudo realizar la revisión energética para dar cumplimiento a la NC ISO 50 001: 2019, en cuanto a la determinación de los indicadores energéticos y las líneas bases y metas energéticas.

Todo lo anterior constituye la **situación problemática** de la investigación de la que se deriva el siguiente **Problema de Investigación**:

¿Cómo mejorar el Sistema de Gestión Energética basado en la NC ISO 50 001: 2019 en la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”?

En correspondencia con lo antes planteado, se define que el **objetivo general** es:

Mejorar el Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” mediante la herramienta informática EfiGest.

Los **objetivos específicos** trazados para el logro del objetivo general se detallan a continuación:

1. Construir un Marco Teórico Referencial de la investigación referente a situación energética contemporánea, uso de la energía en Cuba, gestión de la energía en Refinerías de Petróleo a nivel mundial y la aplicación de las TICs en la gestión energética.
2. Determinar las características técnicas a partir de los requisitos de calidad para el diseño de la herramienta informática que aportara mejoras al Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo.

3. Validar la herramienta informática para el Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo.

Justificación de la investigación:

La forma en que actualmente se desarrolla el Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería al estar recopilados los datos e información referente a los consumos de portadores energéticos y la producción en formato de hojas de Excel, conlleva a ralentizar el trabajo, además que la documentación del Sistema de Gestión de la Energía se encuentra dispersa; estando en riesgo de pérdida de toda la información.

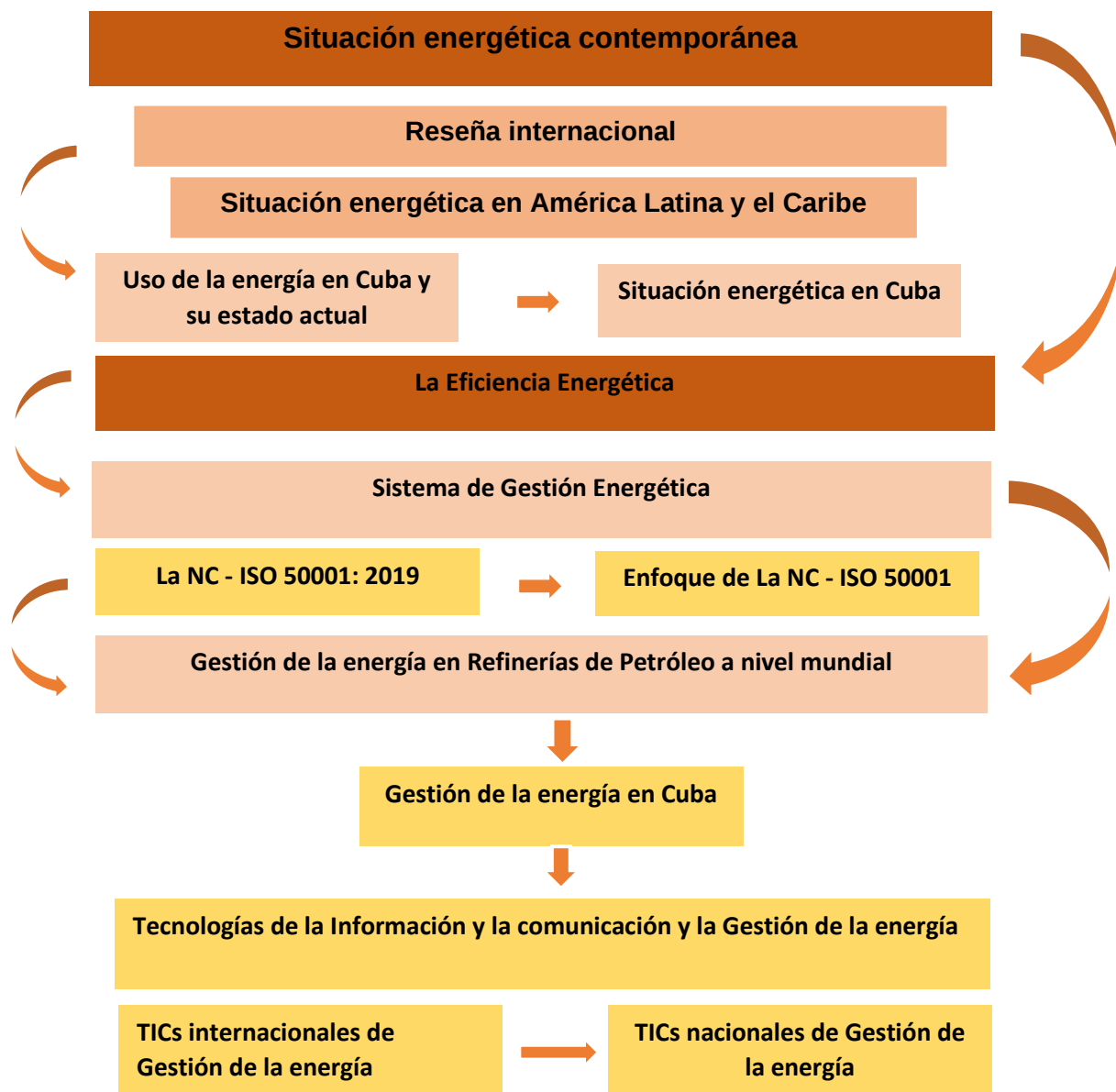
Capítulo I.

Capítulo 1: Marco Teórico Referencial

1.1 Introducción

En la elaboración de este capítulo se abordan temas relacionados con la situación energética contemporánea, el uso de la energía en Cuba y su estado actual, además del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn). La lógica a seguir en el capítulo se muestra a continuación en el hilo conductor.

Figura 1.1: Hilo conductor del capítulo 1.



Nota: Elaboración propia.

1.2 Situación energética contemporánea

El mundo está en crisis por haber explotado el petróleo y otros combustibles fósiles. Como la población mundial crece y la sociedad se desarrolla, la demanda mundial de energía tiende a aumentar exponencialmente. De este modo la contaminación por gases de emisión y otros nueve contaminantes se descargan en la atmósfera provocando daños al equilibrio ecológico, a la salud humana y la extinción de la flora y la fauna (Salinas, 2017).

1.2.1 Reseña internacional

En el 2011, aproximadamente el 79% de la población mundial que vive en países en vías desarrollo y en los recientemente industrializados, consumieron solamente el 35% del total de la energía global consumida. Para el año 2025 se calcula que cerca del 86% de la población mundial vivirá en estos países y será responsable de aproximadamente el 58% del consumo total de energía (Salinas, 2017).

A partir de los acontecimientos de los primeros años de la década del 2000 al 2010 con la reducción de los suministros de petróleo y la duplicación del precio de los crudos, adquiere un nuevo interés la situación energética que se pone de manifiesto en el desarrollo de lo que ha venido en llamarse el "análisis energético". Desde entonces, este análisis ha prestado su mayor atención en la evaluación de las posibilidades futuras de suministro y en la utilización de todos los tipos de energía en su conjunto. Más recientemente, el desarrollo sostenible, como nuevo concepto del desarrollo económico, se presenta como un proceso en que la política energética, entre otras muchas, debe formularse de manera de lograr un desarrollo que sea sostenible desde el punto de vista económico, social y ecológico. Debido a esto y de acuerdo con un estudio realizado, los miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) serán los más importantes suministradores de petróleo del mundo, representando un tercio del petróleo mundial. (Salinas, 2017)

El mundo en el 2017 consumió un total de 94,04 millones de barriles de crudo al día (mbd), cifra récord impulsada en parte por el propio abaratamiento del petróleo, según los cálculos publicados por la OPEP. La aparición en los últimos años de economías emergentes que demandan grandes partidas de portadores energéticos, como China, la India y Brasil, etc., agrava aún más el panorama energético mundial. Muchos estudiosos del tema prevén que para el 2050 se habrán agotado las fuentes tradicionales de energía, sin embargo, no existirán otras fuentes capaces de remplazarlas. (Martínez, 2021)

Según Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) el año 2003, fue un año que se caracterizó por una gran volatilidad e incertidumbre en los mercados energéticos, situación reflejada principalmente en el incremento en los precios del petróleo los cuales fueron los más altos de los últimos 20 años. Por otro lado, cabe destacar, que las reservas mundiales de energía continuaron en ascenso y se cuenta con reservas de petróleo para cubrir la demanda actual de energía por 40 años y de gas natural por 60 años. Existen indicios para sostener que los descubrimientos continuarán en los años venideros por lo cual la seguridad energética de los países pasa más por un análisis de la distribución y geopolítica de las mismas que por una escasez en la oferta.(Salinas, 2017)

Finalmente, se espera que en los siguientes años el consumo de energía siga liderado por la demanda de petróleo, aunque seguida muy de cerca por la demanda de gas natural, que pasará a ser el segundo energético más demandado. Para este escenario será determinante el crecimiento de la demanda de gas natural que registre el Asia, continente que guiará la tasa a la cual crezca este mercado.(Salinas, 2017)

1.2.2 Situación energética de América Latina y el Caribe

En América Latina la pobreza energética es generalizada, en 2012 en la Cumbre de las Américas se estableció el acuerdo de eliminar la pobreza energética en los 10 años siguientes, hasta 2022. Además de la imposibilidad de pagar los gastos energéticos, en América Latina unos 30 millones de habitantes, el 5% de la población, no puede acceder a energía eléctrica. En la década del 70 nace la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), esta organización está conformada por 26 países del área (incluida Cuba), y tiene entre sus objetivos desarrollar los recursos energéticos, además de atender conjuntamente los aspectos relativos a su eficiente y su racional aprovechamiento, a fin de contribuir al desarrollo económico y social de la región (Martínez, 2021)

Según la Agencia Internacional de Energía (AIE) y la OPEP, la región cuenta con más del 10 % de las reservas mundiales de petróleo y con más de 14 % de la producción mundial de ese hidrocarburo. En la figura 1.2 se muestran los países de mayores reservas de crudo en el área.

En este sentido, Venezuela, país anfitrión de la Cumbre Energética, posee las mayores reservas probadas de crudo del mundo, las cuales alcanzan los 80 billones de barriles. En la actualidad, es el quinto productor de petróleo del mundo. Brasil, el país con mayor extensión territorial de la región, cuenta con 11,7 billones de barriles de crudo, Ecuador alcanza los 4,51 billones y Argentina 2,46 billones de barriles de reservas probadas.(Martínez, 2021)

Figura 1.2

Mayores reservas de crudo del área



Nota: El gráfico muestra los países con mayores reservas de crudo en el área. Tomado de (Martínez, 2021)

Entre los países de la región con mayores reservas están Bolivia, Perú y Venezuela. Además de petróleo y gas, el continente suramericano es rico en grandes reservas minerales, recursos naturales. Según Márquez (2011), teniendo en cuenta estos datos relacionados con la situación energética del área, y debido al acecho de los Estados Unidos a que estas naciones formen parte del Área de Libre Comercio para las Américas (ALCA), con el objetivo de anexarse energética y económicamente a esta región; es que se da surgimiento a la Alternativa Bolivariana para las Américas (ALBA), como necesidad de contrapartida al ALCA. Esta es una propuesta de integración enfocada para los países de América Latina y el Caribe que pone énfasis en la lucha contra la pobreza y la exclusión social, se concreta en un proyecto de colaboración y 14 complementación política, social y económica entre países de América Latina y el Caribe, promovida inicialmente por Cuba y Venezuela. Dando nacimiento a:

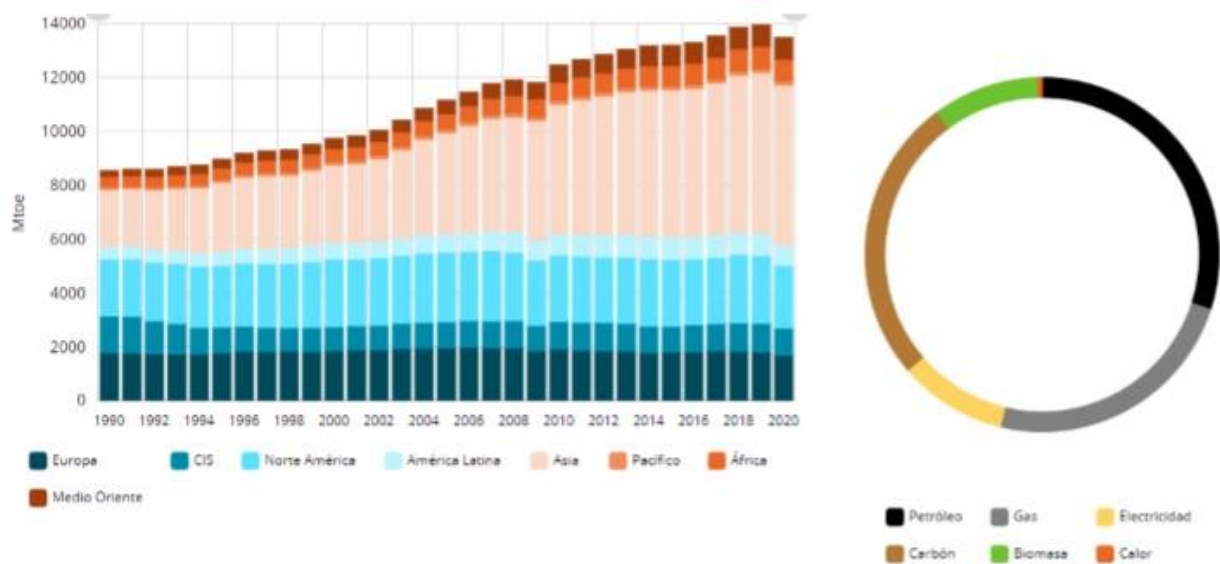
- PETROSUR: Integrada por Argentina, Brasil, Venezuela y Uruguay.
- PETROCARIBE: Compuesta por 14 países de la región caribeña, incluida Cuba.
- PETROANDINA: Integrada por Ecuador, Colombia, Bolivia, Perú y Venezuela.
- PETROAMÉRICA: Impulsada por el gobierno venezolano para redefinir las relaciones existentes en cuanto a recursos y potencialidades, aprovechar la complementariedad económica, social y cultural a fin de reducir las asimetrías de la región. Su objetivo fundamental es lograr y estimular la política de cooperación energética de Venezuela con

los países de América Latina y el Caribe en el sector energético, incluyendo petróleo y sus derivados.(Salinas, 2017)

El consumo total de energía en todo el mundo se ha duplicado en los últimos 40 años y se estima que aumente aún más, hasta un 30% para el año 2030 (ISO, 2016). Este aumento en la demanda está directamente relacionado con el incremento de la población y a que a medida que un país y su gente se enriquece se utiliza mucha más energía en el día a día. En la Figura 1.3 se puede demostrar la tendencia de aumento en el consumo de energía por regiones desde el año 1990 hasta el año 2020 y el respectivo desglose por tipo de energía puntualmente para el año 2020.

Figura 1.3

Tendencia en el consumo de energía global desde el año 1990 hasta el año 2020



Nota: La figura representa el crecimiento del consumo energético global desde al año 1990 hasta el año 2020 y el desglose por tipo de energía para el año 2020. Tomado de:(Salcedo, 2022)

De la Figura 1.3 se extraen datos importantes, el primero de ellos es que para el año 2020 se produjo una reducción de más o menos un 4% en el consumo energético global debido al contexto de pandemia a causa de la COVID-19. Por otro lado, y con un porcentaje de aproximadamente el 80%, se observa que los combustibles fósiles aún siguen siendo el tipo de energía de mayor consumo a nivel global (petróleo: 30%, gas: 24% y carbón:26%). El patrón de producción y de consumo actual relacionado con la quema de combustibles fósiles ha provocado que las concentraciones de dióxido de carbono (CO2) aumenten desmesuradamente, ya que

según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA) y pese al parcial congelamiento social a raíz de la COVID-19, en mayo de 2021 se superó la barrera de carga atmosférica de CO₂, alcanzando un histórico de 419 partes por millón (ppm), en donde la mayor contribución a estas emisiones está ligada a la combustión de energías fósiles utilizadas principalmente en transporte o electricidad (Salcedo, 2022)

Hoy por hoy muchos gobiernos alrededor del mundo están enfocando sus esfuerzos para incursionar dentro de sus políticas energéticas un mayor uso de energías renovables que mitiguen el impacto ambiental, además de penetrar el campo de la eficiencia energética, fomentando principalmente la reducción en el consumo y otras acciones que son fundamentales para lograr la sostenibilidad que tanto afronta el planeta. Particularmente para el año 2018, el porcentaje de energía proveniente de fuentes de energía no convencionales (biomasa, solar eólica, biogás y geotérmica) fue de aproximadamente un 5% en América Latina y el Caribe, mientras que el promedio global fue del 4% (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2020), aun así, todavía queda mucho camino por recorrer para lograr una dependencia menor de los combustibles fósiles. En términos sectoriales y particularmente para Latinoamérica, el mayor consumidor de energía final es el sector de transporte, y tal como se puede observar en la Figura 1.4 la cual esquematiza y resume el balance energético para la región de América Latina y El caribe, el segundo sector que demanda mayor energía es el sector industrial. (Salcedo, 2022)

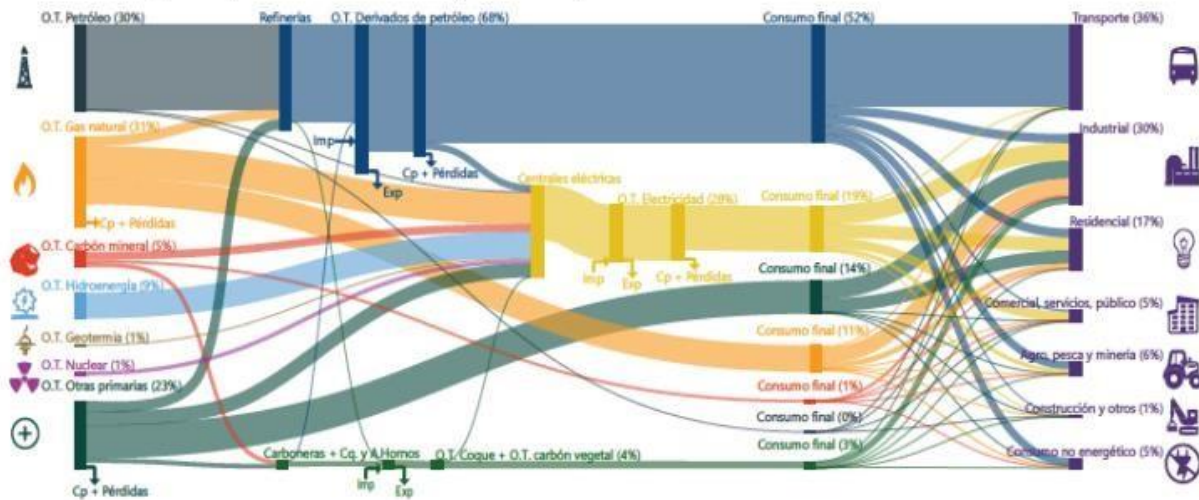
1.3Uso de la energía en Cuba y su estado actual

En el mundo se evidencia como una realidad inevitable el alto consumo energético, lo que afirma que la energía es primordial en el actual modo de vida, donde el modelo energético, basado fundamentalmente en los combustibles fósiles, es completamente inviable en un futuro no muy lejano ya que conduce a un alto precio ecológico (efecto invernadero), al mismo tiempo que los combustibles fósiles son finitos. Partiendo de estas premisas, es que se le concede tanta importancia al estudio de la gestión energética en Cuba.(Garcia, 2013)

El petróleo es un recurso que aún tiene poca producción en Cuba, por lo que según datos estadísticos son extraídas y procesadas aproximadamente 3000 000 toneladas anuales equivalentes de petróleo y gas (70.000 b/d sobre el 48% del consumo interno (Martínez, 2021 & Salinas, 2017).

Figura 1.4

Balance energético para América Latina y el Caribe, 2020



Nota: La figura esquematiza el balance energético para la región de América Latina y el Caribe en el año 2020, especificando desde las fuentes de energía hasta los sectores de consumo final. Tomado de:(Salcedo, 2022)

1.3.1 Situación energética en Cuba

Las reservas probadas están en torno a los 243 millones de barriles de petróleo y de 67.890 millones de metros cúbicos de gas (estimados del 2015). Este rubro tiene grandes perspectivas de crecimiento: debido a recientes estudios sismológicos se estiman grandes reservas en el Golfo de México y Cuba ha concedido licencias a grandes transnacionales para la búsqueda del preciado mineral, lo que ha despertado grandes expectativas de desarrollo y a la vez protestas de grupos ecologistas. Se extraen fundamentalmente en las provincias de La Habana (Canasí, Yurumí, Jaruco, Puerto Escondido) y Matanzas (Cárdenas y Varadero). Según Salinas,(2017) Cuba no está exenta de la crisis energética internacional, y en torno a esto arrastró una de las peores crisis electro energética de su historia, ya que se contaba con una serie de plantas termoeléctricas con una capacidad instalada de 2 588MW; donde el 72,77 % le correspondía a 15 las termoeléctricas, los auto productores de Níquel y MINAZ con el 16,52 %, la hidroenergía con el 1,48 %, las turbinas de gas con el 7,28 %, plantas de diésel 1,94 % y el resto pertenecía a la eólica.

Por su parte la demanda de energía eléctrica en Cuba, se redujo de 2 500 MW en el año 1989 a 950 MW en el 2005, debido al gran número de industrias paralizadas, así como a una baja en el consumo agrícola y doméstico. Los efectos del "Período Especial" fueron súbitos. Los envíos de petróleo crudo pactados con la Unión Soviética dejaron de ser recibidos por Cuba después de 1991, y durante el siguiente año la economía cubana sufrió importantes restricciones en la importación, y se redujo la importación de petróleo a un 10% del que se estaba importando normalmente, unido al brutal bloqueo norteamericano. Bajo estas condiciones las importaciones del combustible para la generación de electricidad llegaron a valores muy bajos y la caída de generación de electricidad fue abrupta, decidiéndose iniciar el proceso de asimilación paulatina del crudo nacional en las plantas, a pesar de que sus características (alto contenido de azufre, alta viscosidad y otros componentes) no eran las especificadas en el diseño (Salinas, 2017).

La política energética está orientada a alcanzar la independencia energética. Para ello se encuentra fomentando la exploración petrolera a través de contratos de riesgo compartido entre la empresa estatal Cuba petróleo y las empresas privadas, principalmente costa afuera. Por otro lado, y como parte de la estrategia de alcanzar la independencia energética, se apoya en el desarrollo de energías renovables, siendo Cuba el mayor país productor del Caribe de estos tipos de energías, en este sentido, se pretende continuar apoyando la utilización de la biomasa como principal recurso energético alternativo. En medio de esta situación se lograron algunos convenios con la República Bolivariana de Venezuela y otras entidades exportadoras de combustibles (Martínez, 2021).

Fue así que entre los convenios establecidos y sumado a esto el descubrimiento de un yacimiento de petróleo de calidad, a escasos kilómetros de Santa Cruz del Norte, con reservas probadas de 14 millones de toneladas de crudo, promete restaurar e incrementar los niveles de extracción y dar un alivio importante al apetito energético de Cuba (Martínez, 2021).

La política energética cubana ha estado encaminada, desde el triunfo de la Revolución, a la satisfacción de las necesidades de todos los cubanos, sin ninguna excepción. Ya que la energía ha sido y es un instrumento de poder, causa de todas las guerras contemporáneas. Por esta razón, la política energética de Cuba se basa en los factores siguiente (Salinas, 2017) :

- Proliferación de una cultura energética encaminada al logro de un desarrollo independiente, seguro, sostenible y en defensa del medioambiente.

- Prospección, conocimiento, explotación y uso de las fuentes nacionales de energía, ya sean convencionales o no convencionales, con el objetivo primario de lograr la independencia energética.
- Uso racional de la energía con el máximo ahorro en su uso final y la utilización de tecnologías de alta eficiencia.
- Producción distribuida de la electricidad y cerca del lugar de consumo.
- Desarrollo de tecnologías para el uso generalizado de las fuentes renovables de energía, con un peso progresivo en el balance energético nacional.
- Participación de todo el pueblo en la Revolución Energética en Cuba.

En conclusión, el desafío de Cuba para su futura independencia energética y crecimiento económico comienza con un plan nacional de energía que abarque:

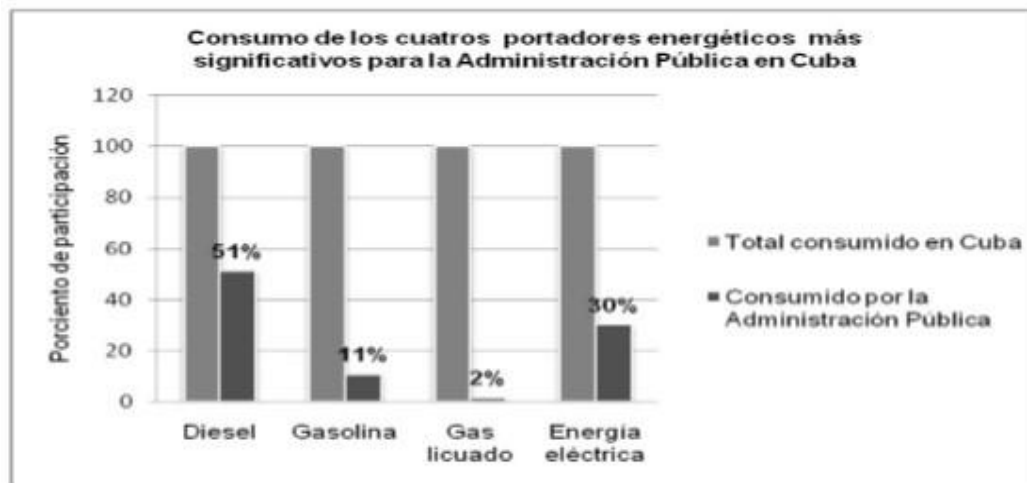
- Ahorro y uso eficiente de la energía,
- Desarrollo sustentable de los combustibles fósiles a través de su cadena de valor agregado,
- Desarrollo económico de fuentes renovables de energía,
- Protección del medio ambiente.

Donde se manifiesta que no habrá sector social o económico que no se verá directamente impactado por una política energética integral necesaria para el futuro crecimiento económico dentro de un modelo descentralizado y de libre gestión (Martínez, 2021).

En el Anuario Estadístico de Cuba 2015 se evidencia que la Administración Pública, que reúne a los sectores educacionales, de salud, deporte, los servicios comunales y servicios a la población y que tienen subordinación local; tiene una incidencia significativa en el consumo de los cuatro portadores energéticos de mayor consumo en el país, particularmente en consumo de combustible Diésel y energía eléctrica es donde tiene una mayor representatividad con un 51% y un 30% respectivamente, como se muestra en la figura 1.5 (Correa, González & Hernández, 2017).

Figura 1.5

Consumo de los cuatro portadores energéticos más significativos



Nota: Consumo de portadores energéticos de la Administración Pública en Cuba. Tomado de: (Correa, González & Hernández, 2017).

Autores como Lápido Rodríguez (2012) hacen referencia a varias insuficiencias en la gestión energética empresarial como los principales problemas que afectan la eficiencia energética y el ahorro en Cuba. Entre estas se destacan el insuficiente análisis de los índices de eficiencia energética, el desconocimiento de la incidencia de cada portador energético en el consumo total, la falta de identificación de índices físicos y su ordenamiento por prioridad, la falta de identificación de los trabajadores que más inciden en el ahorro y la eficiencia energética, la insuficiente divulgación de las mejores experiencias, las insuficiencias en los sistemas de información estadística y la falta de apreciación de la eficiencia energética como una fuente de energía importante.

Además, los análisis realizados en varias empresas cubanas por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), de la Universidad de Cienfuegos, ponen de manifiesto el insuficiente nivel de gestión energética existente en muchas de ellas, así como las posibilidades de reducir los costos energéticos mediante la creación de las capacidades técnico-organizativas para administrar eficientemente la energía. Esto puede ser logrado si se aplica con eficacia un sistema de gestión energética.

Por otra parte, se considera que la gestión energética es una metodología o sistema organizado de previsión y control del consumo de energía, con el fin de obtener el mayor rendimiento energético posible sin disminuir el nivel de producción o prestaciones de servicios. Es un proyecto permanente, continuo y cíclico, que comienza por la dirección y es tarea de todos, debe ser medible, donde el resultado óptimo se logra mediante la formación y el éxito reside en el aporte de todo el personal (Rodríguez, 2008).

1.4 La eficiencia energética

La eficiencia energética y la conservación de la energía son dos conceptos muy relacionados entre sí, pero diferentes. La conservación de la energía es obtenida cuando se reduce el consumo de la energía, medido en sus términos físicos. Es el resultado, por ejemplo, del incremento de la productividad o el desarrollo de tecnologías de menores consumos de energía. La eficiencia energética es obtenida, sin embargo, cuando se reduce la intensidad energética de un producto dado (consumo de energía por unidad de producto), o cuando el consumo de energía es reducido sin afectar la cantidad producida. Eficiencia energética implica lograr los requisitos establecidos por el cliente con el menor gasto energético posible y la menor contaminación ambiental por este concepto (Nordelo, 2006).

El país en los últimos años ha incrementado el indicador global de intensidad energética. El incremento de la eficiencia energética tiene un beneficio ambiental inmediato y directo, ya que implica una reducción en el uso de recursos naturales y en la emisión de contaminantes, incluido el CO₂. Sin lugar a dudas, la energía más limpia es la energía ahorrada. Para evaluar los cambios en la eficiencia energética se utilizan dos indicadores básicos:

- La intensidad energética.
- El consumo específico de energía o índice de consumo.

1.5 Sistema de Gestión Energética

Es parte del sistema de gestión de una organización en forma de ciclo continuo de planificación, implantación, verificación y mejora de las acciones que se llevan a cabo para el cumplimiento de sus obligaciones energéticas. El ámbito energético se enfrenta actualmente a tres grandes retos: la competitividad directamente relacionada con la disminución de la intensidad energética (desacoplamiento del aumento del consumo energético con el desarrollo económico), el cambio climático y la seguridad de suministro. En cualquiera de las soluciones estudiadas para resolver estos desafíos se encuentra la optimización de la demanda, mediante la eficiencia y el ahorro

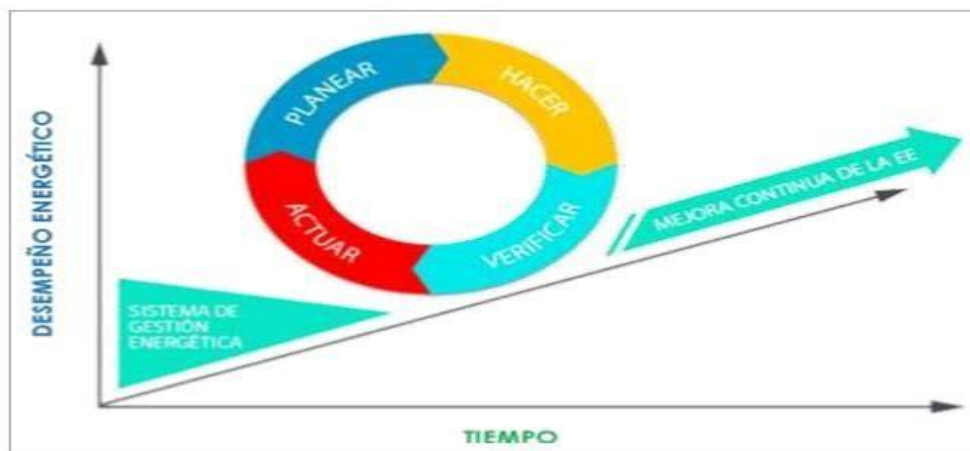
energético, por ser la más inmediata y barata de aplicar y porque aporta reducciones de costes y ahorro de recursos a corto plazo (Albavera, 2013).

Además, la eficiencia energética es la principal opción para alcanzar el objetivo de emisiones de gases de efecto invernadero. Entre los beneficios de la eficiencia energética a nivel global pueden citarse reducción de fuentes contaminantes y la contribución al desarrollo sustentable, a nivel de nación, la conservación de los recursos energéticos límites, la mejora de la seguridad energética, la reducción de las importaciones de portadores energéticos y la reducción de costos que pueden ser utilizados para el desarrollo y a nivel de empresa, el incremento de la eficiencia energética que reduce las cuentas de energía, incrementa la competitividad, eleva la productividad y las ganancias (Albavera, 2013).

El sistema de gestión referenciado a la energía permite que las organizaciones desarrollen de forma sistemática una mejora continua del desempeño energético, tal y como se refleja en la Figura 1.6. Así mismo fomenta el desarrollo de una política energética para que a partir de la identificación de los consumos energéticos pasados y presentes, fijen los objetivos de esa mejora hacia el futuro, cuyo cumplimiento será supervisado a través de planes de seguimiento adecuado.

Figura 1.6

Gestiona energía 2016. Sistema de gestión de la energía



Nota: La figura muestra la forma sistemática de una mejora continua del desempeño energético. Tomado de Guerra (2018).

Un sistema de gestión de la energía puede ser implementado en cualquier tipo de organización, no sólo para la industria petrolera, sino también para organizaciones que quieren tener acceso privilegiado en el mercado, además de mejorar su imagen y las relaciones con los clientes o partes interesadas, por tanto, Fernández (2012), expresa que un (SGEn) tiene beneficios energéticos y ambientales, de liderazgo e imagen empresarial y socio-económico:

- a. Energéticos y ambientales: Optimización del uso de la energía (consumo eficiente de la energía), fomento de la eficiencia energética en las empresas, disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, reducción de los impactos ambientales, adecuada utilización de los recursos naturales, impulso de energías alternativas y renovables.
- b. De Liderazgo e imagen empresarial: Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible, refuerzo de la imagen de empresa comprometida frente al cambio climático, cumplimiento de los requisitos legales.
- c. Socio-económicos: Disminución sobre el impacto del cambio climático, ahorro en la factura energética, reducción de la dependencia energética exterior, reducción de los riesgos derivado de la oscilación de los precios de los recursos energéticos.

Un Sistema de Gestión de la Energía, permite a las organizaciones generar ahorros de consumo y mantener dichos ahorros en el tiempo, este se presenta como aliado en la lucha de los cambios climáticos que actualmente se han agudizado a nivel mundial, además asegura el cumplimiento de la política energética declarada en cualquier tipo de empresa u organización. (Guerra, 2018)

Los Elementos que componen un Sistema de Gestión Energética son los siguientes (Martínez, 2021):

- Manual de Gestión Energética: establece las definiciones bases del sistema (política, objetivos, metas), los procedimientos, la estructura y las responsabilidades.
- Planeación Energética: Establece y describe el proceso de planeación energética según las nuevas herramientas de planeación del sistema de gestión.
- Control de Procesos: Detalla los procedimientos que serán usados para el control de los consumos y los costos energéticos en las áreas y equipos claves de la empresa.
- Proyectos de Gestión Energética: Se establecen los proyectos rentables a corto, mediano y largo plazo que serán ejecutados para el cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión.

- **Compra de Energía:** Incluye los procedimientos eficientes para la compra de recursos energéticos y evaluación de facturas energéticas.
- **Monitoreo y Control de consumos energéticos:** Se establecen los procedimientos para la medición, establecimiento y análisis de indicadores de consumo, de eficiencia y de gestión.
- **Acciones Correctivas/Preventivas:** Incluye los procedimientos para la identificación y aplicación de acciones para la mejora continua de la eficiencia y del sistema de gestión.
- **Entrenamiento:** Prescribe el entrenamiento continuo al personal clave para la reducción de los consumos y costos energéticos.
- **Control de documentos:** Establece los procedimientos para el control de los documentos del sistema de gestión.
- **Registro de energía:** Establece la base de datos requerida para el funcionamiento del sistema.

1.6 La NC - ISO 50001: 2019

El propósito de esta norma es permitir a las organizaciones establecer los sistemas y procesos para mejorar continuamente el desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía. Esta norma especifica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn) para una organización. Esta norma se aplica a las actividades que están bajo el control de la organización. Su utilización se puede adaptar a los requisitos específicos de la organización, incluyendo a la complejidad de sus sistemas, el grado de información documentada y los recursos disponibles. Esta norma sí aplica al diseño y la adquisición de instalaciones, 27 equipos, sistemas o procesos que utilizan energía dentro del alcance y los límites de SGEn. El desarrollo y la implementación de un SGEn incluyen una política energética, objetivos, metas energéticas, y planes de acción relacionados con su eficiencia energética, uso y consumo de energía, cumpliendo simultáneamente con los requisitos legales aplicables y otros requisitos. El SGEn permite a la organización establecer y alcanzar las metas y los objetivos energéticos, tomar acción según lo necesite para mejorar su desempeño energético y demostrar la conformidad de su sistema con los requisitos de este documento (Martínez, 2021).

Esta Norma se basa en el marco de mejora continua “planificar-hacer-verificar-actuar”. En el contexto de la gestión energética, el enfoque PHVA se puede resumir de la siguiente manera (Martínez, 2021):

Planificar: comprender el contexto de la organización, establecer la política energética y el equipo de gestión de la energía, considerar las acciones para abordar los riesgos y las oportunidades, realizar una revisión energética, identificar los usos significativos de la energía (USE) y establecer indicadores de desempeño energético (IDEn), líneas de base energética (LBE), metas y objetivos energéticos y los planes de acción necesarios para entregar los resultados que mejorarán el desempeño energético, de acuerdo con la política energética de la organización.

Hacer: implementar planes de acción, controles operacionales y de mantenimiento, y la comunicación, asegurar la competencia y considerar el desempeño energético en el diseño y la adquisición.

Verificar: realizar el seguimiento, medir, analizar, evaluar, auditar y dirigir las revisiones por la dirección del desempeño energético y del SGEN.

Actuar: tomar acción para abordar las no conformidades, y mejorar continuamente el desempeño energético y el SGEN. La base de este enfoque se muestra en la Figura.1.7.

Figura 1.7

Modelo de la gestión de la energía



Nota: La Figura muestra el modelo del Sistema de Gestión de la Energía que se basa en el marco de mejora continua “planificar-hacer-verificar-actuar”. Tomado de (ISO, 2019)

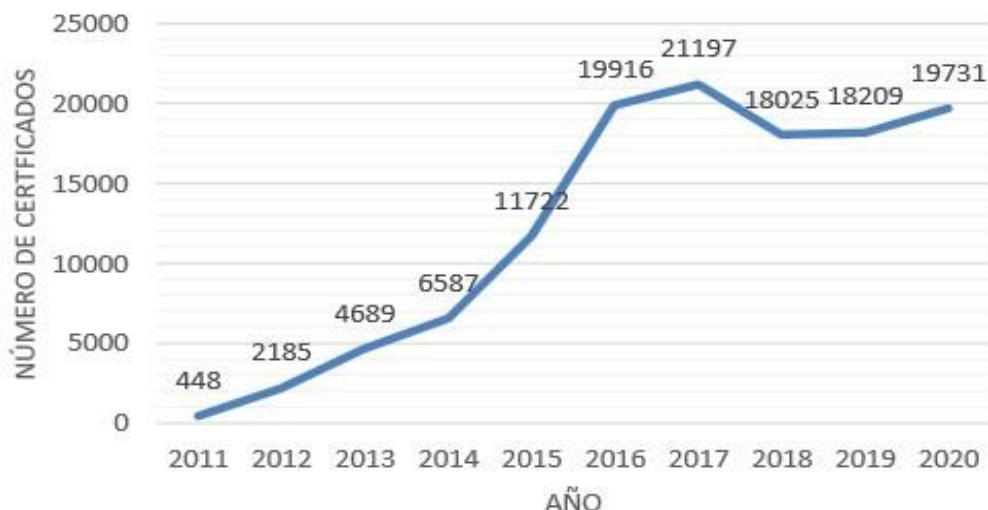
La característica principal de un ciclo PHVA es que no tiene fin, es decir, una vez se fijan objetivos y bien sea que se alcancen o no los resultados esperados, se establecen nuevos objetivos y así sucesivamente, generando de esta forma el proceso de mejora continua. Este ciclo es la forma más sencilla de obtener soluciones casi que inmediatas a problemas de cualquier tipo al interior de una organización, por ello, actualmente todas las normas de gestión ideadas por la ISO emplean esta herramienta como base de sus planteamientos, razón por la cual resulta fácil la integración del modelo ISO 50001 con cualquier otro modelo de la familia ISO. (Salcedo, 2022)

Anualmente la Organización Internacional de Normalización (ISO por sus siglas en inglés) realiza una encuesta global llamada “ISO Survey” a través de la cual se conocen el número de certificaciones vigentes a nivel mundial en los diferentes estándares de gestión (ISO 90001, 14001, 45001, 50001, entre otros). Particularmente los datos presentados en la Figura 1.8 y en todo este capítulo competen al comportamiento en el número de certificados expedidos para la ISO 50001 desde la publicación de su primera versión en el año 2011 hasta el año 2020, datos que confirman la creciente demanda por parte de las organizaciones por controlar su desempeño energético en aras de optimizar el uso de energía, asegurar el suministro y mitigar el impacto ambiental. La figura 1.8 ofrece la visión más completa disponible a la fecha sobre las certificaciones en la ISO 50001.

Esta tendencia de crecimiento se verá acentuada en los próximos años a raíz de la preocupación y el compromiso que ha surgido a nivel global respecto al cambio climático, dado que el estándar ISO 50001 es considerado como una herramienta decisiva para alcanzar las metas encaminadas a la reducción de emisiones de dióxido de carbono. Desde el año 2011 al año 2020 se expidieron alrededor de 122.700 certificaciones en ISO 50001 alrededor del mundo y, contemplando la Figura 1.8, se pueden notar algunos aspectos sobresalientes como el salto que se presentó del año 2014 a 2016 aumentando considerablemente el número de certificaciones expedidas y, por otra parte, el comportamiento casi lineal del año 2018 a 2019 el cual fue posiblemente a causa de la actualización realizada a la norma en el año 2018. (Salcedo, 2022)

Figura 1.8

Evolución anual de la ISO 50001 a nivel global



Nota: La figura representa el comportamiento que ha presentado la norma ISO 50001 a nivel global en relación al número de certificaciones expedidas anualmente a partir del año 2011. Tomado de: (Salcedo, 2022)

1.6.1 Enfoque de la NC - ISO 50001

Esta Norma proporciona los requisitos para un proceso sistemático, orientado a la información y basado en hechos, focalizado en la mejora continua del desempeño energético. El desempeño energético es un concepto que está relacionado con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de energía. Los indicadores de desempeño energético (IDEn) y las líneas de base energética (LBEn) son dos elementos interrelacionados que se abordan en esta Norma para permitirle a las organizaciones demostrar la mejora del desempeño energético. Esta Norma especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía (SGEn). El resultado previsto es permitir a la organización seguir un enfoque sistemático para lograr la mejora continua del desempeño energético y del SGEn.

Esta Norma:

- a) es aplicable a cualquier organización, sin importar su tipo, tamaño, complejidad, ubicación geográfica, cultura organizacional, o los productos y servicios que suministra;

- b) es aplicable a las actividades que afectan el desempeño energético, gestionadas y controladas por la organización;
- c) es aplicable, sin importar la cantidad, uso o tipos de energía consumida;
- d) requiere demostración de la mejora continua del desempeño energético, pero no define los niveles que se deben alcanzar de esa mejora;
- e) se puede utilizar en forma independiente, alinear o integrar con otros sistemas de gestión.

1.7 Gestión de la energía en Refinerías de Petróleo a nivel mundial

La industria de refinación de petróleo ha sido ampliamente estudiada a nivel mundial para determinar los consumos eficientes de energía ya que estos representan gran parte de los costos totales de las plantas. El consumo energético depende en gran medida del nivel de complejidad de la refinería, el diseño y la antigüedad de la misma. Existe un alto potencial de ahorro en energía térmica y para ello buenas prácticas para replicar en cada operación de la refinería. Mientras que todos los proyectos incurren en costos de operación y requieren recursos de ingeniería para desarrollar e implementar, las experiencias de varias compañías petroleras han mostrado que la mayoría de las inversiones son relativamente modestas. Cada refinería es única, por lo que la selección más favorable de las oportunidades de eficiencia energética debe hacerse sobre una base de plantas específicas. Con la disminución del consumo energético se genera la reducción de emisiones contaminantes que afectan el ambiente (Martínez, 2021).

En Colombia, el sector de hidrocarburos tiene un impacto significativo en la economía ya que representa el 50% de las exportaciones del país, la tercera parte de la inversión extranjera directa y el 25% de los ingresos corrientes del gobierno. El objetivo de esta industria es suplir las necesidades con energéticos de manera rentable, confiable, de calidad y además que contribuyan con la mitigación del cambio climático teniendo en cuenta los compromisos adquiridos por nuestro país en el COP21. De acuerdo a las proyecciones de la Administración de Información Energética del Departamento de Energía de Estados Unidos (EIA, 2011), se espera que, aunque el petróleo puede llegar a enfrentar la competencia del gas no convencional y de las energías renovables, la demanda de crudo crecerá entre 2011 y 2035 a una tasa anual del 1% para llegar a 110 millones de barriles diarios, mientras el gas y el carbón lo harán al 1,4% y 2,6% respectivamente. Por lo tanto, en 2035 el crudo concentrará el 30% de la energía consumida. (Sánchez, 2018)

El proceso de refinado del petróleo es considerado altamente energointensivo, en forma de combustible aplicado en numerosos hornos y calderas y en forma de energía eléctrica utilizada para accionamiento de motores y en menor medida en el alumbrado de las plantas. Los costos energéticos representan 40% de los costos totales, incluyendo amortizaciones, y el 80% de los costos variables. Lo anterior implica una oportunidad para implementar medidas de eficiencia energética con el fin de reducir los costos y a su vez cumplir con las metas de disminución de emisiones contaminantes formadas durante la combustión, SO_2 y NO_2 , responsables de la lluvia ácida y CO_2 principal causante del cambio climático. (Sánchez, 2018)

Existe una gran variedad de oportunidades en las refinerías de petróleo para reducir el consumo de energía, manteniendo o mejorando la productividad de la planta, como lo demuestran los estudios de varias compañías en las industrias de refinación de petróleo. Los datos de benchmarking competitivos indican que la mayoría de las refinerías de petróleo pueden mejorar económicamente la eficiencia energética en un 10% a 20%. Las principales áreas para la mejora de la eficiencia energética son las utilidades (30%), los calentadores (20%), la optimización del proceso (15%), los intercambiadores de calor (15%), las aplicaciones motoras (10%) y otras áreas (10%). Estas mejoras potenciales pueden llegar a ahorrar costos anuales de millones a decenas de millones de dólares para una refinería, dependiendo de su eficiencia y tamaño. La mejora de la eficiencia energética también genera co-beneficios que superan con creces el ahorro de costos energéticos y puede conducir a una reducción de las emisiones a la atmosfera (Yepes, 2017).

Dada la compleja característica de las instalaciones de refino de petróleo, existen varios sistemas de indicadores para cuantificar el desempeño energético de las instalaciones de una refinería, por ejemplo: indicadores de consumos y mermas e indicador de ahorro de energía. Los consumos de energía en una refinería son muy diversos, corresponden a varios tipos de combustibles (vectores) que incluyen entre otros: fuel oil, fuel gas, gas natural, propano, etc. El valor de energía de cada vector se establece utilizando el Poder Calorífico Intrínseco (PCI) de cada producto/vector. El consumo de energía se debe expresar en unidades homogéneas (por ejemplo: GJ). A su vez, existen otro tipo de consumos (vectores energéticos) que transportan energía generada a partir de esos combustibles (por ejemplo: electricidad, agua y vapor para intercambiadores, etc.) y que en ocasiones es importada desde fuera de los límites de la refinería. Las mermas se refieren a las pérdidas de productos energéticos en las instalaciones por la existencia de fugas, emisiones fugitivas, quema de gas en antorcha, etc.

La eficiencia energética en el sector de refinación de petróleo es de gran relevancia debido a los consumos significativos de energía y el impacto que genera al medio ambiente. Existen estadísticas y lineamientos ampliamente estudiados a nivel mundial para aplicar las mejores prácticas en cada una de las operaciones que se presentan en las refinerías (destilación, reformado catalítico, utilidades, etc.). El análisis Pinch para la integración energética de procesos es una herramienta útil para disminuir los costos de calentamiento y enfriamiento en las refinerías. Se dice que realizar comparaciones a nivel país o mundial en términos de eficiencia energética no es posible para este sector debido a las diferencias entre los complejos. El sector de refinería en Colombia tiene grandes oportunidades para gestionar la energía de sus facilidades y con esto mejorar la eficiencia de sus procesos, ser más rentables, competitivos y a su vez reducir la huella de carbono. (Yepes, 2017)

A nivel internacional, existen también ejemplos exitosos de instalación y certificación de sistemas de gestión de energía ISO 50001 en empresas petroleras y específicamente en refinerías, entre los cuales se pueden mencionar (Sánchez, 2018):

Repsol, en el año 2011 logró certificar el sistema de gestión energética de su Refinería A Coruña, España, convirtiéndose en la primera del mundo en obtener la certificación ISO 50001. Posteriormente en el año 2012, la refinería Puerto Llano obtuvo igualmente la certificación ISO 50001, permitiendo sistematizar y optimizar el SGEN de la refinería y ha implicado la participación de todas las áreas del complejo, mejorando además su posición competitiva. Por último, en el 2014 la refinería de Repsol en Cartagena, España, recibió la certificación internacional ISO 50001 de gestión energética.

CEPSA, por su parte, en el año 2014 logró certificar ISO 50001 el sistema de gestión de energía de todas sus refinerías en España, el organismo certificador: la Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, avaló la correcta implantación del nuevo sistema de gestión de recursos energéticos de sus refinerías de Palos de la Frontera, San Roque, Palos y Tenerife (Sánchez, 2018).

1.7.1 Gestión de la energía en Cuba

La economía cubana sufre de las embestidas de la crisis en el suministro energético, lo cual se extiende en mayor o menor grado en todos los sectores de la actividad económica. En virtud de las prioridades asignadas a las empresas exportadoras y a los servicios sociales básicos, en cuanto al suministro energético, el impacto sobre el resto de las empresas es severo. Esta situación obliga a la dirección del país a tomar medidas y programas para enfrentar esta crisis, cuyo alcance es global y sectorial. (García, 2013)

La producción de energía en Cuba se clasifica en producción de energía primaria y secundaria, la energía primaria se refiere al proceso de extracción, captación o producción (siempre que no conlleve transformaciones energéticas) de portadores energéticos naturales (o primarios), independientemente de sus características, mientras que la energía secundaria son los productos resultantes de las transformaciones o elaboración a partir de portadores energéticos naturales (o en determinados casos a partir de otro portador ya elaborado). (ONEI, 2021)

Los portadores energéticos naturales son aquellos “provistos por la naturaleza”, ya sea en forma directa, como la energía hidráulica, eólica y solar, o después de atravesar un proceso minero, como el petróleo, el gas natural, el carbón mineral, los minerales fusionables y la geotermia, o a través de la fotosíntesis, como es el caso de la leña y los otros combustibles vegetales y de origen animal. (ONEI, 2021)

Los secundarios, son portadores energéticos elaborados a partir de la electricidad, toda la amplia gama de derivados del petróleo, el carbón vegetal, el alcohol desnaturalizado y el gas manufacturado (o gas de ciudad). (ONEI, 2021)

En la Tabla 1.1 se muestran los portadores naturales que se producen en Cuba y los principales productos derivados del petróleo que se obtienen a partir de su procesamiento en las refinerías, mientras que la Tabla 1.2 muestra como se ha desarrollado la extracción de petróleo y gas natural en el período 2013-2018, evidenciándose la estabilidad de la misma, sin embargo, la extracción de petróleo no satisface las necesidades de las actividades económicas del país, el sector privado y los hogares; haciéndose necesaria su importación.

Tabla 1.1*Portadores naturales y principales productos que se obtienen en Cuba*

Portadores naturales	Principales productos derivados del petróleo
• Petróleo • Gas natural • Hidroenergía • Leña • Productos de caña (en lo fundamental bagazo)	• Asfaltos • Coque de petróleo y gas de refinería • Diésel • Fuel oil • Gas licuado (GLP) • Gasolinas y nafta (distintos tipos) • Queroseno • Solventes • Turbocombustible

Nota: Tomado de (Mena, 2020)**Tabla 1.2***Extracción de petróleo crudo y de gas natural en Cuba*

Extracción de petróleo crudo y de gas natural	UM	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gas natural	MMm³	1 066,0	1 199,9	1 244,5	1 185,4	1 050,8	970,1
Petróleo crudo	Mt	2 897,1	2 905,3	2 822,0	2 619,2	2 522,2	—

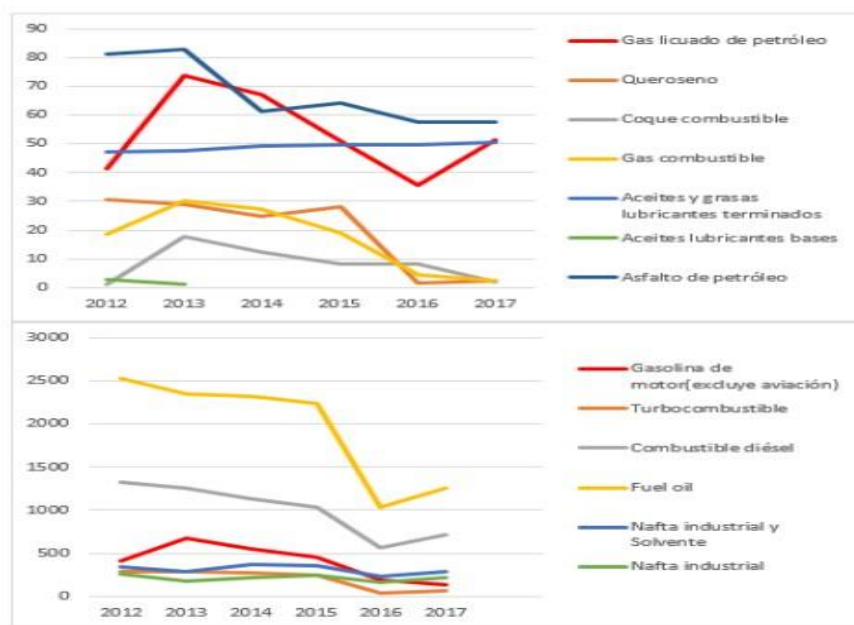
Nota: Tomado de: (ONEI, 2021)

Entre los portadores naturales que se producen en Cuba está el petróleo, el gas natural, la hidroenergía producida por las centrales hidroeléctricas del país operadas en la actualidad por la Unión Eléctrica. Al realizar un análisis del comportamiento de los portadores energéticos naturales, se evidencia que el bagazo tiene una tendencia al aumento, la generación de energía por la leña se mantiene constante. En el 2018 se evidencia un descenso en la generación por el gas natural mientras que la hidroenergía presenta una producción no significativa en el período de análisis.

En cuanto a los productos derivados del petróleo de la figura 1.9, que la producción de manera general ha disminuido en el transcurso de los años, con una ligera recuperación en la producción de fuel oil, combustible diésel y puntualmente el Gas licuado a partir del año 2017, el Turbocombustible, nafta industrial y solvente, nafta industrial no sufren cambios bruscos en su obtención, el asfalto de petróleo a partir del año 2013 muestra un declive en su realización, los aceites y grasas lubricantes mantienen una estabilidad con ligero crecimiento, por su parte el gas combustible y la gasolina de motor muestran un descenso a partir del año 2014, mientras que el queroseno a partir del año 2015 tienen un declive en su obtención al igual que el coque combustible en el año 2014 ; por último están los aceites lubricantes cuya producción es insignificante y la misma vez en descenso. (Mena, 2020)

Figura 1.9

Producción de derivados del petróleo en miles de toneladas



Nota: Producción de derivados del petróleo en miles de toneladas. Tomado de: (Mena E. M., 2020)

Las refinerías de petróleo son una de las industrias más grandes y tienen un altísimo impacto en la economía, sociedad y medioambiente de los países, por eso la gran importancia que se les da en Cuba.

La refinería “Sergio Soto Valdés”, ubicada en el municipio de Cabaiguán, provincia Sancti Spíritus se dedica a la refinación del crudo nacional originario de la cuenca central (Jatibonico, Pina Cristales y Majagua), además del crudo Varadero, yacimiento localizado en Matanzas, y crudo Santa Cruz proveniente de la Habana. (Pérez, 2019)

Ahorrar energía eléctrica constituye prioridad en centros estratégicos para la economía cubana. Uno de ellos es la Refinería Níco López, ubicada al noreste del puerto de La Habana. El reto en esa industria es procesar unos 32 mil barriles de petróleo diariamente, sin sobregirar su plan energético. (Cutíño, 2018)

1.8 Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y la Gestión de la energía

Siguiendo el objetivo de mejorar la calidad de vida y reducir esfuerzos y tiempo necesario para la realización de procesos de trabajo y comunicación es que las TIC han evolucionado progresivamente en función de la innovación y el desarrollo a nivel global, ello trae como consecuencias positivas las ventajas competitivas en diversos sectores de la sociedad, tales como la educación, la salud y los negocios. Todo ello provoca que el uso de las TIC se propague y se difunda vertiginosamente en países de América Latina donde invertir e incentivar el uso y la aprobación de las mismas en el ámbito empresarial es más constante, no solo por la inserción en la dinámica global sino por el impacto en el mejoramiento de los procesos productivos en todos los sectores, donde el uso de estas herramientas en las organizaciones estén estrechamente relacionadas con el mejoramiento de los procesos de negocio y la ventaja competitiva.

1.8.1 TICs internacionales de Gestión de la energía

Algunos de los sistemas de la información y las comunicaciones basados en las tecnologías para la gestión de la energía a nivel mundial son:

SoftExpert es la empresa líder de mercado en soluciones para la excelencia en gestión, ofrece software y servicios para mejoría de procesos de negocio, conformidad reglamentaria y gobernanza corporativa. Este software está compuesto por un grupo de módulos los cuales en conjunto aplican la norma en su totalidad. Posee alta calidad y confianza en sus servicios. (*SoftExpert Software - Conformidad, innovación y transformación digital*, s. f.)

CertoolCompact, es un software para resolver necesidades imprescindibles en la gestión de un sistema. Posee un grupo de módulos los cuales, en su conjunto, son capaces de elaborar un

sistema de gestión energética de forma óptima. (*Software de Sistemas de Gestión Certool | Tendencia Logística*, s. f.)

CertoolPremium, es una solución global que le permitirá dar respuesta a todas las necesidades a la hora de diseñar, implantar y mantener un sistema. Incluye todas las funcionalidades que ofrece CertoolCompact. (*Software gestión ISO Certool - AENOR*, s. f.)

deZemVis es un software de visualización y análisis para los datos de energía y medio ambiente. Gracias a su fácil uso, gran flexibilidad y alto desempeño, es el software líder para el control de la energía y eficiencia. deZemVis trabaja con total funcionalidad desde el primer momento (desde su navegador preferido de internet), sin ninguna instalación adicional. Es muy fácil de usar ya que, no se necesita saber el significado de “kilowatt hora”, todo puede ser visualizado en referencia a la moneda local. Al mismo tiempo, versátiles y profesionales herramientas de análisis son provistas para los usuarios expertos. deZemVis no necesita nada de otros programas instalados localmente. (*DOS20 Ventas y Servicios Tecnológicos | LinkedIn*, s. f.)

Estos softwares de altísima calidad poseen como característica principal, que son privados, lo que significa que hay que pagar por la clave del producto y por el mantenimiento o actualización del mismo.

1.8.2 TICs nacionales de Gestión de la energía

En Cuba existen basados en la TICs softwares utilizados en varios sectores como son:

ASPELFAC: Adquisición Automática de Parámetros Eléctricos, Supervisión y Facturación.

ASPELFAC, creado en 2009 por la Empresa de Ingeniería y Proyectos para la Electricidad (INEL). Este software cubano de supervisión eléctrica y facturación obtiene su mejor aprovechamiento cuando la entidad cuenta con metros contadores de la serie CIRWATT (CIRCUTOR), debido a que el programa se comunica de forma automática con el metro e inspecciona los principales parámetros eléctricos.

Este software se utiliza para conocer el comportamiento del importe de la factura eléctrica y el consumo durante el mes (diario y total) y adquirir de forma automática los parámetros medidos por el metro, tales como potencia, demandas y consumo. Pero, no es un software de gestión energética ya que no cumple con los requerimientos de la NC-ISO 50 001: 2019. (Betancourt,2022)

Sistema de Gestión de la Información de Portadores Energéticos en la Empresa ASTRO Cienfuegos.

Herramienta informática para agilizar la confección del plan de las actividades relacionadas a los portadores energéticos que se utilizan en la empresa ASTRO de Cienfuegos, tributando a una gestión eficaz de estos. (Anthony Edwards, 2005). Tampoco cumple con los requerimientos de la NC-ISO 50 001: 2019. (Betancourt,2022)

Sistema informático para gestionar la información relacionada con los portadores energéticos en la empresa Cementos Cienfuegos S.A. Autor: Damián Marrero Rodríguez.

El sistema permite gestionar la información relacionada con los portadores energéticos en la empresa Cementos Cienfuegos S.A. Establece diferentes tipos de usuarios de acuerdo a las políticas de seguridad de la entidad. Los reportes son confeccionados con rapidez y calidad, permitiendo exportarlos a formato PDF.

También incorpora reportes gráficos y brinda la posibilidad de imprimirlos. Tiene asociada una base de datos que organiza y almacena eficientemente la información necesaria, garantizando la seguridad e integridad de los datos. (Betancourt,2022)

Los sistemas anteriores son softwares que pueden ser utilizados para implantar un SGen a término medio en la empresa para la cual se realizaron, pero ninguno cumple con los requerimientos de la NC-ISO 50 001: 2019. (Betancourt,2022)

Sistema Informático para el soporte de la Planeación Energética en hoteles cubanos.

Este trabajo tiene como objetivo el desarrollo de una aplicación informática que permita apoyar las revisiones energéticas en las instalaciones hoteleras. El estudio está dirigido específicamente para el desarrollo de la planificación energética en los hoteles cubanos. El sistema incluye las funciones que se ejecutan para la realización de la planificación, como es la generación de diferentes gráficos, lo cual permite hacer comparaciones en un periodo de tiempo determinado, así como la emisión de informes. A partir del análisis del Informe de la Consultoría realizada por el CEEMA, y tomando como punto de comparación sus resultados se demuestra que es posible apoyarse en el uso del sistema informático para la realización de la planificación energética, pues el resultado es el mismo. (Betancourt,2022)

El sistema anterior está dirigido específicamente para el desarrollo de la planificación energética en los hoteles cubanos, ayuda a la aplicación de un SGen haciendo referencia a módulos de la NC ISO 50 001, pero no está diseñado para aplicar la misma. (Betancourt,2022)

Después de la investigación realizada con el uso de las TIC y con el apoyo de buscadores internacionales se puede plantear que: Cuba no posee un software reconocido para la aplicación de la NC ISO 50 001(Betancourt, 2022).

1.9 Conclusiones parciales del capítulo

1. La NC ISO 50001:2019 mantiene el espíritu de mejorar la eficiencia energética de los procesos de forma sistemática, mejorando los resultados empresariales mediante la identificación de soluciones técnicas precisas.
2. Cada refinería es única, por lo que la selección más favorable de las oportunidades de eficiencia energética debe hacerse sobre una base de plantas específicas; con la disminución del consumo energético se genera la reducción de emisiones contaminantes que afectan el ambiente.
3. La eficiencia energética en el sector de refinación de petróleo es de gran relevancia debido a los consumos significativos de energía y el impacto que genera al medio ambiente.

Capítulo II

Capítulo 2: Propuesta para la mejora del Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”.

2.1 Introducción

En la elaboración de este capítulo se realiza una caracterización general y del punto de vista energético de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”. Se aplica la Metodología de Solución de Problemas del ingeniero industrial que persigue el objetivo de despliegue de la función Calidad (Método QFD), para la implementación la herramienta informática hacia la mejora del Sistema de Gestión de la Energía en dicha empresa.

2.2 Características fundamentales de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”

La Refinería “Camilo Cienfuegos, se ubica en la Finca Carolina, al norte de la Bahía de Cienfuegos, en un área que ocupa 380 hectáreas. Diseñada para procesar 65.000 barriles/día de crudo “*Soviet Export Blend*”, fue construida a partir de 1977 con la participación de la desaparecida Unión Soviética por un período de 13 años. Su puesta en marcha inicial se produjo en 1991, y años más tarde, en 1995 sobreviene la paralización de la Refinación. Gracias al nacimiento del ALBA y PETROCARIBE, se crea la Empresa PDV CUPET, S.A. y, en consecuencia, el 21 de diciembre de 2007 ocurre la reactivación de la Refinería “Camilo Cienfuegos”, procesando la mezcla de los crudos venezolanos: Mesa 30 y Merey 16.

Las producciones principales que emergen en la Refinería de Petróleo son:

- Diésel
- Gasolina
- GLP
- Turbo combustible
- Fuel oil

La principal materia prima que utiliza es el crudo.

Misión de la Empresa

Refinar y comercializar hidrocarburos de forma eficiente y segura, garantizando que se satisfagan los requisitos del cliente, con un capital humano competente, motivado y comprometido; con alta responsabilidad social y ambiental e introducción de mejoras tecnológicas.

Visión

Ser una empresa reconocida nacionalmente en el campo de la refinación de hidrocarburos, con márgenes de refinación competitivos, reconocida por la elevada preparación de su capital humano, su alta responsabilidad social, ambiental y su contribución al desarrollo sostenible del país.

Valores de la Empresa

Figura 2.1

Valores de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos



Nota: Elaboración Propia

Fidelidad: Actuar con constancia, devoción y lealtad ante el trabajo, nuestros dirigentes y la Sociedad Socialista que construimos, manteniendo la unidad en torno al Partido Comunista de Cuba y las ideas de Fidel.

Compromiso con la organización y sentido de pertenencia: Colaborar proactivamente con la organización, para contribuir a que la misma cumpla con su estrategia a partir del cumplimiento de nuestras funciones y nuestros resultados, convirtiendo esta relación en sinérgica y beneficiosa

Compromiso con el cliente: Permanente actitud de respeto y preocupación por satisfacer los requisitos y expectativas de los clientes y consumidores finales.

Profesionalidad: Ser competente en el desempeño de las actividades, con un comportamiento ético moral acorde con los principios de la organización enfocado a la satisfacción del cliente.

Seguridad: Actuar con firmeza, serenidad, certeza y confianza en lo que hace y dice, evitando peligros, daños y pérdidas para la organización.

Trabajo en equipo y convergencia de esfuerzos: Mantener una actitud colaborativa de todos los miembros de la organización en función del cumplimiento de la estrategia, a través de la buena comunicación, transparencia e intercambio.

Liderazgo: Actuar con motivación y creatividad en todos los niveles para establecer la unidad de propósito y dirección, creando las condiciones para que las personas se impliquen en el logro de los objetivos de la organización.

Creatividad: Buscar lo nuevo y útil, innovar en aras de perfeccionar el trabajo, para ser más eficientes, buscando una visión de objetivos más abarcadores.

La Refinería Cienfuegos, S.A, desde el mismo comienzo de las operaciones de refinación en diciembre del 2007 ha emprendido la implementación de su sistema integrado de gestión sustentado en el enfoque de procesos para la gestión, orientado a satisfacer los requisitos y expectativas de los clientes, maximizar la seguridad de los trabajadores e instalaciones y minimizar el impacto al medio ambiente.

La Refinería de Petróleo de Cienfuegos tiene definidos sus procesos estratégicos, claves y de apoyo como se muestra en el mapa de procesos (ver Anexo1).

El proceso M17 referido a Gestión Energética se clasifica como uno de los procesos de apoyo de esta entidad y constituye el proceso objeto de estudio de la presente investigación.

2.3 Metodología de solución de problemas del ingeniero industrial

En el desarrollo de la investigación se utiliza, para el análisis, la metodología para la solución de problemas del ingeniero industrial como se muestra en la Figura 2.3.

Figura 2.3

Etapas generales de la solución de problemas en Ingeniería Industrial.



Nota: (Díaz La Hoz, 2019)

En la aplicación de la metodología para la solución de problemas en las etapas generales de las mismas se realizan las siguientes tareas:

1. Definición y análisis del problema

En esta etapa se procede a describir el problema de la organización objeto de estudio, se realiza el análisis del proceso, para ello se proponen la utilización de técnicas y herramientas tales como:

- Mapa de procesos.
- Mapa general de procesos.
- Flujogramas.

- Aplicación de listas de chequeo.
- Cuestionarios.
- Priorización de causas.
- Análisis estadísticos.
- Capacidad de cumplir las especificaciones.
- Observación directa.
- Revisión de documentos.
- Método de expertos.

Se utiliza el método de expertos, el trabajo con expertos permite conocer las opiniones de los especialistas que tienen mayor dominio del tema y así poder realizar una investigación con mayor profundidad. Se realiza el cálculo del número de expertos a través de la siguiente expresión:

$$n = \frac{p(1-p)k}{i^2}$$

Ecuación 2.1

Dónde:

K: constante que depende del nivel de significación estadística.

p: proporción de error que se comete al hacer estimaciones del problema con n expertos.

i: precisión del experimento. ($i \leq 12$)

1 - α	k
99%	6,6564
95%	3,8416
90%	2,6896

Los criterios a utilizar para la selección de los miembros del equipo de trabajo son:

- Años de experiencia.
- Vinculación a la actividad lo más directamente posible.
- Capacidad para trabajar en equipo.
- Conocimiento del tema a tratar.

Se utiliza la metodología de Cortés & Iglesias (2004), para el cálculo del coeficiente de competencia, la misma tiene como objetivo asegurar que los expertos que se consultan verdaderamente pueden aportar criterios significativos respecto al tema objeto de estudio. Se seleccionan aquellos expertos que tengan un coeficiente de competencia entre medio y alto.

2. Análisis, selección y diseño de la solución

Se une el paso de análisis y selección de la alternativa de solución con el paso de diseño de la solución, debido a que en la etapa anterior se realiza el análisis del problema, las causas y su priorización. En esta etapa se utiliza la metodología de la 5 Ws y 2 Hs o 5 Ws y 1 H que tiene como finalidad establecer el plan de mejora para lograr el objetivo de la investigación.

3. Implementación

En esta etapa se implementan las acciones de mejoras, dando seguimiento a la mejora del proceso de calibración a través de los indicadores establecidos en el proceso.

2.4 Aplicación de la metodología para la solución de problemas

En el siguiente epígrafe se aplican las etapas de la metodología de solución de problemas que ofrecen mejoras al Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería.

2.4.1 Definición y análisis del problema

Para realizar el análisis del problema se hace necesario la determinación del grupo de expertos, definiéndose los valores a asignar en los términos de la ecuación 2.1:

- proporción de error p (1%) se debe a la carencia de expertos en Cuba sobre la gestión energética
- precisión del experimento i (8%, precisión media) se cumple la premisa que tiene que ser $\leq 12\%$.
- nivel de significación estadística $(1-\alpha)$ se establece para un Nivel de Confianza de 99% de forma que sea lo más fiable posible los criterios establecidos por el grupo de trabajo.

$$n = \frac{0,01 (1 - 0,01) 6,6554}{(0,08)^2} = \frac{0,06589836}{0,0064} = 10,29 \approx 11 \text{ integrantes}$$

Al realizar los cálculos se determina que el número de expertos debe ser un total de once integrantes, pertenecientes al Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA),

Departamento de Ingeniería Informática de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad de Cienfuegos y la Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (ONURE). Seguidamente a todos se les realiza un análisis de experticia según se muestra en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1

Cálculo del coeficiente de competencia de cada experto.

Expertos	Kc	Ka	$K_{comp} = Kc + Ka/2$	Nivel
1	0.9	0.79	0.85	Alto
2	0.8	0.90	0.8	Alto
3	0.8	0.96	0.88	Alto
4	0.9	0.79	0.85	Alto
5	0.8	0.84	0.82	Alto
6	0.9	0.79	0.85	Alto
7	0.8	0.96	0.90	Alto
8	0.7	0.79	0.81	Alto
9	0.7	0.78	0.81	Alto
10	0.8	0.96	0.88	Alto
11	0.9	0.79	0.85	Alto

Nota: Elaboración propia

Una vez determinado el número de expertos a utilizar y el nivel de experticia, que en este caso es alto en cada uno, se pasa al análisis del sistema de gestión de la energía (ver Anexo 2).

Los resultados obtenidos por los expertos muestran que, actualmente la gestión de la información referente a los portadores energéticos se realiza con la aplicación de la norma cubana NC: ISO 50 001. El procesamiento de esta información se hace de forma engorrosa en cada empresa ya que se almacenan en documentos Excel todos los datos referentes a los portadores energéticos.

El proceso inicia cuando el Director General de la Empresa decide aplicar la NC: ISO 50 001 para ver el desempeño energético de los portadores, disminuir sus consumos y así sus costos asociados.

Para aplicar la NC: ISO 50 001 a una empresa, el Energético debe realizar un análisis de brechas, el cual da como resultado la situación actual de la empresa. Después, este crea la matriz energética, dando como resultado el estado actual de la gestión energética. El Director General determina el Equipo Gestor de la Energía que se encarga de monitorear dicha norma. El Energético elabora una política energética basada en la situación de la empresa y las necesidades de la misma; y luego elabora un documento que tenga constancia de los alcances y los límites de la empresa. El Director General almacena estos documentos junto con los requisitos legales por los cuales se rige la entidad. El Equipo Gestor de la Energía obtiene la información referente a los portadores energéticos y los almacena en un documento Excel, luego se realizan los procesamientos necesarios para dicha empresa.

Con la obtención de indicadores que permiten medir el desempeño energético y tomar las decisiones pertinentes a los mismos, el Equipo Gestor de la Energía pasa a realizar el proceso de revisión energética. Cuando este proceso culmina se evalúan los resultados y el Director General determina si se cumplieron las metas propuestas. Cuando se obtiene un resultado positivo se llega al fin del proceso, en el caso contrario, el energético aplica acciones correctivas y el Equipo Gestor de la Energía vuelve a realizar otro proceso de revisión energética. Con estas decisiones tomadas se puede contribuir al ahorro de energías y combustibles lográndose así un ciclo de mejora continua, hasta llegar a la estabilidad del proceso.

La forma en que actualmente se desarrolla el Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería al estar recopilados los datos e información referente a los consumos de portadores energéticos y la producción en formato de hojas de Excel, conlleva a ralentizar el trabajo, además que la documentación del Sistema de Gestión de la Energía se encuentra dispersa; estando en riesgo de pérdida de toda la información.

2.4.2 Análisis, selección y diseño de la solución

Para la solución de esta problemática se propone el método Despliegue de la Función Calidad también llamado La Casa de la Calidad, Análisis de necesidades y expectativas, o QFD (*Quality Function Deployment*) utilizado en la ingeniería de la calidad para crear productos que se adapten a los gustos y necesidades del usuario.

2.4.3 Antecedentes de la Metodología QFD

El QFD fue introducido en Japón a finales de los años 60 por los profesores Shigeru Mizuno y Yoji Akao, durante una época en la cual las industrias japonesas habían quebrado después de

la Segunda Guerra Mundial. De modo que el desarrollo de productos basado en la copia y la imitación tuvo que cambiar por el desarrollo de productos basado en la originalidad. Después de la Segunda Guerra Mundial, el Control Estadístico de Calidad (SQC, *Statistical Quality Control*) fue introducido en Japón y llegó a ser la actividad central de calidad, principalmente en el área de manufactura. Luego esto fue integrado con técnicas del Dr. Juran, quien, durante su visita en 1954 a Japón, enfatizó en la importancia de hacer control de calidad a la parte de administración del negocio y se basaron en las enseñanzas del Dr. Kaoru Ishikawa, quien dirigió el movimiento de la Campaña del Control de Calidad, convenciendo a la gerencia superior de las empresas sobre la importancia que tenía cada empleado que hacía parte de la empresa. Esta evolución fue soportada también por la publicación del Dr. Feigenbaum en 1961 sobre el Control Total de la Calidad³ (TQC, *Total Quality Control*); de esta forma el SQC fue transformado en TQC en Japón durante el período comprendido entre 1960 y 1965. TQC es un sistema para optimizar la producción, basado en ideas desarrolladas por las industrias japonesas de los años 50. El sistema empezó con el concepto de círculos de calidad en grupos de 10 a 20 trabajadores, a quienes se les dio la responsabilidad de la calidad de los productos que ellos produjeron. Esto gradualmente se involucró en varias técnicas que involucraron trabajadores y gerentes para maximizar productividad y calidad, incluyendo la supervisión cercana del personal y de la excelencia en el servicio al cliente (Arroyave, Maya & Orozco, 2017).

Fue durante este tiempo que se presentó el concepto y la metodología del QFD. La industria japonesa de automóviles estaba en medio de un rápido crecimiento a través del desarrollo de nuevos productos y al mismo tiempo se presentaron dos situaciones que fueron las semillas a través de las cuales fue concebido el QFD:

- Las personas empezaron a reconocer la importancia del diseño de la calidad, pero cómo podría ser hecha, no se encontraba en los libros en esos días.
- Las compañías estaban listas para usar cuadros y gráficos para el control de calidad de los procesos, pero estos eran producidos en el sitio de manufactura después de que los nuevos productos estaban fabricados.

El propósito de los Profesores Mizuno y Akao era desarrollar un método de aseguramiento de la calidad que plasmará la satisfacción del cliente en un producto antes de que fuera manufacturado, ya que otros métodos de control de calidad estaban enfocados en arreglar un

problema durante o después de que el producto fuera manufacturado. (Arroyave, Maya & Orozco, 2017).

La primera aplicación formal que consolidó el concepto de la calidad del diseño, fue en el año 1972 en los Astilleros de Kobe de *Mitsubishi Heavy Industries* (Japón), ayudados por Yoji Akao, Shigeru Mizuno y Yasushi Furukawa, quienes desarrollaron una estructura denominada matriz de la calidad, que sistematizaba la relación entre las necesidades de los clientes y las características de calidad inherentes a los productos. Esta matriz constituye actualmente el núcleo del QFD. Todas las ideas y desarrollos propuestos fueron integrados y configurados en el despliegue de la calidad (QD, *Quality Deployment*). QD se define como una metodología que convierte las demandas de los usuarios en características de calidad, determina la calidad del diseño del producto terminado y sistemáticamente despliega esta calidad en los procesos y sus relaciones.

Hubo otro elemento que se mezcló a la estructura del QFD desde el valor de la ingeniería, el cual mostró una manera de definir las funciones de un producto. Fue Katsuyoshi Ishihara quien expandió esto, pensando alrededor de las funciones de los procesos de negocio. El despliegue de estas funciones llegó a conectarse con lo que después se denominó QFD. El Dr. Mizuno definió QFD como un despliegue paso a paso de unas funciones u operaciones de trabajo que incorporan calidad en detalle a través de la sistematización. Hacia 1975 la Sociedad Japonesa de Control de la Calidad (JSQC) constituyó un comité que se encargó de estudiar el QFD y formular su metodología. Este trabajo se realizó durante 13 años, al cabo de los cuales publicaron un estudio sobre las aplicaciones del QFD en 80 empresas japonesas. (Arroyave, Maya & Orozco, 2017).

2.4.4 Ventajas de la Metodología QFD

QFD aporta un gran número de beneficios a las organizaciones que trabajan por mejorar continuamente su calidad, productividad y, por ende, su competitividad. (Arroyave, Maya & Orozco, 2017).

Ventajas orientadas al Cliente y al producto

- Asegura la consistencia entre los requisitos del cliente y las características medibles del producto, y entre la planeación y el proceso de producción. Esto se refleja en clientes más

satisfechos con los productos o servicios y en la disminución del número de manifestaciones de no conformidad.

- Traduce los requisitos del producto en requisitos (técnicos) significativos en cada etapa del proceso de desarrollo y producción.
- Identifica fortalezas y debilidades comparativas de los productos respecto a la competencia, lo cual le permite a la empresa compararse y concluir sobre la forma en que está satisfaciendo las necesidades de los clientes.
- Ofrece un método estructurado para conectarse con todo el conocimiento en el desarrollo de nuevos productos en cualquier organización y facilita su administración y control.

Eficiente en consumo de recursos

- Logra que las cosas se muevan más rápido porque la planeación toma lugar en una etapa temprana, así se minimizan las interpretaciones equivocadas de prioridades y objetivos y se reducen costos de puesta en marcha.
- QFD se centra en requisitos del cliente, específicos y claramente identificados; debido a esto no se desperdicia tiempo en desarrollar características que tienen poco valor para el cliente. • Reduce el número de cambios de ingeniería.
- Reduce el tiempo de ciclo en el diseño.

Ventajas orientadas al Trabajo en equipo

- QFD es un enfoque orientado al trabajo en equipo. Todas las decisiones están basadas en el consenso e incluyen discusión a fondo y tormenta de ideas. Puesto que todas las acciones que deben tomarse se identifican como parte del proceso, los individuos ven dónde encajan en la escena completa, promoviendo de esta manera el trabajo en equipo.
- Informa y convence a todos aquellos responsables de varias etapas del proceso de la relación entre la calidad de los resultados de cada fase (del proceso del QFD) y la calidad del producto final.
- Reúne personas de varias disciplinas y facilita la formación de equipos capaces de encontrar los requisitos del cliente

Ventajas orientadas hacia la documentación

- QFD motiva hacia la documentación del conocimiento de mercadotecnia, diseño, ingeniería y manufactura del producto de una manera consistente y objetiva.
- Refuerza el interés en documentar los requisitos del cliente y los procesos internos, lo cual es particularmente útil cuando ocurre un trastorno. Esta documentación debe mantenerse actualizada con el fin de descartar información obsoleta.

Ventajas de usar QFD en el proceso de software (SQFD):

- Se involucran los clientes y usuarios en el proceso.
- Enfoque en las necesidades del cliente
- Constructor de equipos
- Mejora de la calidad de los productos o servicios
- Disminución del tiempo en el ciclo de desarrollo
- Disminución de costos
- Mayor productividad
- Reducción de cambios en la etapa de diseño
- Bueno para la comunicación, toma de decisiones y planeamiento
- Permite concentrar gran cantidad de información en un espacio pequeño.

2.5 Pasos a seguir para la construcción de la matriz QFD

El QFD se pregunta por la calidad verdadera, es decir, por —QUÉ necesitan y esperan los clientes; también, se interroga por —CÓMO conseguir satisfacer necesidades y expectativas, en este caso, la interrogante a dar solución es: ¿cómo diseñar la herramienta informática que permita la mejora del Sistema de Gestión de la Energía en la refinería?

En la figura 2.4 se muestra como queda compuesta La Casa de la Calidad basado en los pasos a seguir para su construcción explicados a continuación.

Paso 1: Lista de los QUÉ.

La lista de los QUÉ debe incluir los aspectos que los usuarios van a esperar del producto. En este punto hay que poner cuántas más cosas mejor sin olvidarse ni despreciar ningún aspecto, ya que, posteriormente se irán descartando los QUÉ menos relevantes.

Paso 2: Análisis de los QUÉ.

Lo primero que hay que hacer es clasificar los QUÉ según su importancia, se puede realizar una encuesta a los usuarios potenciales donde clasifiquen la importancia de cada aspecto entre 1 y 5 (1=no es importante, 5=muy importante), estas ponderaciones conforman una columna dentro de la Casa. La siguiente columna a rellenar es de la situación actual del producto respecto a cada QUÉ con valores entre 1 y 5 para cada uno de los QUE, siendo 1=muy mala situación y 5=muy buena.

Una vez hecho esto según la importancia de cada QUÉ, se fija un objetivo a alcanzar entre 1 y 5 y se coloca en otra columna. Se calcula el ratio de mejora que resulta de dividir la situación actual de cada QUÉ con su objetivo. Se calcula la ponderación absoluta multiplicando la importancia y el ratio de mejora y se calcula también la ponderación relativa en porcentaje calculando la ponderación absoluta de cada QUÉ dividido entre la suma de todas las ponderaciones absolutas.

Paso 3: Lista de los CÓMO.

Una vez estudiado lo que debe tener el producto, hay que definir los requisitos técnicos necesarios para que se cumplan, para ellos en la lista de los CÓMO enumeramos qué características debe tener el producto.

Paso 4: Relación entre los CÓMO.

Este es el famoso triangulo (o tejado) que hay encima del QFD, por el cual este método se llama también la Casa de la Calidad. Es la llamada matriz de interrelación de los COMO.

Paso 5: Relación entre QUÉ y CÓMO

Esta matriz está en el centro del QFD y sirve para relacionar los QUÉ demandados por el usuario con los CÓMO. De esta forma podemos traducir los aspectos abstractos de la lista de los QUÉ en características medibles de la lista de los CÓMO. Para hacer esto se clasifica entre 0 y 10 la relación entre cada QUÉ y cada CÓMO (siendo 0=sin relación, 1=baja relación, 3=media relación, 10=alta relación).

Paso 6: Análisis de los CÓMO

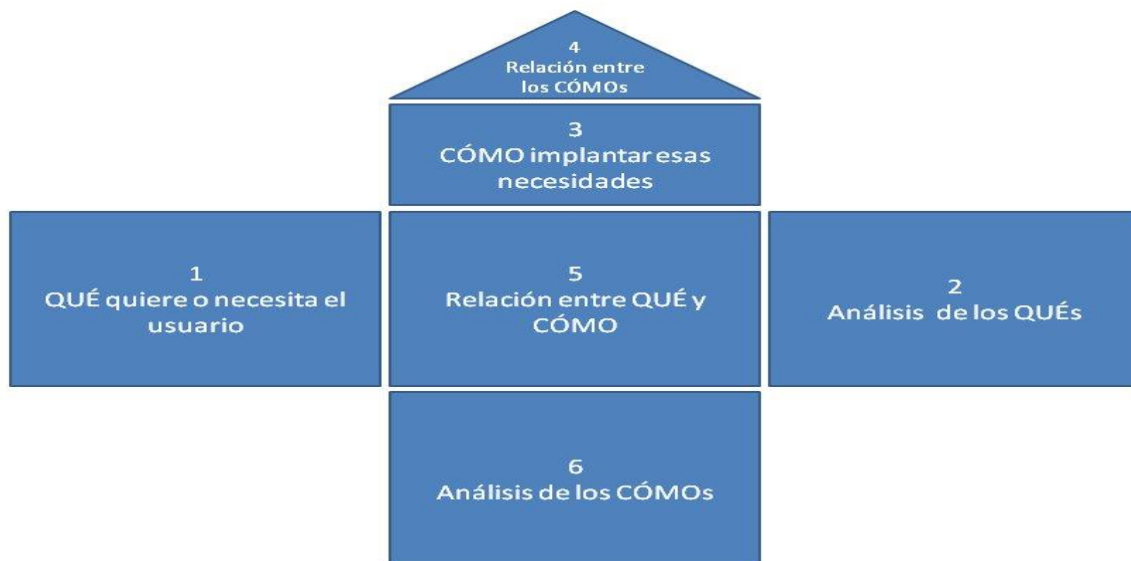
Se calculan los objetivos técnicos que son necesarios conseguir para cumplir finalmente con las especificaciones que requiere el producto. Para ello se fija la orientación deseada de cada CÓMO (más=mejor o más=peor).

Lo siguiente es la ponderación absoluta y relativa de cada CÓMO. Para cada CÓMO se calcula la Ponderación absoluta = Sumatorio (Valor de cada la casilla de relación entre QUÉ y CÓMO multiplicado por la Ponderación relativa del QUÉ asociado), a partir de aquí se obtiene el orden de importancia de cada uno de los aspectos técnicos.

Por último, se rellenan cuáles son los aspectos técnicos del producto y se marcan cuáles serán las características que se implementarán en el producto; teniendo en cuenta, la relevancia de esa característica en la ponderación.

Figura 2.4

Índices a seguir para la construcción de la matriz QFD.



Nota: elaboración propia.

2.6 Aplicación del método Despliegue de la Función Calidad en el diseño de una herramienta informática para la mejora del Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería.

En el siguiente epígrafe se ponen en práctica los elementos conceptuales de la metodología QFD con el objetivo de analizar qué requerimientos técnicos debe cumplir la nueva herramienta informática que se quiere diseñar para ser implementada en la Refinería de Petróleo. Se desarrollan herramientas como la Casa de Calidad, producto del trabajo del grupo de expertos que analizan el nivel de significancia de cada solicitud, así como las vías óptimas de solución.

A continuación, se desglosan los pasos del proceso:

Paso 1: Requerimientos del cliente: vector de QUÉ. La pregunta a contestar es: ¿Qué características resultan importantes a los expertos para la implementación del producto informático?

Respuestas de la lluvia de ideas para la generación de los QUÉ:

1. Qué permita tomar decisiones.
2. Qué evidencie una gestión efectiva
3. Qué sea fácil la toma de decisiones.
4. Qué sean confiables los datos e información.
5. Qué se proteja la información.
6. Qué sea actualizable.
7. Qué visualice la gestión de la energía en la empresa.
8. Qué sea accesible para todos los públicos.
9. Qué sea capaz de funcionar en cualquier soporte.

Paso 2: Análisis de los QUÉ.

En este paso se clasifican por importancia los QUÉ, estableciendo la escala del 1 a 5 donde (1= no es importante; 5= muy importante) a través del consenso entre expertos se obtiene con un nivel de concordancia (W Kendall) de 0.89., los resultados se muestran en la tabla 2.2

Tabla 2.2

Clasificación del nivel de importancia de los QUÉ por los usuarios.

QUÉ	Nivel de importancia para el usuario
1. Qué permita tomar decisiones	5
2. Que evidencie una gestión efectiva	5
3. Qué visualice la gestión de la energía en la empresa	4
4. Qué sea fácil la toma de decisiones	5
5. Qué sean confiables los datos e información	5
6. Qué se proteja la información	4
7. Qué sea actualizable	5
8. Qué sea accesible para todos los públicos	5
9. Qué sea capaz de funcionar en cualquier soporte	5

Nota: elaboración propia.

Lo siguiente es la situación actual del producto respecto a cada QUÉ con valores entre 1 y 5 para cada uno de los QUÉ, siendo 1=muy mala situación y 5=muy buena. Luego con la importancia de cada QUÉ se fija un objetivo a alcanzar entre 1 y 5, se calcula el ratio de mejora resultante de dividir la situación actual de cada QUÉ con su objetivo, se calcula la ponderación absoluta multiplicando la importancia por el ratio de mejora y se calcula la ponderación relativa en porcentaje como: ponderación absoluta de cada QUÉ dividido entre la suma de todas las ponderaciones absolutas.

Paso 3: Requerimientos del diseño: vector de "CÓMO".

En este paso se definen los requisitos técnicos necesarios para cumplir con las necesidades del usuario y se establece una escala de medida a cada uno entre 0 y 1 donde 0=No y 1=Si como valoración técnica para los resultados que se toman una vez terminada la matriz, quedando definidos como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3

Estableciendo objetivos para los requerimientos de diseño: Vector de "CÓMO".

Lista de los CÓMO	Escala de medida	
	No = 0	Sí = 1
1.Sistema distribuido	No = 0	Sí = 1
2.Objetivos de performance o tiempo de respuesta	No = 0	Sí = 1
3.Eficiencia del usuario final	No = 0	Sí = 1
4. Procesamiento interno complejo	No = 0	Sí = 1
5. Código reutilizable	No = 0	Sí = 1
6. Facilidad de instalación	No = 0	Sí = 1
7.Facilidad de uso	No = 0	Sí = 1
8.Incluye objetivos especiales de seguridad	No = 0	Sí = 1
9.Provee acceso directo a terceras partes	No = 0	Sí = 1

Nota: elaboración propia

Paso 4: Relación de los CÓMO.

En este paso se establece las interrelaciones entre los CÓMO previamente definidos en la Tabla 2.3, se define la simbología a utilizar para las interrelaciones y así construir la matriz o tejido de la Casa de la Calidad como se muestra en la tabla 2.4.

Tabla 2.4

Simbología para el establecimiento de las interrelaciones de los CÓMO.

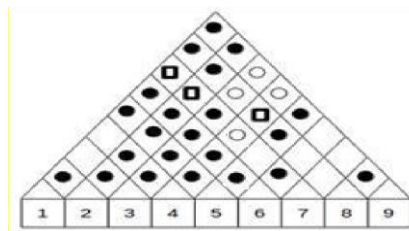
Símbolo	Significado
	Interrelación fuerte
	Interrelación normal
	Interrelación débil
	Sin interrelación

Nota: elaboración propia

En la Figura 2.5 se muestra la matriz de interrelación de los CÓMO; puesto que cada requerimiento se interrelaciona entre ellos (si es que existe relación, ya sean positivas o negativas). Los resultados se muestran en una matriz triangular simulando el tejado de una casa.

Figura 2.5

Matriz de interrelación de los CÓMO.



Nota: elaboración propia

Paso 5: Relación entre los QUÉ y los CÓMO.

Se relacionan los QUÉ definidos en el paso 1 con los CÓMO definidos del paso 3, con ello se construye la matriz central del QFD traduciendo los valores de la lista de los QUÉ en características medibles de la lista de los CÓMO, estableciéndose una escala para esta relación con valores que van de 0 a 10 (donde 0= sin relación, 1-3=baja relación, 4-6= media relación, 7-10 alta relación), en la figura 2.6 se muestran los resultados.

Paso 6: Análisis de los CÓMO.

Se realizan los cálculos necesarios a los objetivos técnicos que permitan finalmente cumplir las especificaciones que requiere el producto para lo cual se fija una orientación deseada para cada CÓMO (más=mejor o más=peor).

Lo siguiente es la ponderación absoluta y relativa de cada CÓMO. Para cada CÓMO se calcula la Ponderación absoluta = Sumatorio (Valor de cada casilla de relación entre QUÉ y CÓMO multiplicado por la Ponderación relativa del QUÉ asociado), a partir de aquí se obtiene el orden de importancia de cada uno de los aspectos técnicos.

Por último, se rellenan cuáles son los aspectos técnicos del producto y se marcan cuáles serán las características que se implementarán en el producto teniendo en cuenta la relevancia de esa característica en la ponderación.

En la figura 2.7 se muestran los datos resultantes de los cálculos realizados a los requerimientos de diseño y características técnicas que demandan los usuarios para la herramienta, los mismos quedan organizados según el nivel de importancia que fue otorgado por los expertos.

Figura 2.6

Matriz Central del QFD (Relación entre los QUÉ y los CÓMO).

	Sistema distribuido (0-1)	Objetivos de performance o tiempo de respuesta (0-1)	Eficiencia del usuario final (0-1)	Procesamiento interno complejo (0-1)	Código reutilizable(0-1)	Facilidad de inatallación (0-1)	Facilidad de uso (0-1)	Incluye objetivos especiales de seguridad (0-1)	Acceso directo a terceras partes (0-1)
que permita tomar decisiones	10	0	0	0	10	0	0	10	8
que evidencie una gestión efectiva	10	0	0	0	9	0	0	10	8
que visualice la gestión de la energía en la empresa	10	10	8	8	8	0	0	10	7
que sea facil la toma de decisones	10	10	10	10	9	1	0	10	5
que sean confiables los datos e información	10	8	7	7	6	0	0	9	8
que se proteja la información	3	5	10	3	10	0	3	6	3
que sea actualizable	9	2	6	4	9	0	3	7	4
que sea accesible para todos los públicos	2	4	0	10	9	7	5	8	8
que sea capaz de funcionar en cualquier soporte	5	4	8	8	9	3	2	8	6

Nota: elaboración propia.

Figura 2.7

Matriz Central del QFD (resultados de los cálculos a los factores técnicos y de diseño).

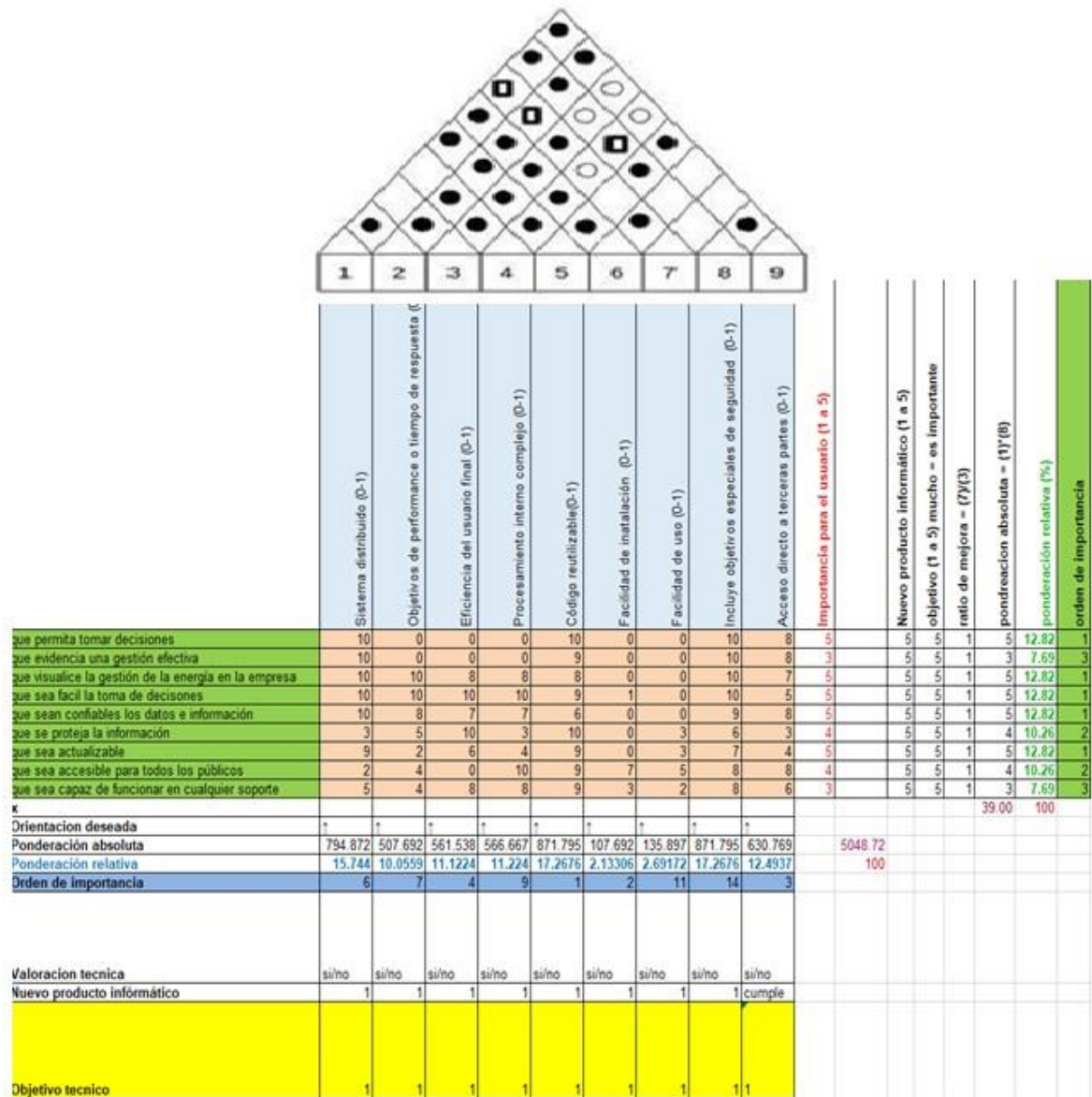
	Sistema distribuido (0-1)	Objetivos de performance o tiempo de respuesta (0-1)	Eficiencia del usuario final (0-1)	Procesamiento interno complejo (0-1)	Código reutilizable(0-1)	Facilidad de instalación (0-1)	Facilidad de uso (0-1)	Incluye objetivos especiales de seguridad (0-1)	Acceso directo a terceras partes (0-1)	Importancia para el usuario (1 a 5)		Nuevo producto informático (1 a 5)	objetivo (1 a 5) mucho = es importante	ratio de mejora = (7)/(3)	ponderación absoluta = (1)*(8)	ponderación relativa (%)	orden de importancia
que permita tomar decisiones	10	0	0	0	10	0	0	10	8	5		5	5	1	5	12.82	1
que evidencie una gestión efectiva	10	0	0	0	9	0	0	10	8	3		5	5	1	3	7.69	3
que visualice la gestión de la energía en la empresa	10	10	8	8	8	0	0	10	7	5		5	5	1	5	12.82	1
que sea fácil la toma de decisiones	10	10	10	10	9	1	0	10	5	5		5	5	1	5	12.82	1
que sean confiables los datos e información	10	8	7	7	6	0	0	9	8	5		5	5	1	5	12.82	1
que se proteja la información	3	5	10	3	10	0	3	6	3	4		5	5	1	4	10.26	2
que sea actualizable	9	2	6	4	9	0	3	7	4	5		5	5	1	5	12.82	1
que sea accesible para todos los públicos	2	4	0	10	9	7	5	8	8	4		5	5	1	4	10.26	2
que sea capaz de funcionar en cualquier soporte	5	4	8	8	9	3	2	8	6	3		5	5	1	3	7.69	3
x															39.00	100	
Orientación deseada	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑								
Ponderación absoluta	794.872	507.692	561.538	566.667	871.795	107.692	135.897	871.795	630.769		5048.72						
Ponderación relativa	15.744	10.0559	11.1224	11.224	17.2676	2.13306	2.69172	17.2676	12.4937	100							
Orden de importancia	6	7	4	9	1	2	11	14	3								
Valoración técnica	si/no	si/no	si/no	si/no	si/no	si/no	si/no	si/no	si/no								
Nuevo producto informático	1	1	1	1	1	1	1	1	1	cumple							
Objetivo técnico	1	1	1	1	1	1	1	1	1								

Nota: elaboración propia.

La figura 2.8 muestra la matriz de la Casa de la Calidad resultante al cumplimiento de los pasos para su elaboración.

Figura 2.8

Matriz de la Casa de la Calidad.



Nota: elaboración propia.

La herramienta informática de nombre EfiGest, Software de Gestión Energética basado en la NC-ISO 50 001 del 2019 fue diseñada por el autor Héctor Michel Betancourt Montes de Oca a partir de los requerimientos técnicos determinados por la autora del trabajo en el epígrafe anterior. Los resultados se muestran en los anexos.

2.7 Validación del diseño mediante pruebas funcionales

Un aspecto crucial en el control de la calidad del desarrollo de software, son las pruebas y dentro de estas, las pruebas funcionales, en las cuales se hace una verificación dinámica del comportamiento de un sistema, basada en la observación de un conjunto seleccionado de ejecuciones controladas o casos de prueba. Las pruebas funcionales son aquellas que se aplican al producto final, y permiten detectar en qué puntos el producto no cumple sus especificaciones, es decir, comprobar su funcionalidad. Para realizarlas se debe hacer una planificación que consiste en definir los aspectos a examinar y la forma de verificar su correcto funcionamiento, punto en el cual adquieren sentido los casos de prueba. (Betancourt, 2022).

Pruebas Funcionales:

Figura 2.9

Registrar Usuario



The screenshot shows a web form titled "EfiGest" with a logo. The form is divided into two main sections: "Registrar Usuario:" and "Preguntas de seguridad:". The "Registrar Usuario:" section contains three input fields: "Nombre de usuario:", "Contraseña:", and "Repetir contraseña:", each with a toggle icon to the right. The "Preguntas de seguridad:" section contains three questions, each with a dropdown menu and a corresponding "Respuesta:" input field. The questions are: "¿Cuál era el sobrenombre de tu mejor amigo en el instituto?", "¿Cuál sería tu trabajo ideal?", and "¿En qué ciudad se conocieron tus padres?". A "Registrar" button is located at the bottom right of the form.

Nota: tomado de (Betancourt, 2022).

Validaciones: La Validación se hace en el evento “MouseClicked” del botón “Registrar”, y en cada uno de los campos de textos con el evento “KeyTyped” no permitiendo la entrada de datos que se pasen de una cantidad. Las validaciones cumplen las siguientes reglas:

- Nombre de usuario: El nombre de usuario debe estar constituido como mínimo por un carácter y como máximo 40.
- Contraseña: La contraseña debe estar constituida como mínimo por un carácter y como máximo 40.
- Respuestas: Las respuestas deben estar constituidas como mínimo por un carácter y como máximo 40.

Zona de Errores: Es una ventana flotante que se muestra con el error en cuestión.

Figura 2.10

Autenticarse



Nota: tomado de (Betancourt, 2022).

Validaciones: La Validación se hace en el evento “MouseClicked” del botón “Aceptar” y en cada uno de los “ActionPerformed” de los JTextField en cuestion, tambien en cada uno de los campos de textos con el evento “KeyTyped” no permitiendo la entrada de datos que se pasen de una cantidad. Las valudaciones cumplen las siguientes reglas:

- Nombre de usuario: El nombre de usuario debe estar constituido como mínimo por un carácter y como máximo 40.
- Contraseña: La contraseña debe estar constituida como mínimo por un carácter y como máximo 40.

Zona de Errores: Es una ventana flotante que se muestra con el error en cuestión.

Figura 2.11

Gestionar consumo de equipos

Equipo	Portador	Fecha	Consumo
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-03	23
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-06	11
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-02	3
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-04	2
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-04	2
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-04	2
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-04	2
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-04	3
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-10	3
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-10	44
TV	ELECTRICIDAD	2022-11-27	23
TV	DIESEL GEE	2022-11-30	22

Nota: tomado de (Betancourt, 2022).

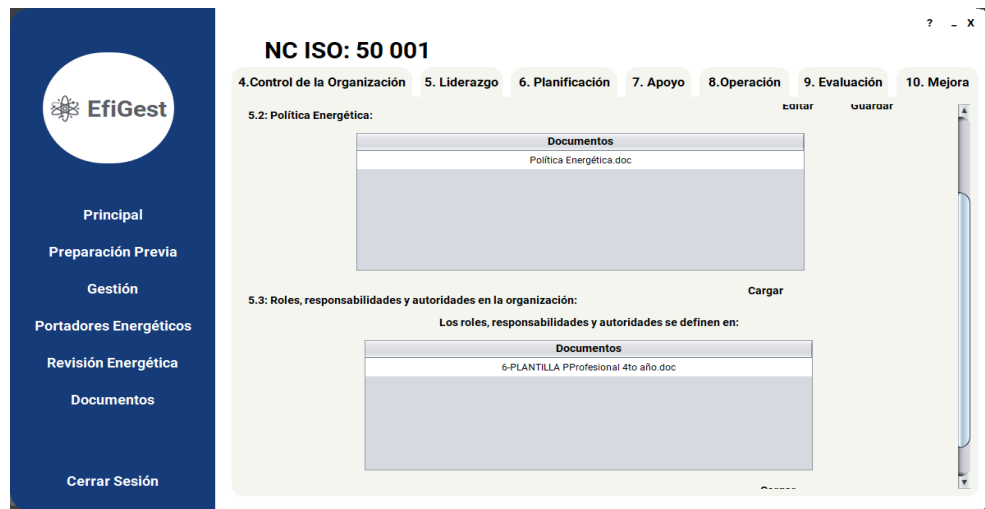
Validaciones: La Validación se hace en el evento “MouseClicked” del botón “Insertar”, en cada uno de los campos de textos con el evento “KeyTyped” no permitiendo la entrada de datos que se pasen de una cantidad y tambien en el selector de fechas evitando que inserten formatos de fechas incorrectos. Las validaciones cumplen las siguientes reglas:

- Fecha: El formato de fecha debe estar constituido por fechas de tipo (yyyy-MM-dd) y no pueden exceder la fecha del sistema.
- Cosumos: El consumo debe estar constituido solo por numeros enteros como mínimo por un dígito distinto de 0 y como máximo 11 dígitos.

Zona de Errores: Es una ventana flotante que se muestra con el error en cuestión.

Figura 2.12

Gestionar política energética



Nota: tomado de (Betancourt, 2022).

Validaciones: La Validación se hace en el evento “MouseClicked” del botón “Cargar”, precisamente en el metodo “setAcceptAllFilterUsed()” donde validamos las extensiones de los documentos que pueden ser anexados al sistema. Las validaciones cumplen las siguientes reglas:

- Deberá insertar un fichero que posea alguno de estos formatos xlsx, xls, doc, docx, pdf.

Zona de Errores: No se muestran errores.

2.8 Conclusiones parciales del capitulo

1. Se aplican las etapas de la Metodología de Solución de Problemas del ingeniero industrial con el objetivo de identificar mediante el grupo de expertos la propuesta del método que permitirá la mejora del Sistema de Gestión de la Energía.
2. Se utiliza la Metodología QFD permitiendo otorgar los requerimientos técnicos que debe poseer la herramienta informática para la mejora del Sistema de Gestión de la Energía.
3. Se logra la validación de la herramienta mediante pruebas funcionales necesarias para evaluar su funcionalidad y en qué puntos la misma no cumple con sus especificaciones.

Capítulo III

Capítulo 3: Validación de la herramienta EfiGest para el Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos.

3.1 Introducción

En el presente capítulo se modela el Sistema de Gestión de la Energía para la Refinería de Petróleo de Cienfuegos mediante la perspectiva que ofrece el software de gestión energética basado en la NC ISO 50 001:2019 EfiGest desarrollado por Betancourt, (2022) y con las bases técnicas necesarias que ofrece la autora del trabajo, con intenciones encaminadas a su implementación, mantenimiento y continua mejora para lograr establecer a través del mismo un Sistema de Gestión Energética efectivo, con la menor inversión de recursos. La estructura del capítulo mantiene una concordancia con los acápites de la NC ISO 50 001:2019 reflejados en la herramienta informática.

3.2 Situación actual en la empresa

En la actualidad la Refinería de Petróleo de Cienfuegos almacena toda la documentación, datos e información que abarca el Sistema de Gestión Energética en formatos de archivo de Excel, esto conlleva no solo a ralentizar el trabajo, también constituye un riesgo a la pérdida de información y desorden en la misma encontrándose dispersa puesto que los datos e información referente a los consumos de portadores energéticos y la producción quedan agrupados en diferentes documentos.

3.2.1 Reglas del negocio

En una organización, tanto los procesos como los datos que estos manejan están restringidos por las reglas del negocio. Estas reglas aseguran que la actividad de la empresa se lleva a cabo de acuerdo con restricciones impuestas desde el entorno (leyes o normas) o desde dentro de la propia organización (Betancourt,2022).

La Refinería de Petróleo mantiene las siguientes reglas de negocio a considerar:

- Las lecturas de los portadores energéticos serán recogidas diariamente por el Energético.
- Solo el Director General de la Empresa podrá gestionar todos los datos de la entidad.
- El Equipo Gestor de la Energía es el encargado de las operaciones de inserción o eliminación de la información de los portadores energéticos en la hoja Excel.

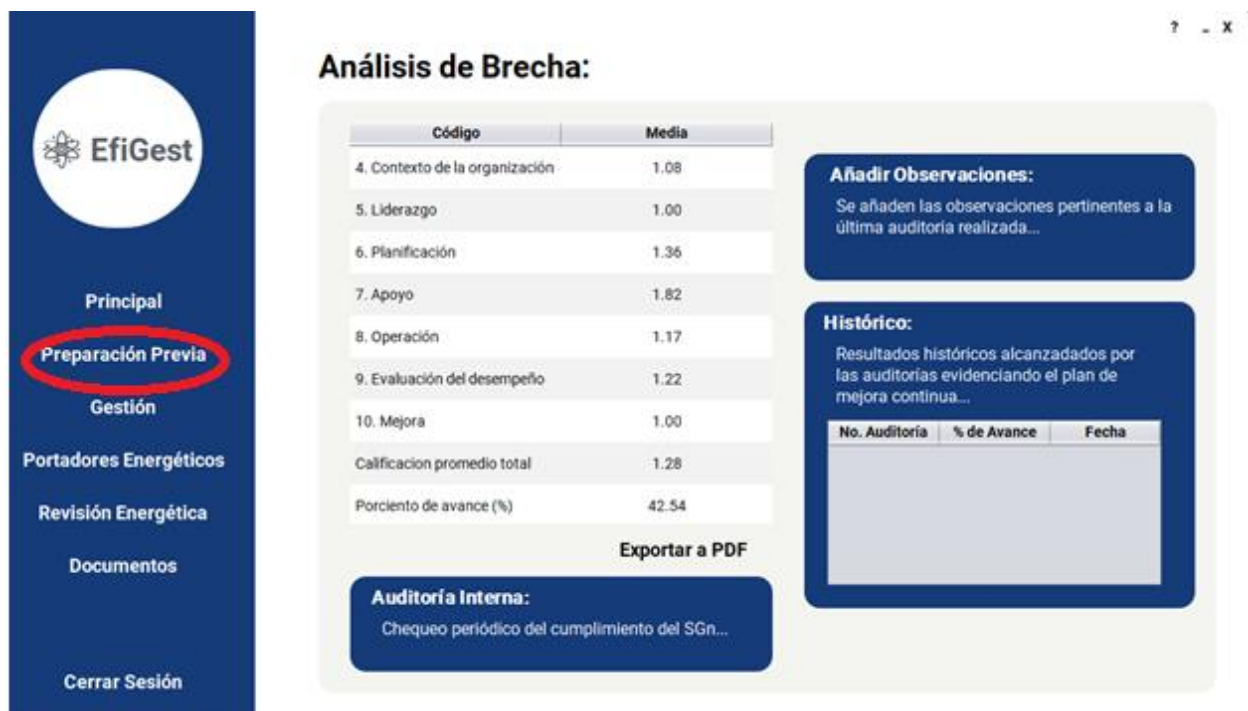
- La información referente a los portadores energéticos será evaluada solamente por el Equipo Gestor de la Energía.
- La toma de decisiones se hará después de aplicar una evaluación en un tiempo definido después del procesamiento.

3.3 Preparación previa

Para dar inicio al proceso la empresa organiza una preparación previa, se analizan cada uno de los apartados de la Norma (ver figura 3.1).

Figura 3.1

Apartados de la NC ISO 50 001:2019.



Nota: elaboración propia.

Se realiza una verificación del cumplimiento de cada a apartado para saber si en la Refinería se cumple o no con los mismos como se muestra en la figura 3.2 y así poder obtener información de la situación actual mediante el análisis de brecha (ver figura 3.3).

Figura 3.2

Contexto de la organización según NC ISO 50 001:2019 en la Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos.

	No Cumple	En Proceso	Cumple
4.1-Comprensión de la organización y su contexto:			
La organización ha determinado las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito y que afectan su capacidad de lograr los resultados previstos de su SGEn y mejorar su desempeño energético.	☐	☐	☒
4.2-Comprensión de las necesidades y de las expectativas de las partes interesadas:			
a) Determinadas las partes interesadas que son pertinentes para el desempeño energético y el SGEn.	☐	☐	☒
b) Determinados los requisitos pertinentes de esas partes interesadas.	☐	☐	☒
c) Determinadas cuales de las necesidades y expectativas identificadas aborda la organización mediante su SGEn.	☐	☐	☒
d) La organización asegura que tiene acceso a los requisitos legales aplicables y a otros requisitos relacionados con su eficiencia energética, uso de la energía y consumo de la energía.	☐	☐	☒
e) La organización determina como estos requisitos se aplican a su eficiencia energética, a su uso de la energía y a su consumo de la energía.	☐	☐	☒
f) La organización asegura que estos requisitos son tomados en cuenta.	☐	☐	☒
g) La organización revisa a intervalos definidos sus requisitos legales y otros requisitos.	☐	☐	☒
4.3-Determinación del alcance del sistema de gestión de energía:			
a) Al determinar el alcance del SGEn la organización ha considerado las cuestiones externas e internas a las que se hace referencia en el apartado 4.1.	☐	☐	☒

Nota: elaboración propia.

Figura 3.3

Resultados del análisis de brecha. Situación actual en la Refinería.



Nota: elaboración propia.

3.4 Contexto de la Organización

Este epígrafe se corresponde al apartado 4 de la NC ISO 50 001:2019.

3.4.1 Comprensión de la organización y su contexto

La organización debe determinar las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito, y que afectan su capacidad de lograr los resultados previstos de su SGEN y mejorar su desempeño energético.

La Matriz de Cuestiones Externas e Internas de la Refinería se muestra en la figura 3.4.

Figura 3.4

Matriz de Cuestiones Externas e Internas de la Refinería de Petróleo.

The screenshot shows the EfiGest software interface for NC ISO: 50 001. The sidebar on the left contains navigation links: Principal, Preparación Previa, Gestión, Portadores Energéticos, and Revisión Energética (circled in red). The main content area is titled 'NC ISO: 50 001' and features a tabbed interface with tabs numbered 4 through 10. Tab 4, 'Control de la Organización', is selected and circled in red. Below this tab, a section titled '4.1: Matriz de Cuestiones Externas e Internas' is highlighted with a red box. This section is divided into two columns: 'Cuestiones Externas' and 'Cuestiones Internas'. Under 'Cuestiones Externas', there are two sub-sections: 'Amenazas' (Threats) and 'Oportunidades' (Opportunities). Under 'Cuestiones Internas', there are two sub-sections: 'Fortalezas' (Strengths) and 'Debilidades' (Weaknesses). Each sub-section contains a list of specific issues or factors. To the right of the matrix, there is a 'Nueva cuestión' (New question) form with a text input field, a 'Tipo' (Type) dropdown menu set to 'Amenazas', and 'Eliminar' (Delete) and 'Insertar' (Insert) buttons.

Nota: elaboración propia.

3.4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas

La organización debe determinar:

- las partes interesadas que son pertinentes para el desempeño energético y el SGEN
- los requisitos pertinentes de esas partes interesadas
- cuáles de las necesidades y expectativas identificadas aborda la organización mediante su SGEN.

En la figura 3.5 se puede observar como la Refinería tiene determinadas sus necesidades y expectativas, tomando como referencia la parte interesada que respecta a los colaboradores.

Figura 3.5

Comprensión de Necesidades y Expectativas de la Refinería.

NC ISO: 50 001

4. Control de la Organización 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Evaluación 10. Mejora

4.2: Comprensión de Necesidades y Expectativas de la Empresa.

Parte Interesada: ☒ Interna ☐ Externa

Necesidades: capacitación, Concientización, compra de nuevas tecnologías, 0/150

Expectativas: Personal más capacitados, mayor conciencia energética, incorporar nuevas tecnologías, 0/150

Requisitos aplicables: Código del trabajo, decreto ley 345, Decreto 327, Normas NC 220 0/150

Cuestiones I/E relacionadas: Altos precios de los recursos en Bloqueo económico Existencia en el mercado de nuev La política del país en cuanto a F mercado de nuevas tecnología más eficientes, La política del país en cuanto a FRE, Falta de conciencia energética en trabajadores y directivos

Modificar Insertar

Parte Interesada	I/E	Necesidades	Expectativas	Cuestiones I/E relacionadas	Requisitos Aplicables
Colaboradores	Interna	capacitación, Concienti...	Personal más capacit...	Capacidad financiera, Alta compe...	Código del trabajo, dec...
Proveedores	Externa	Buen estado financiero...	Empresa con liquidez, ...	Bloqueo económico, Existencia e...	Ley de inversión extran...
El Gobierno Local	Externa	Tratar de disminuir el c...	Mayor eficiencia en el u...	Altos precios de los recursos en...	Ley eléctrica, decreto L...
Clientes	Externa	Reduccion de los costo...	Disminucion de precios	Altos precios de los recursos en...	Ley eléctrica, decreto L...

Nota: elaboración propia.

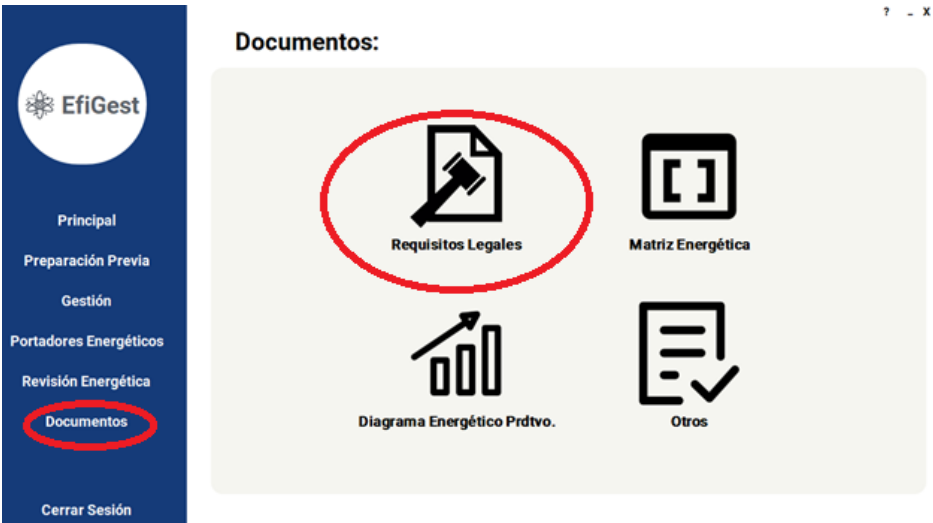
La organización debe:

- asegurar que tiene acceso a los requisitos legales aplicables y a otros requisitos relacionados con su eficiencia energética, uso de la energía y consumo de energía;
- determinar cómo estos requisitos se aplican a su eficiencia energética, a su uso de la energía y a su consumo de energía;
- asegurar que estos requisitos son tomados en cuenta;
- revisar a intervalos definidos sus requisitos legales y otros requisitos.

A continuación, en las figuras 3.6 y 3.7 respectivamente se muestra el acceso a los requisitos legales de la Refinería una vez archivados en el software.

Figura 3.6

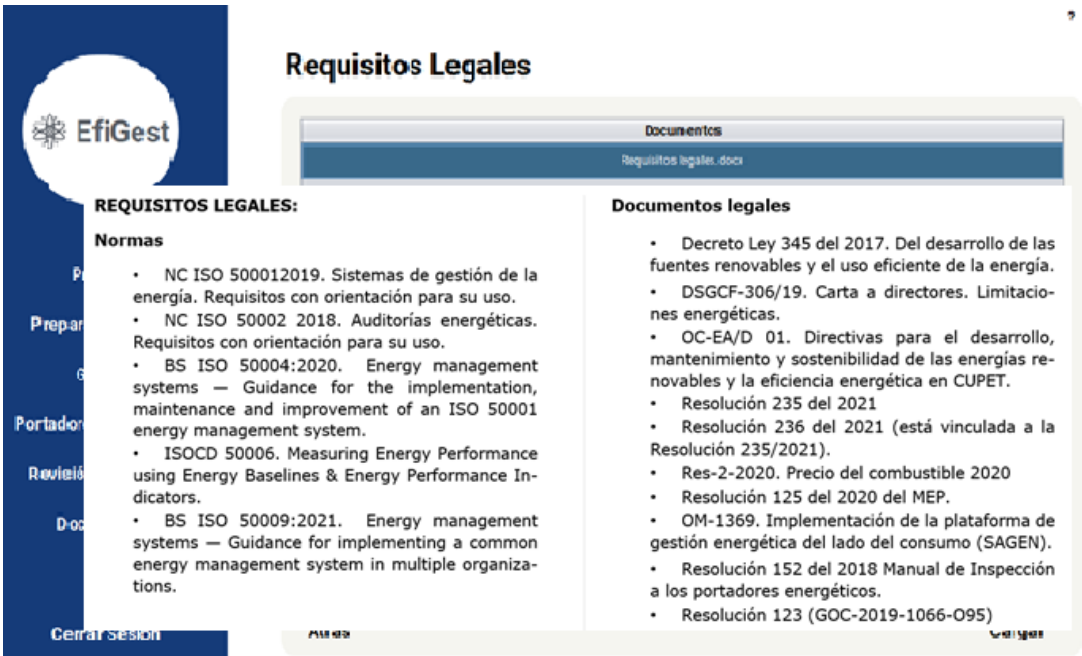
Acceso a los requisitos legales de la Refinería.



Nota: elaboración propia.

Figura 3.7

Requisitos Legales de la Refinería de Petróleo.



Nota: elaboración propia.

3.4.3 Determinación del alcance del sistema de gestión de la energía

La organización debe determinar los límites y la aplicabilidad del SGEn para establecer su alcance.

Al determinar el alcance del SGEn, la organización debe considerar:

- a) las cuestiones externas e internas a las que se hace referencia en el apartado.
- b) los requisitos a los que se hace referencia.

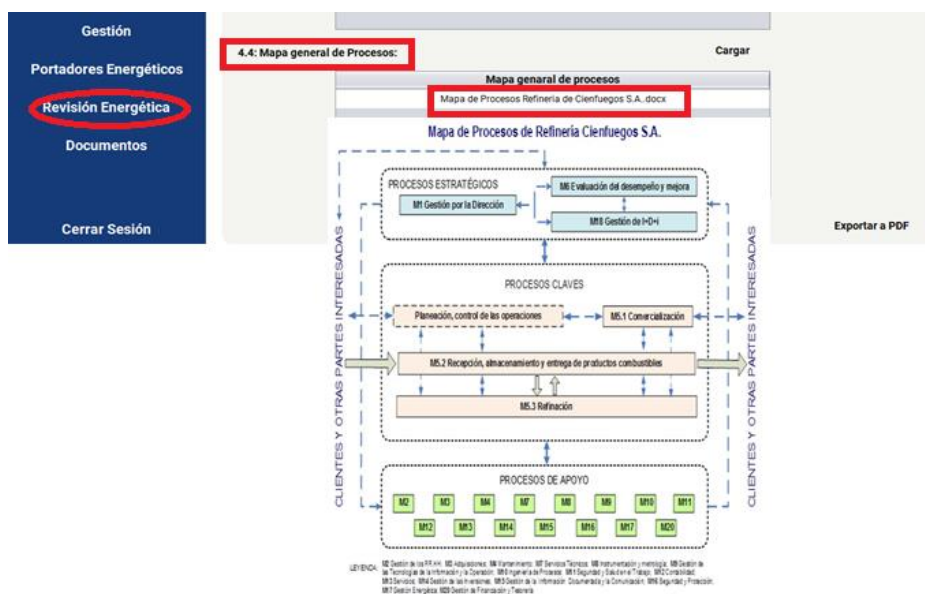
3.4.4 Sistema de gestión de la energía

La Refinería Cienfuegos, S.A, desde el mismo comienzo de las operaciones de refinación en diciembre del 2007 ha emprendido la implementación de su sistema integrado de gestión sustentado en el enfoque de procesos para la gestión, orientado a satisfacer los requisitos y expectativas de los clientes y de otras partes interesadas, maximizar la seguridad de los trabajadores e instalaciones, minimizar el impacto al medio ambiente y a mejorar el desempeño energético.

Los procesos del SIG, incluyendo sus interrelaciones a nivel macro, se muestran en el Mapa de procesos de la organización como se muestra en la figura 3.8, el mismo se encuentra reflejado dentro de un documento anexado en el software.

Figura 3.8

Mapa General de Procesos de la Refinería.



Nota: elaboración propia.

3.5 Liderazgo

Este epígrafe se corresponde al apartado numero 5 de la NC ISO 50 001:2019.

3.5.1 Liderazgo y Compromiso.

Se seguirán las directrices de [RF-M1-FP-01-03 Ficha del proceso M1 Gestión por la Dirección](#).

La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto a la mejora continua de su desempeño energético y la eficacia de su SGEn:

- a) asegurando que se han establecido el alcance y los límites del SGEn;
- b) asegurando que se han establecido la política energética, los objetivos, las metas energéticas, y que son compatibles con la dirección estratégica de la organización;
- c) asegurando la integración de los requisitos del SGEn en los procesos del negocio de la organización.

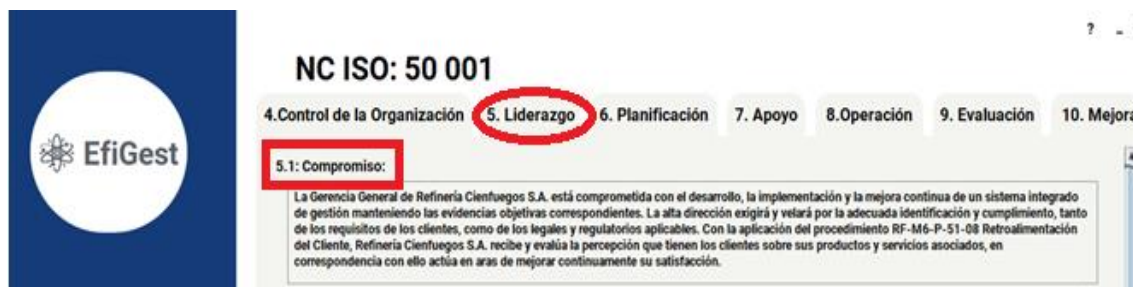
La Refinería de Petróleo tiene establecidos los puestos y cargos a ocupar por el personal competente capaz de velar por las actividades que son esenciales para los propósitos de la existencia de la organización:

- a) asegurando que los planes de acción están aprobados e implementados;
- b) asegurando que están disponibles los recursos necesarios para el SGEn;
- c) comunicando la importancia de la gestión de la energía eficaz y en conformidad con los requisitos del SGEn;
- d) asegurando que el SGEn logra los resultados previstos;
- e) promoviendo la mejora continua del desempeño energético y del SGEn;
- f) asegurando la conformación de un equipo de gestión de la energía;
- g) dirigiendo y apoyando a las personas para que contribuyan a la eficacia del SGEn y a la mejora del desempeño energético;
- h) asegurando que los procesos se establecen e implementan para identificar y abordar los cambios que afectan al SGEn y al desempeño energético dentro del alcance y los límites del SGEn.
- i) apoyando a otros roles pertinentes para la gestión a demostrar su liderazgo, según se aplique a sus áreas de responsabilidad;
- j) asegurando que los procesos se establecen e implementan para identificar y abordar los cambios que afectan al SGEn y al desempeño energético dentro del alcance y los límites del SGEn.

En la figura 3.9 se puede ver el compromiso que manifiesta la Gerencia General de la Refinería como parte de este acápite de la norma.

Figura 3.9

Compromiso de la Refinería de Petróleo.

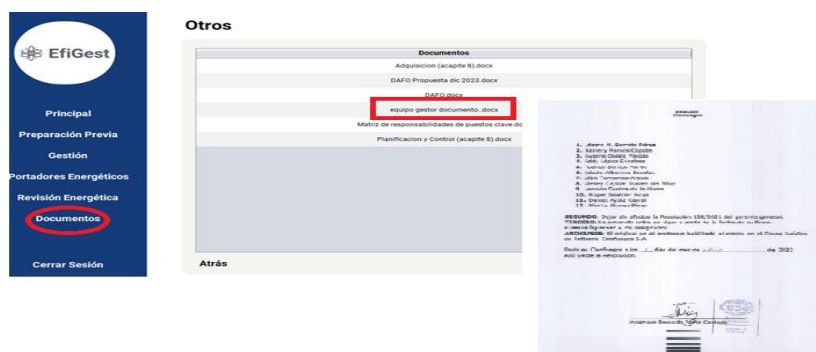


Nota: elaboración propia.

El Grupo Gestor es determinado por la Resolución 49 del 2022, firmada por el Gerente General de la Refinería de Cienfuegos, el ingeniero Irenaldo Pérez Cardoso quien actualiza la composición del equipo gestor para la implementación del Sistema de Gestión de la Energía y al representante de la dirección, donde el representante de la dirección es Liusmar Maturell Rodríguez y el equipo gestor compuesto por 12 miembros de las diferentes áreas, este documento se muestra en la figura 3.10 archivado en el software dentro de la opción "otros documentos" al igual que la matriz de responsabilidades de puestos claves que se muestra en la figura 3.11.

Figura 3.10

Equipo Gestor de la Refinería.



Nota: elaboración propia.

Figura 3.11

Matriz de responsabilidades de puestos claves.

The screenshot shows the EfiGest software interface. On the left is a blue sidebar with the EfiGest logo and a menu with options: Principal, Preparación Previa, Gestión, Portadores Energéticos, Revisión Energética, **Documentos** (highlighted with a red circle), and Cerrar Sesión. The main area is titled 'Otros' and displays a list of documents. The document 'Matriz de responsabilidades de puestos clave.docx' is highlighted with a red circle. Below the document list, there is a preview of the document content, which includes the title 'SISTEMA DE GESTION DE LA ENERGIA', the Cupet logo, and the subtitle 'Matriz de responsabilidades de puestos clave, (5.3)'. The preview also shows a 'Código:' field, 'Revisión: 00', and 'Página 1 de 1'.

Cargo	Responsabilidad	Autoridad
Director General.	- Designar el líder del equipo de gestión de la energía. - Asignar la responsabilidad y la autoridad al líder del equipo de energía. - Garantizar la comunicación de la política energética de la organización a todos los colaboradores.	- Determinar los requisitos que debe cumplir el líder del equipo de gestión de la energía. - Establecer el alcance de la autoridad y responsabilidad del líder del EGE. - Determinar la forma y los métodos para la comunicación de la política energética.
Líder del equipo de gestión de la Energía (EGE)	- Implementar, mantener y mejorar el SGE. - Asignar la responsabilidad y autoridad a los miembros del equipo de gestión de la energía. - Implementar planes de acción para la mejora continua del SGE.	- Informar a la alta dirección sobre el desempeño del SGE. - Exigir a los miembros del equipo de gestión de la energía el cumplimiento de los planes de acción para mejorar el SGE. - Establecer los criterios de medición y control para asegurar la implementación.

Nota: elaboración propia.

3.5.2 Política energética

La política energética debe:

- estar disponible como información documentada
- ser comunicada dentro de la organización;
- estar disponible para las partes interesadas, cuando sea apropiado;
- ser periódicamente revisada y actualizada cuando sea necesario.

La Política Energética de la Refinería se encuentra archivada dentro del software como muestra la figura 3.12.

Figura 3.12

Política Energética de la Refinería de Petróleo.

NC ISO: 50 001

4. Control de la Organización 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Evaluación 10. Mejora

5.2: Política Energética:

Documentos

Política Energética.doc

Política Energética:

Refinería Cienfuegos S.A. está consciente de que el éxito en la refinación de petróleo está determinado por la satisfacción de los clientes, la protección del medio ambiente, la seguridad y salud en el trabajo, la aplicación intensiva, eficaz y segura de las tecnologías de la información y las comunicaciones, la realización de inversiones tecnológicas que incrementen su eficiencia, priorizando el uso eficiente de los recursos y en particular de la energía, por lo cual ha decidido mantener y mejorar continuamente un sistema de integrado de gestión basado en estándares internacionales. Para ello cuenta con la infraestructura adecuada y con personal competente y motivado, comprometiéndose a:

- ✓ Suministrar productos con la calidad, en las cantidades, plazos y condiciones pactadas.
- ✓ Identificar, evaluar y tratar los riesgos a los que está expuesta la organización, en aras de eliminarlos o reducirlos a niveles razonables, así como potenciar las oportunidades, según sea apropiado.

aplicables, así como la misión, visión y objetivos estratégicos.

- ✓ Asegurar la confiabilidad en las mediciones vinculadas al control físico y transferencias fiscales de los combustibles; así como el control y uso eficiente de los mismos.
- ✓ Preservar el medio ambiente promoviendo el uso de las mejores prácticas para la prevención de la contaminación, la concientización de sus trabajadores y el logro de objetivos de desarrollo sostenible.
- ✓ Garantizar la seguridad de proceso, la seguridad y salud de nuestros trabajadores, contratistas, visitantes y la comunidad con énfasis en la prevención de accidentes mayores, accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.
- ✓ Informatizar y automatizar de manera continua los procesos de la organización;
- ✓ Mejorar continuamente el desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el con-

Nota: elaboración propia.

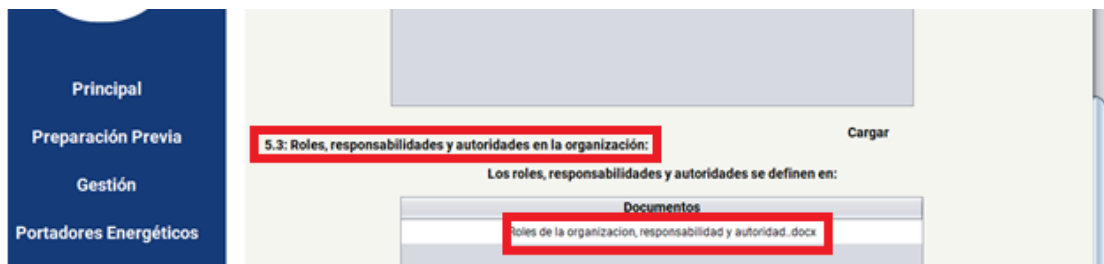
3.5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

La alta dirección debe asegurar que las responsabilidades y las autoridades para los roles pertinentes son asignados y comunicados dentro de la organización; debe asignar la responsabilidad y la autoridad al equipo de gestión de la energía para asegurar que el SGEn se establezca, implemente, mantenga y mejore continuamente.

Existen en la Refinería documentos que contienen toda la información de la organización en la empresa definidos en la figura 3.13 una vez archivados en el software.

Figura 3.13

Roles, responsabilidades y autoridades en la Refinería.



Los roles, responsabilidades y autoridades se definen en:

- El documento RF-M1-M-14-01 Manual de Organización de la Empresa;
- El documento RF-M1-MP-51-01 Mapa de Procesos de Refinería Cienfuegos S.A. (responsables de los procesos) y las correspondientes Fichas de Procesos.
- El acápite "Responsabilidades" de cada información documentada del SIG (procedimientos, instrucciones, manuales de operación).
- Las Instrucciones de los puestos de trabajo (IPT) elaboradas para aquellos cargos con mayor impacto en la calidad de los productos, así como en la seguridad y salud en el trabajo.
- El documento RF-M11-M-19-01 Estructura organizativa y responsabilidad en materia de SHA.

Nota: elaboración propia.

3.6 Planificación

Este epígrafe se corresponde al apartado número 6 de la NC ISO 50 001:2019.

3.6.1 Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades

Al planificar para el SGEn, la organización debe considerar las cuestiones a las que se hacen referencia en el epígrafe 3.4 de este capítulo, los requisitos mencionados en el mismo, revisar las actividades de la organización y los procesos que puedan afectar el desempeño energético. La planificación debe ser consistente con la política energética, y debe conducir a las acciones que dan como resultado la mejora continua en el desempeño energético. La organización debe determinar los riesgos y las oportunidades que es necesario abordar.

A nivel de organización, y a nivel de cada área se habilitará un registro para identificar y controlar las oportunidades que pueden surgir como resultado de una situación favorable para lograr un resultado previsto.

El plan de riesgos de la Refinería está enfocado en NC ISO 45 001:2018 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. La figura 3.14 muestra un fragmento de dicho plan archivado en el software.

Figura 3.14

Plan de identificación de peligro y evaluación de riesgos de la Refinería.

NC ISO: 50 001

4. Control de la Organización 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Evaluación 10. Mejora

6.1: Acciones para abordar los riesgos y las oportunidades:

Riesgos:

Las directrices generales para gestionar los riesgos a los que está expuesta la organización, se establecen en los procedimientos:

Procedimientos
Identif. Peligro y evaluación de Riesgos.pdf

REFINERÍA CIENFUEGOS, S.A.

RRF-M11-P-19-01-03

Total de Trabajadores: 18

Elaborado por: Roxana Melissa Martínez Díaz de Villegas

Aprobado por: Liusmar Maturilli Rodríguez

Fecha: 15 Agosto 2022

Gerencia o Dirección: Refinería/Dirección Técnica

Proceso: M5.3 Refinería, M9 Gestión de las Tecnologías de la Información y la Operación

Actividad: Actividades de Oficina y Supervisión a Áreas

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS, VALORACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS

N. Riesgos (6)	Situación peligrosa (7)	Peligros (8)	Consecuencias (10)	Clasificación (11)	Probabilidad de ocurrencia (12)	Severidad (13)	Dimensión o exposición (14)	Nivel de riesgo según matriz de riesgos (15)	Tratamiento del riesgo (16)
1	Caídas de personas a distinto nivel.	Subir y bajar escaleras sin prestar la debida atención	Escalera.	Pérdidas de las facultades físicas del trabajador, golpes leves, fracturas, esguince, magulladuras.	Interno	MEDIA	MODERADA	MEDIO MODERADO	Señalizaciones de riesgo de caída, comprobar buen estado de los pasamanos de las escaleras.
2	Caídas de personas al mismo nivel.	Piso mojado y resbaladizo. Desniveles en los pisos. No prestar la debida atención al caminar.	Piso mojado cuando se limpia obstáculos en los puestos de	Pérdidas de las facultades físicas del trabajador, magulladuras, esguince, dolores.	Interno	MEDIA	LEVE	BAJO BAJO	Señalizaciones de riesgo de caída.

Nota: elaboración propia.

También se documenta en la empresa información más específica sobre la gestión de riesgos contenida en el software como se muestra en la figura 3.15.

Figura 3.15

Información documentada sobre la gestión de riesgos de la Refinería.

NC ISO: 50 001

4. Control de la Organización 5. Liderazgo **6. Planificación** 7. Apoyo 8. Operación 9. Evaluación 10. Mejora

Para algunas disciplinas con experiencia en la gestión de riesgos y/o sometidas a requisitos legales en materia de riesgos, se establece información documentada más específica, lo cual se indica a continuación:

Documentos

documentos que abordan riesgos y oportunidades.docx

Para algunas disciplinas con experiencia en la gestión de riesgos y/o sometidas a requisitos legales en materia de riesgos, se establece información documentada más específica, lo cual se indica a continuación:

- RF-M11-P-19-01 Procedimientos para la identificación de peligros y la evaluación de riesgos - A los efectos de evaluar los riesgos y determinar las acciones de control necesarias en sus procesos;
- RF-M11-P-19-23 Guía para la elaboración de procedimientos de trabajo seguro.
- RF-M11-P-19-19 Procedimiento de trabajos peligrosos (Frio – Caliente)
- RF-M11-P-20-01 Procedimiento para la identificación y evaluación de los Aspectos Ambientales;

Nota: elaboración propia.

En los documentos antes referidos en la figura 3.15 se establecen planes de acciones para tratar los impactos ambientales potenciales, así como los riesgos identificados, según el rango en que fueron evaluados.

3.6.2 Objetivos, metas energéticas y la planificación para lograrlos

La organización debe establecer objetivos en las funciones y los niveles pertinentes, establecer metas energéticas y conservar la información documentada de los mismos.

La planeación estratégica de la Refinería se formula para 5 años, se actualiza anualmente (y adicionalmente por cambios significativos del contexto) y como parte de ese ejercicio se definen /redefinen/ tanto los objetivos estratégicos como los del año en curso, incluyéndose, entre otros, los objetivos y metas relacionados con la Gestión de la Calidad, la Seguridad y Salud en el Trabajo, el Medio Ambiente, etc. Estos objetivos se despliegan a su vez en programas y planes de acciones a diferentes niveles de la organización.

La figura 3.16 muestra una documentación reciente anexada en el software sobre los objetivos del sistema de gestión energético determinados por Castro & Borges, (2022).

Figura 3.16

Objetivos del Sistema de Gestión de la Energía.

NC ISO: 50 001

4. Control de la Organización 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Evaluación 10. Mejora

Cargar

En los documentos antes referidos se establecen planes de acciones para tratar los impactos ambientales potenciales, así como los riesgos identificados, según el rango en que fueron evaluados.

6.2: Objetivos del SGN y la planificación para alcanzarlos:

Objetivos del SGN:

No	Objetivo energético
1	Optimizar el uso y consumo diario del Fuel oil
2	Optimizar el uso y consumo diario de la Electricidad
3	Optimizar el uso y consumo diario del Gas combustible

Nota: elaboración propia.

3.6.3 Al planificar cómo alcanzar sus objetivos y sus metas energéticas, la organización debe establecer y mantener planes de acción que incluyan:

- qué se hará;
- qué recursos serán necesarios;

- quién será responsable;
- cuándo se completará;
- cómo se evaluarán los resultados, incluyendo los métodos utilizados para verificar las mejoras del desempeño energético.

La organización debe considerar cómo las acciones para alcanzar sus objetivos y las metas energéticas se pueden integrar a los procesos del negocio de la organización. La organización debe conservar la información documentada de los planes de acción.

La figura 3.17 muestra cómo quedan organizados los planes de acción en la refinería mediante la perspectiva que ofrece el software.

Figura 3.17

Planes de acción. Refinería.

NC ISO: 50 001

4. Control de la Organización 5. Liderazgo **6. Planificación** 7. Apoyo 8. Operación 9. Evaluación 10. Mejora

Objetivos del SGN:

Objetivos
objetivos del Sistema de Gestion de la energia.docx
~Sjetivos del Sistema de Gestion de la energia.docx

Metas estadísticas para alcanzarlos:

Grupo: Fortalezas/Oportunidades

Estrategia: RF-M1-P-01-02 Procedimiento para la planificación, objetivos, planes mensuales de trabajo.

Responsable: Lázaro M. Borroto Pérez

Fecha: 2023-12-30

Insertar Modificar Eliminar

Líneas de acción de Estrategias Ofensivas	Grupo	Responsable	Fecha de compromiso
seguir las diectrices de los procedimientos RF-M...	Fortalezas/Oportunidades	Lázaro M. Borroto Pérez	2023-12-31
RF-M1-P-01-02 Procedimiento para la planificaci...	Fortalezas/Oportunidades	Lázaro M. Borroto Pérez	2023-12-30

Nota: elaboración propia.

3.6.4 Revisión energética

La organización debe desarrollar y llevar a cabo una revisión energética.

La revisión energética se debe actualizar a intervalos de tiempo definidos, y también como respuesta a los cambios importantes en la instalación, el equipo, los sistemas o los procesos que utilizan energía.

La organización debe mantener los métodos y criterios utilizados para desarrollar la revisión energética como información documentada, y debe conservar la información documentada de sus resultados.

La revisión energética a la Planta Combinada de la Refinería fue llevada a cabo por Rodríguez, (2023), los resultados se encuentran archivados dentro del software como se evidencia en la figura 3.18.

Figura 3.18

Revisión energética a la Planta Combinada.



Nota: elaboración propia.

3.7 Apoyo

Este epígrafe se corresponde al apartado número 7 de la NC ISO 50 001:2019.

3.7.1 Recursos

La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente el desempeño energético y el SGen.

En la figura 3.19 se muestra la documentación necesaria para gestionar los recursos en la Refinería.

Figura 3.19

Documentación para gestionar los recursos en la Refinería.



Nota: elaboración propia.

3.7.2 Competencia

La organización debe determinar la competencia necesaria de las personas que trabajen bajo su control, asegurar que dichas personas son competentes sobre la base de la formación apropiada, la capacitación, las habilidades o la experiencia.

Las acciones aplicables pueden incluir, por ejemplo, proporcionar formación, realizar tutorías o reasignar a las personas actualmente empleadas; o, emplear o contratar personas competentes, en la Refinería se siguen determinadas directrices para mantener en vigor este apartado de la NC-ISO 50 001 como se muestra en la figura 3.20.

3.7.3 Toma de conciencia

Las personas que estén trabajando bajo el control de la organización deben tomar conciencia de la política energética, su contribución a la eficacia del SGen, incluyendo el logro de los objetivos y las metas energéticas y los beneficios de mejorar el desempeño energético; el impacto de sus actividades o de su comportamiento con respecto al

desempeño energético; las implicaciones de no cumplir con los requisitos del SGE. El personal encargado de gestionar la energía en la Refinería de Petróleo es competente con lo que dicta este apartado, en la figura 3.21 se muestran archivadas las tareas necesarias por las que se rige la organización para mantener el cumplimiento de este apartado.

Figura 3.20

Competencia de la Refinería.

NC ISO: 50 001

4. Control de la Organización 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Evaluación 10. Mejora

7.2: Competencia:

Se seguirán las directrices de los procedimientos:

Procedimientos
Competencia (documentos).docx

Se seguirán las directrices de **RF-M2-FP-14-02 Ficha del proceso M2 Gestión de los Recursos Humanos**, especialmente de los procedimientos:

- **RF-M2-P-15-03 Procedimiento para la planificación, ejecución y control de la actividad de formación y desarrollo.**
- **RF-M11-P-19-04 Procedimiento para la Formación, concientización y competencia del personal en materia de SHA.**

Nota: elaboración propia.

Figura 3.21

Toma de conciencia. Refinería.

NC ISO: 50 001

4. Control de la Organización 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Evaluación 10. Mejora

7.3: Toma de conciencia:

La organización garantizará que las personas tomen conciencia de:

- la política energética;
- los objetivos de la organización (del SGE);
- su contribución a la eficacia del SIG, incluidos los beneficios de una mejora del desempeño;
- las implicaciones del incumplimiento de los requisitos del SGE.

Mediante las siguientes vías:

- Publicación de la política energética para que esté disponible en cada área de la organización;
- Esclarecimiento de los objetivos de la organización en las reuniones de afiliados al comienzo de cada año, así como el estado de cumplimiento de los mismos a lo largo de todo el año;
- Análisis de las quejas de los clientes en las Revisiones por la Dirección, en las Reuniones de Coordinación del SIG y en especial en el marco de los que están directamente o potencialmente involucrados;
- Acciones de formación en el marco del cumplimiento de los procedimientos:

Procedimientos
Toma de conciencia.docx

Toma de conciencia mediante las siguientes vías:

- Publicación de la política integrada de gestión (**RF-M1-POL-01-01**) para que esté disponible en cada área de la organización;
- Esclarecimiento de los objetivos de la organización en las reuniones de afiliados al comienzo de cada año, así como el estado de cumplimiento de los mismos a lo largo de todo el año;
- Análisis de las quejas de los clientes en las Revisiones por la Dirección, en las Reuniones de Coordinación del SIG y en especial en el marco de los que están directamente o potencialmente involucrados.

Nota: elaboración propia.

3.7.4 Comunicación

La organización debe determinar las comunicaciones internas y externas que son pertinentes para el SGE, incluyendo establecer sus procesos de comunicación, asegurar que la información comunicada es consistente con la información generada en el SGE y que es confiable, considerar conservar la información documentada.

La transferencia de información dentro de la Refinería (hacia arriba, hacia abajo y lateral) se realiza cumpliendo con las directrices generales de la Ficha del Proceso **RF-M15-FP-52-01 Gestión de la información documentada y la comunicación**. Cada área de la organización elabora su flujo informativo (informaciones que recibe, e informaciones que emite), las cuales forman parte del Flujo Informativo (FI) de la organización como se muestra en la figura 3.22.

Figura 3.22

Transferencia de información dentro de la Refinería.

NC ISO: 50 001

4. Control de la Organización 5. Liderazgo 6. Planificación **7. Apoyo** 8. Operación 9. Evaluación 10. Mejora

Entre los principales tipos de información a comunicar están:

Tipo de Información

Inserte el tipo

Insertar

Tipos de Información

- Misión, Visión, Valores, Políticas, Objetivos, Programas, Planes;
- Orientaciones del organismo superior y de otras partes interesadas.
- Documentación de los sistemas de gestión.
- Información sobre problemas que se presentan
- Información sobre la eficacia de los sistemas de gestión implementados.

Medios, métodos y recursos a emplear:

Recursos a emplear

- Reuniones (de los órganos de dirección colectiva, PCC, Sindicato, etc)
- Teléfono
- Trunking
- Correo electrónico y mensajería instantánea
- Intranet, Internet, Video
- Sirenas, Vocinas, Boletines

Recursos a emplear

Inserte el recurso

Insertar

Determinadas informaciones no estarán disponibles a todos los niveles por su carácter confidencial, en tales casos se seguirán las directrices de las regulaciones aplicables.

Nota: elaboración propia.

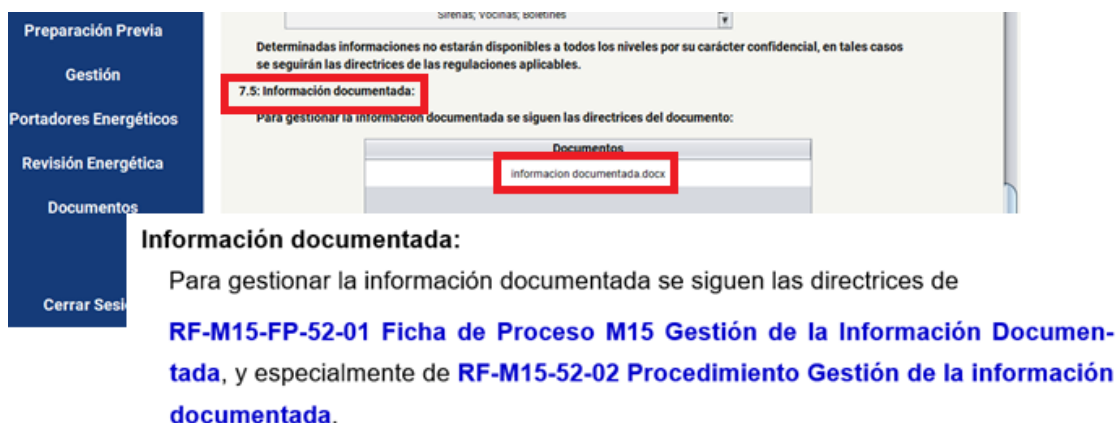
3.7.5 Información documentada

El SGEn de la organización debe incluir la información documentada requerida por este documento; la información documentada que la organización determine como necesaria para la eficacia del SGEn y que demuestre la mejora del desempeño energético para asegurar que está disponible y es adecuada para su utilización y que este adecuadamente protegida (por ejemplo, de la pérdida de confidencialidad, del uso inapropiado, de la pérdida de integridad).

Se hace necesario resaltar en este apartado el objetivo que persigue el presente trabajo respecto a documentar eficazmente dicha información de gran relevancia para la Refinería ya que por medio del software diseñado se pretende que toda documentación dentro de la organización quede completamente segura y libre de riesgos. La figura 3.23 muestra la información almacenada en el software junto a las directrices a consultar para mantener su conservación.

Figura 3.23

Información documentada de la Refinería.



Nota: elaboración propia.

3.8 Operación

Este epígrafe se corresponde al apartado número 8 de la NC ISO 50 001:2019.

3.8.1 Planificación y control operacional

La organización debe planificar, implementar y controlar los procesos relacionados con su USE necesarios para cumplir con sus requisitos e implementar las acciones determinadas en el epígrafe 3.6 de este capítulo, controlar los cambios planificados y revisar las consecuencias de

los cambios no previstos, tomando acción para mitigar cualquier efecto adverso, según sea necesario.

En la Refinería de Petróleo se toma conciencia de este apartado lo cual se evidencia por medio del software en la figura 3.24.

Figura 3.24

Planificación y control operacional.



Nota: elaboración propia.

Se guarda información referente a la planificación y control dentro de la pestaña documentos – otros documentos figura 3.25

Figura 3.25

Documentos. Planificación y control operacional.



Nota: elaboración propia.

3.8.2 Diseño

La organización debe considerar las oportunidades de mejora del desempeño energético y el control operacional en el diseño de instalaciones, equipo, sistemas y procesos que utilizan energía, que sean nuevos, modificados y renovados, que puedan tener impacto significativo en su desempeño energético durante el tiempo de vida planificado o esperado.

Donde sea aplicable, los resultados de la consideración del desempeño energético se deben incorporar a las actividades de especificación, diseño y adquisición.

En la figura 3.26 se evidencia la determinación y revisión de los requisitos aplicables tomando como referencia los requisitos del cliente dentro de la Refinería.

Figura 3.26

Determinación y revisión de los requisitos aplicables en la Refinería.

NC ISO: 50 001

4. Control de la Organización 5. Liderazgo 6. Planificación 7. Apoyo 8. Operación 9. Evaluación 10. Mejora

8.2: Determinación y revisión de los requisitos aplicables:

Requisito Aplicable: **Requisitos del Cliente**

Descripción:
Los requisitos del cliente se especifican en los contratos entre las dos partes (tipos de producto, calidad, cantidad, condiciones de entrega).

Requisitos Aplicable	Descripción
Requisitos del Cliente	Los requisitos del cliente se especifica...
Otros requisitos	Otros requisitos, incluidos los legales ...

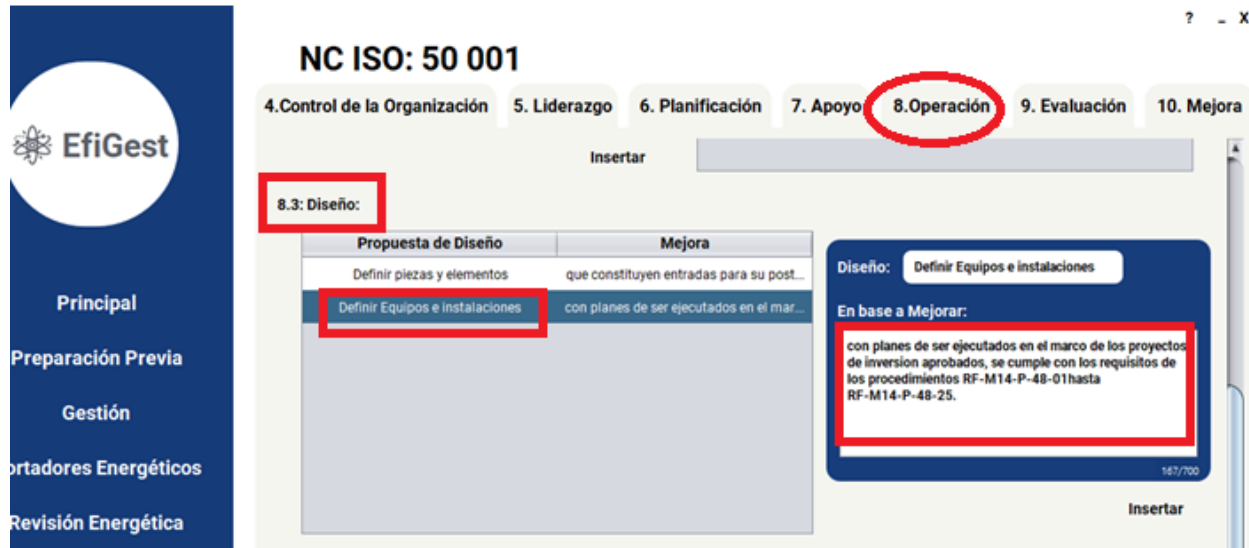
Insertar

Nota: elaboración propia.

La figura 3.27 muestra las propuestas de diseño y se toma como referencia la definición de equipos e instalaciones con bases de mejora futura para la Refinería.

Figura 3.27

Propuestas de diseño dentro de la Refinería.



Nota: elaboración propia.

3.8.3 Adquisición

La organización 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 organización debe informar a los proveedores que el desempeño energético es uno de los criterios de evaluación para la adquisición como se muestra en la figura 3.28, los datos de la adquisición de energía no se muestran puesto que en la empresa constituye información confidencial y específicamente manejada por el personal específico para esta tarea. La documentación necesaria para proceder ante este apartado se evidencia de manera más concreta en la figura 3.29.

Figura 3.28

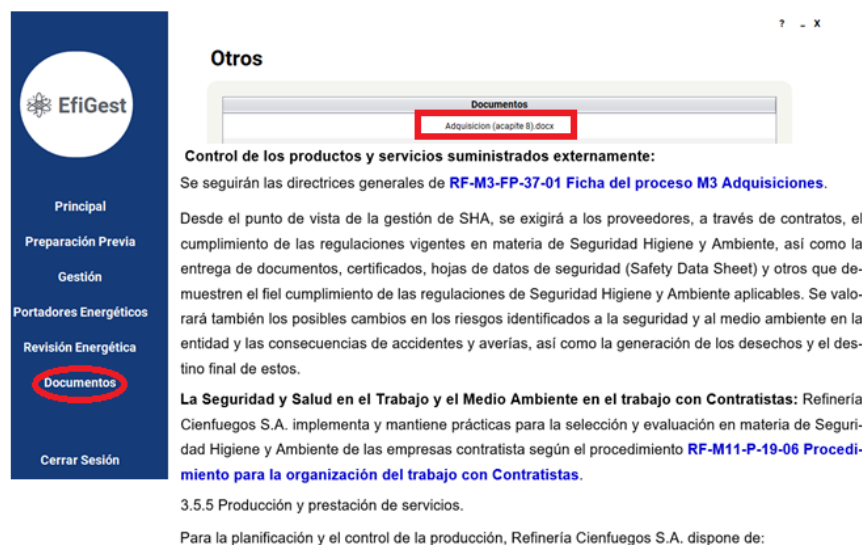
Adquisición de energía en la Refinería.



Nota: elaboración propia.

Figura 3.29

Control de productos y servicio suministrados externamente. Refinería.



Nota: elaboración propia.

3.9 Evaluación del desempeño

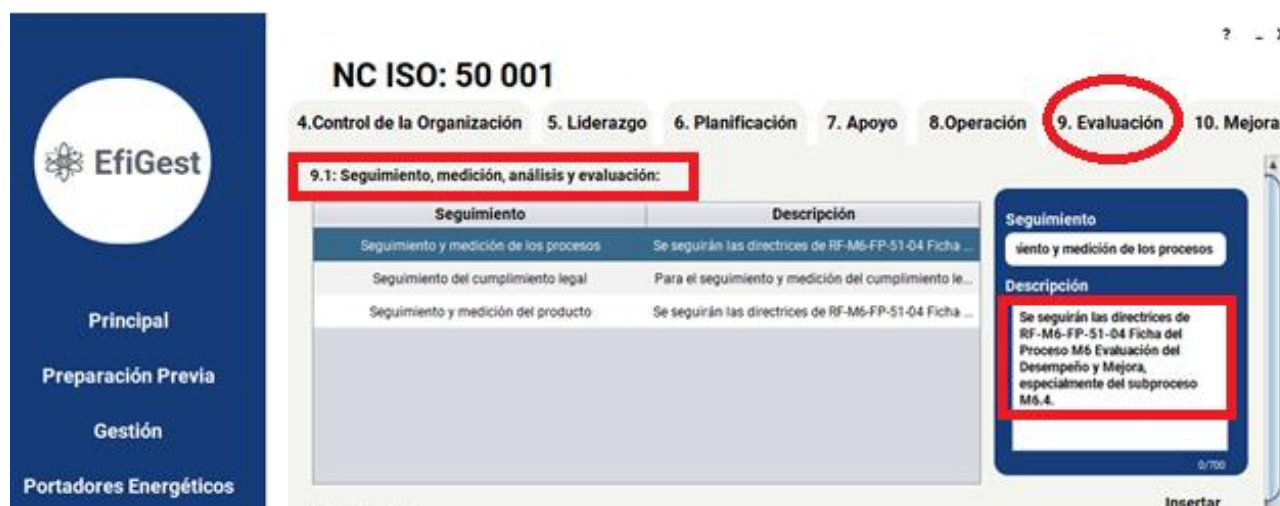
Este epígrafe se corresponde al apartado número 9 de la NC ISO 50 001:2019.

3.9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético y del SGen.

La organización debe evaluar su desempeño energético y la eficacia del SGen como se evidencia en el epígrafe 3.6 del presente capítulo y responder a las desviaciones significativas en el desempeño energético, conservar la información documentada sobre los resultados de la investigación y la respuesta. En la figura 3.30 se evidencia el registro de estos datos por parte de la Refinería anexados al modelo que ofrece el software.

Figura 3.30

Seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño energético en la Refinería.



Nota: elaboración propia.

3.9.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos

La organización debe tener un procedimiento para evaluar, a intervalos planificados, el cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos relacionados con su eficiencia energética, el uso de la energía, el consumo de energía y el SGen, conservar la información documentada sobre los resultados de la evaluación del cumplimiento y las acciones tomadas, dicha información está contenida en el software y es evidenciada en el epígrafe 3.4 del presente capítulo.

3.9.3 Auditoría interna

La organización debe realizar auditorías internas del SGEEn a intervalos planificados para proporcionar información sobre si el SGEEn, mejora el desempeño energético y cumple con los requisitos propios de la organización para su SGEEn, la política energética, y los objetivos y metas energéticas establecidos por la organización, los requisitos de este documento.

Se hace necesario regresar al paso de preparación previa contenido en el epígrafe 3.3 del capítulo para determinar en qué puntos la Refinería cumple o no con los requisitos que dicta la norma y que han sido evaluados a lo largo del capítulo, de esta manera la puesta en acción de la misma se convierte en un ciclo de mejora continua.

En la figura 3.31 se evidencia, como dentro de la preparación previa se puede guardar la información referente a resultados obtenidos en auditorías anteriores permitiendo así realizar comparaciones entre resultados.

Figura 3.31

Chequeo periódico del SGEEn mediante auditorías internas.

Análisis de Brecha:

Código	Media
4. Contexto de la organización	1.08
5. Liderazgo	1.00
6. Planificación	1.36
7. Apoyo	1.82
8. Operación	1.17
9. Evaluación del desempeño	1.22
10. Mejora	1.00
Calificación promedio total	1.28
Porcentaje de avance (%)	42.54

Añadir Observaciones:
Se añaden las observaciones pertinentes a la última auditoría realizada...

Histórico:
Resultados históricos alcanzados por las auditorías evidenciando el plan de mejora continua...

Auditoría Interna:
Chequeo periódico del cumplimiento del SGEEn...

Nota: elaboración propia.

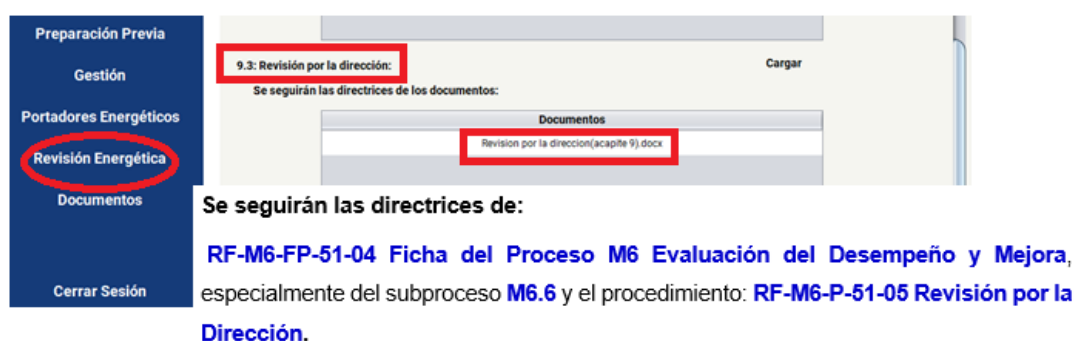
3.9.4 Revisión por la dirección

La alta dirección debe revisar el SGEn de la organización, a intervalos planificados, para asegurar su continua idoneidad, adecuación, eficacia y alineación con la dirección estratégica de la organización.

Las directrices por las que se rige la Refinería para realizar la revisión por la dirección se reflejan en la figura 3.32.

Figura 3.32

Directrices para realizar la Revisión por la Dirección en la Refinería.



Nota: elaboración propia.

3.10 Mejora

Este epígrafe se corresponde al apartado número 10 de la NC ISO 50 001:2019.

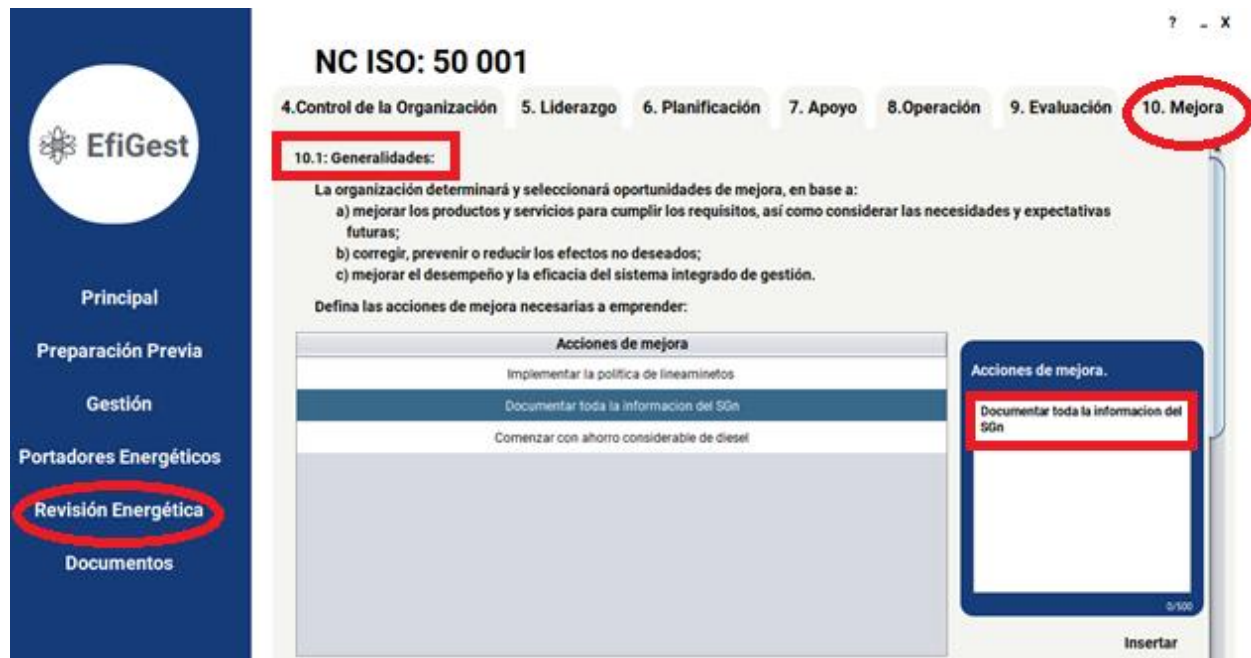
3.10.1 No conformidad y acción correctiva

Cuando se identifica una no conformidad la organización debe tomar acción para controlarla y corregirla, conservar la información documentada de la naturaleza de las no conformidades, y las acciones subsiguientes, si se hubieran tomado y los resultados de cualquier acción correctiva.

En este caso los resultados obtenidos luego de aplicar la auditoría en la Refinería como parte del análisis de brechas evidencian que no existe una no conformidad, se llega al fin del proceso, la Refinería mantiene una correcta gestión energética, no obstante, en la figura 3.33 se muestran acciones de mejora encaminadas a servir de ayuda ante futuras no conformidades.

Figura 3.33

Acciones de mejora tomadas por la Refinería.

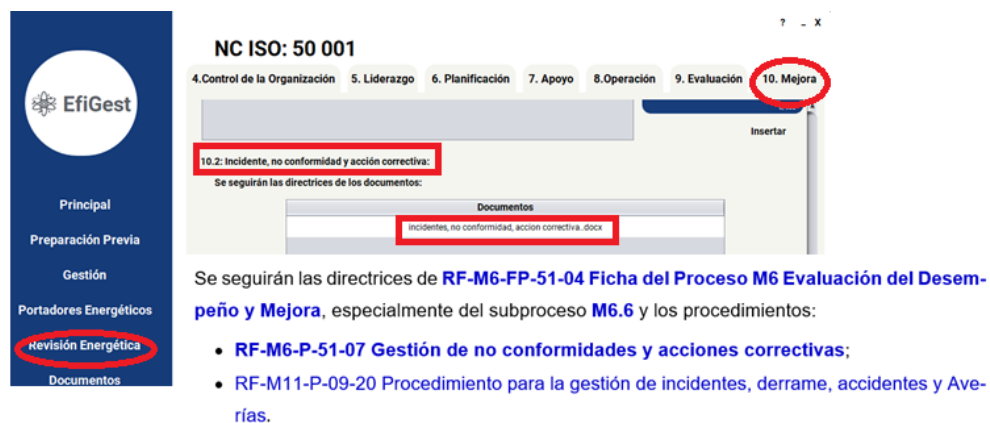


Nota: elaboración propia.

La figura 3.34 muestra las directrices contenidas en documentos dentro del software que permitirán una gestión efectiva tomando acciones correctivas ante las no conformidades.

Figura 3.34

Acciones correctivas ante las no conformidades.



Nota: elaboración propia.

3.10.2 Mejora continua

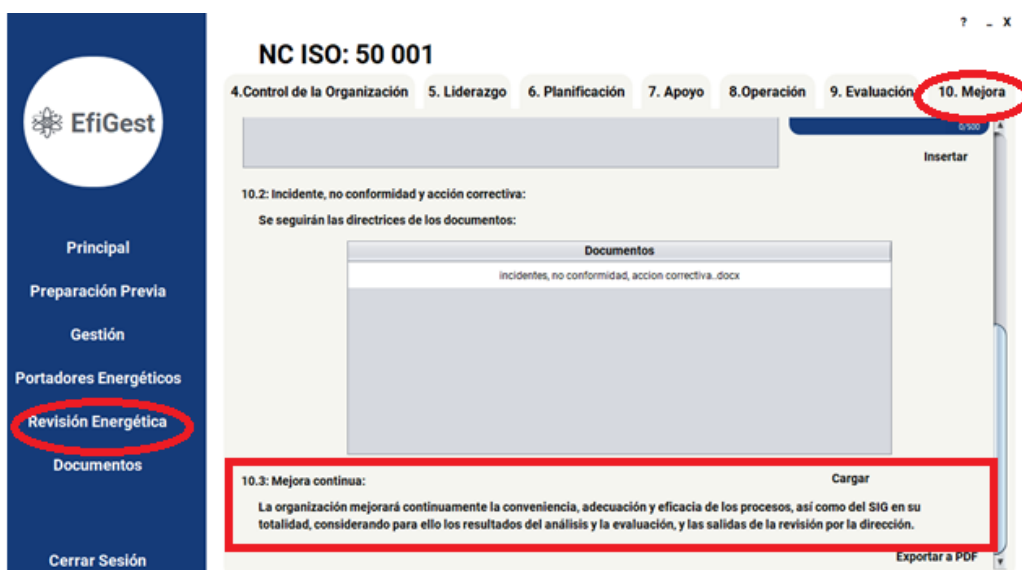
La organización debe mejorar continuamente la idoneidad, adecuación y eficacia del SGen. La organización debe demostrar la mejora continua del desempeño energético.

La Refinería de petróleo Camilo Cienfuegos es consecuente con los apartados contenidos en la NC-ISO 50 001 del 2019 y mantiene un fiel compromiso con el seguimiento periódico y puesta en acción de los mismos para mantener así un ciclo de mejora continua.

La figura 3.35 deja plasmado cómo, mediante la herramienta informática se hace énfasis en este objetivo.

Figura 3.35

Mejora continua de la Refinería de Petróleo.



Nota: elaboración propia.

3.11 Conclusiones parciales del capítulo

1. Se realiza el análisis al Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos.
2. Se logra validar la herramienta informática basada en la NC ISO 50 001:2019 mediante la modelación de los apartados de la misma dentro del software.
3. La Refinería de Petróleo Camilo Cienfuegos mantiene sus esfuerzos en mejorar continuamente la idoneidad, adecuación y eficacia de su SGen.

Conclusiones generales

Conclusiones generales

1. Cada Refinería es única, por lo que la selección más favorable de las oportunidades de Eficiencia Energética debe hacerse sobre una base de plantas específicas; con la disminución del consumo energético se genera la reducción de las emisiones contaminantes que afectan al ambiente.
2. . La Metodología QFD ayuda a identificar necesidades explícitas e implícitas, traducir estas necesidades en acciones y diseños, focalizar varias funciones de negocio hacia la realización de metas comunes.
3. La NC ISO 50 001:2019 mantiene el espíritu de mejorar la eficiencia energética de los procesos de forma sistemática, mejorando los resultados empresariales con la identificación de soluciones técnicas precisas. Contar con un certificado ISO 50 001 es destacar que como empresa se incluyen las mejores prácticas de Gestión de la Energía. Con la implementación de nuevas tecnologías se puede cumplir con esta norma de manera eficiente.

Recomendaciones

Recomendaciones

1. Aplicar el software e integrar todos los elementos que componen el Sistema de Gestión de la Energía en lo adelante.
2. Probar al máximo las ventajas que brinda la herramienta informática durante un periodo amplio de tiempo para comprobar de forma práctica todas sus funcionalidades y obtener datos necesarios para su mejora.

Bibliografía

Bibliografía

- Albavera, F. S. (2013). América Latina y la búsqueda de un nuevo orden energético mundial. *Nueva Sociedad*, 204.
- Arroyave, C., Maya, A., & Orozco, C. (2017). *Aplicación de la metodología QFD en el proceso de ingeniería de Requisitos*. Universidad EAFIT. (Tesis de Grado). Universidad privada en Medellín, Colombia.
- Betancourt, H.M. (2022). *Software de gestión energética basado en la NC-ISO 50 001 del 2019*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.
- Correa, J; Cabello, J.J; Nogueira D; Cruz, A & Rodríguez, S. (2016). *Diagnóstico al consumo de energía eléctrica en el municipio de Cienfuegos*. (Conferencia). Memoria del Evento Científico I Científica Internacional. Sector Residencial. Cienfuegos, Cuba.
- Correa, J., González, S., & Hernández, Á. (2017a). La gestión energética local: Elemento del desarrollo sostenible en Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(2), 59-67.
- Cortés, M. E., & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Universidad Autónoma del Carmen.
- Castro, D., & Borges, D. (2022). *Diseño del Sistema de Gestión de la Energía en la Refinería de Petróleo "Camilo Cienfuegos" de Cienfuegos*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.

Cuba, Consejo de Estado. (2019). Decreto-Ley No. 345 (GOC-2019-1063-O95) Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Ministerio de Justicia, (95), 2123-2128.

Cutiño, R. E. (2018). *Ahorrar energía eléctrica, una prioridad para la Refinería Níco López*. <https://www.canalcaribe.icrt.cu/energia-electrica-refineria-nico-lopez/>

Cuba,ISO. (2019). Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso. *NC ISO 50 001:2019*.

Cuba, ONEI. (2021). Minería y Energía. *Anuario estadístico de Cuba 2020*, 19.

Cuba, Partido, I. C. (2017). Documentos del 7mo. Congreso de Partido aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo de 2017 y respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017.

DOS20 DEZEM, (2018). Ventas y Servicios Tecnológicos - <file:///L:/bibliografia/software/DeZem/DOS20%20Ventas%20y%20Servicios%20Tecnol%C3%B3gicos%20-%20DEZEM.htm>.

García, O. P. (2013). La gestión energética en el contexto empresarial cubano. *Revista Caribeña de ciencias sociales*, 15.

Guerra, H. E. (2018). *Modelo de un sistema de gestión de la energía, basado en la norma ISO 50001:2011 para las plantas de distribución de combustible ubicadas en el distrito metropolitano*. Universidad de Caracas.

Gómez, Y. (2016) “*Sistema Informático de apoyo a la implementación de la NC ISO 50 001*”. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.

- Martínez, S. A. (2021). *Mejora a la gestión de la energía en la UEB quesos de la empresa de productos lácteos escambray*. Universidad de Cienfuegos.
- Mena, E. M. (2020). *Propuesta de norma para la implementación de la NC ISO 50001:2018 en la empresa termoeléctrica de Cienfuegos "Carlos Manuel de Céspedes"*. Universidad de Cienfuegos.
- Nordelo, A. B. (2006). *La gestión energética: una alternativa eficaz para mejorar la competitividad empresarial*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.
- Pérez, J. C. (2019). *Caracterización del desempeño energético de Santa Clara*. (Tesis de Grado). Universidad de Villa Clara.
- Salcedo, M. T. (2022). *Análisis de la implementación de un sistema de gestión de energía basado en la norma ISO 50001 en organizaciones de Latinoamérica* (Tesis de Grado). Universidad de Bogotá.
- Salinas, O. A. (2017). *Mejora a la gestión de la energía en la UEB helados de Cienfuegos*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.
- Sánchez, M. M. (2018). Eficiencia energética en refinerías de petróleo. *ENERLAC*. 2(2), 72-105. <http://enerlac.olade.org/index.php/ENERLAC/article/view/49/92>
- León, L. (2016). "sistema informático de apoyo a la implementación de la NC ISO 50001". (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.
- Rodríguez, B.D. (2023). *Revisión energética de la planta combinada en la Refinería de Petróleo de Cienfuegos*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.

SoftExpert Software - Conformidad, innovación y transformación digital".(2022).

<https://www.softexpert.com/es/>.

Software de Sistemas de Gestión Certool. (2022). Tendencia Logística.

<https://tendencialogistica.com/2022/03/20/software-de-sistemas-de-gestion-certool/>

Software gestión de sistemas Certool - AENOR».". (2022).

<https://www.aenor.com/certificacion/software-de-gestion-certool/certool-compact>.

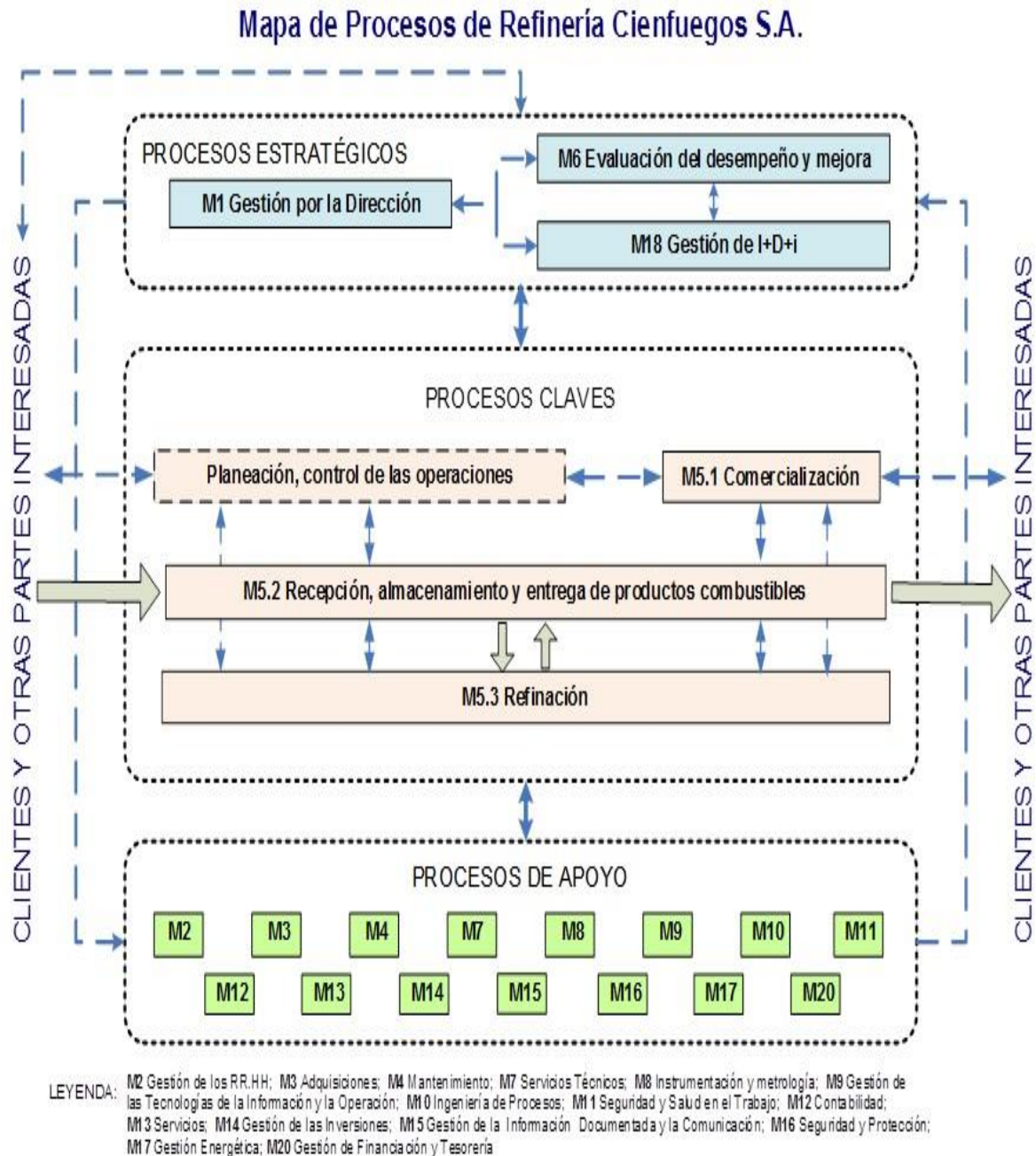
Yepes, E. (2017). *Eficiencia energética en el proceso de refinación de*

petróleo.<https://es.linkedin.com/pulse/eficiencia-energ%C3%A9tica-en-el-proceso-derefinaci%C3%B3n-yepes-guillen>

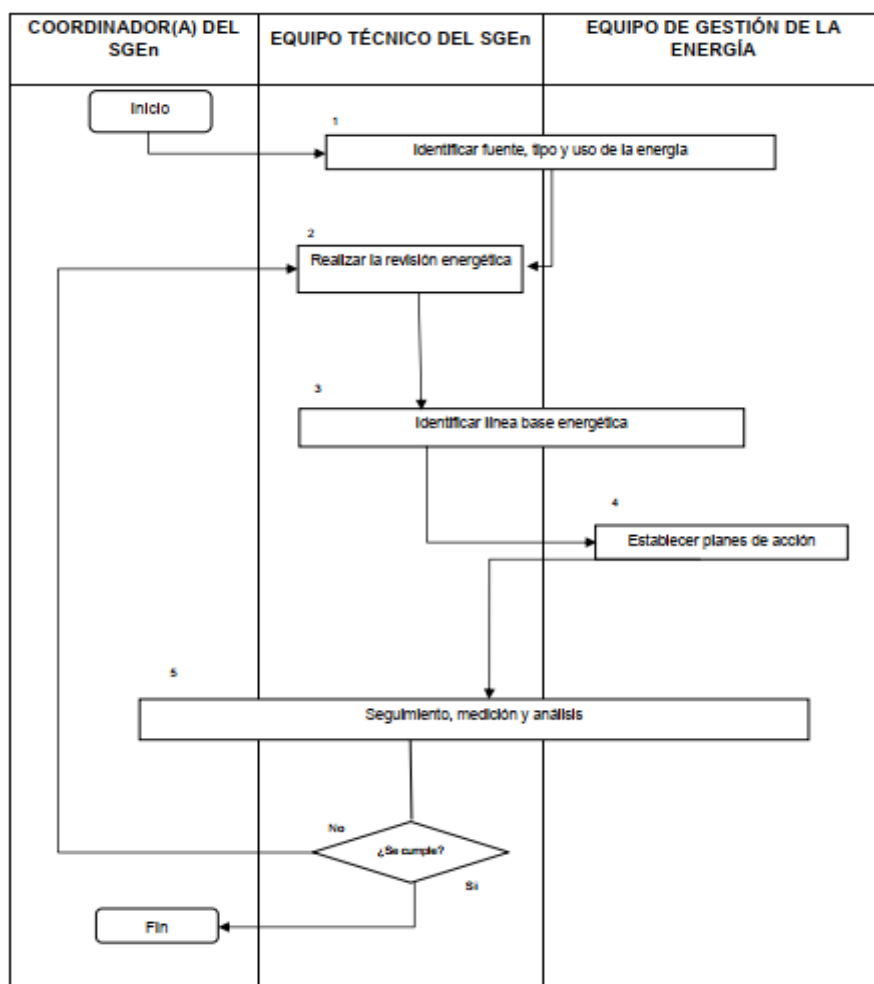
Anexos

Anexos

Anexo1. Mapa de procesos de la Refinería Cienfuegos S.A.



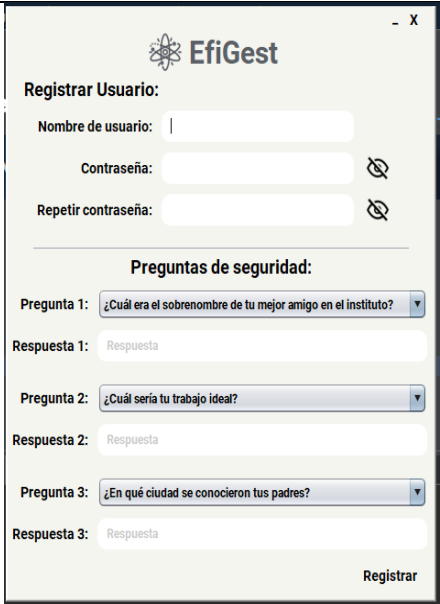
Anexo 2. Etapas del proceso de Gestión de la Energía.



ETAPAS	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1.- Identificar fuente, tipo y uso de la energía	1.1. Recopilar información energética (fuentes, tipos y usos de energía del SGEN);	Equipo de gestión de la energía / Equipo técnico
2.- Realizar la revisión energética	2.1 Realizar un análisis cuantitativo de los consumos pasados y presentes de la energía, con base a lo recopilado en la etapa 1 3.2 Identificar los usos significativos que afecten a la Institución, así como Identificar las oportunidades de mejora de USEn; 3.4 Determinar objetivo, meta e indicador de los usos significativos de la energía identificados; 3.5 Estimar el uso y consumo futuros de energía;	Equipo técnico
3.- Identificar Línea Base	3.1 Realizar el análisis de los consumos energéticos de un año anterior. 3.2 Establecer la(s) línea(s) base en el formato	Equipo de gestión de la energía y Equipo Técnico.
4.- Establecer planes de acción	4.2 Establece los planes de acción para mejorar el desempeño energético en la Institución;	Equipo de gestión de la energía

5.- Seguimiento, medición y análisis	5.1 Verificar el cumplimiento de los objetivos, metas y planes de acción. 5.2 Identificar las características clave del Sistema de Gestión de la Energía requisándolas en el formato correspondiente. 5.3 Establecer el seguimiento y medición de los usos significativos de la energía; 5.4 Establecer el seguimiento y medición de los indicadores del desempeño energético; 5.5 Establecer el seguimiento y medición del cumplimiento de los planes de acción y su efectividad para alcanzar objetivo y metas energéticas; 5.6 Establecer el seguimiento de las variables pertinentes que afecten directamente a los usos significativos de la energía; 5.7 Establecer el seguimiento y medición del consumo de energía real contra el esperado; No cumple, realizar un análisis de la revisión Energética. Si cumple, finaliza el proceso.	Coordinación del SGEN / Equipo Técnico / Equipo de Gestión de la Energía
--------------------------------------	--	--

Anexo3.Registrar usuario.

Caso de uso	Registrar usuario	
Actor	Energético	
Propósito	Registrarse en el sistema para poder acceder a sus funciones.	
Resumen:	El caso de uso inicia cuando el Energético va a utilizar por primera vez el sistema. Este debe registrarse en el sistema para poder acceder a él y a todas sus funcionalidades.	
Referencia	✓ Registrar usuario (2)	
Precondiciones		
Post-condiciones		
Requisitos especiales		
Prototipo		

Caso de uso	Autenticarse
Actor	Energético
Propósito	Tener acceso al sistema.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el Energético desea autenticarse en el sistema para poder ingresar al mismo. Para ello debe introducir su nombre de usuario y contraseña, a continuación, el sistema chequea la información. Si los datos son correctos, el usuario podrá acceder a las opciones del sistema, en el caso de que no lo sean se mostrará nuevamente la interfaz de autenticarse para que vuelva a intentarlo.
Referencia	✓ Autenticarse (1)
Precondiciones	
Post-condiciones	
Requisitos especiales	
Prototipo	

Anexo4.Cerrar sesión.

Caso de uso	Cerrar sesión
Actor	Energético
Propósito	Cerrar la sesión en la cual se encuentra dentro del software
Resumen:	

El caso de uso se inicia cuando el Energético desea cerrar la sesión en la cual se encuentra para poder salir del sistema. Para ello debe dar clic en la opción Cerrar Sesión del menú lateral.	
Referencia	✓ Cerrar sesión (7)
Precondicione s	El Energético debe estar registrado en el sistema, teniendo un nombre de usuario y una contraseña y haber accedido al mismo.
Post-condiciones	El Energético una vez que cierra la sesión tiene que volver a autenticarse para poder acceder al sistema.
Requisitos especiales	
Prototipo	

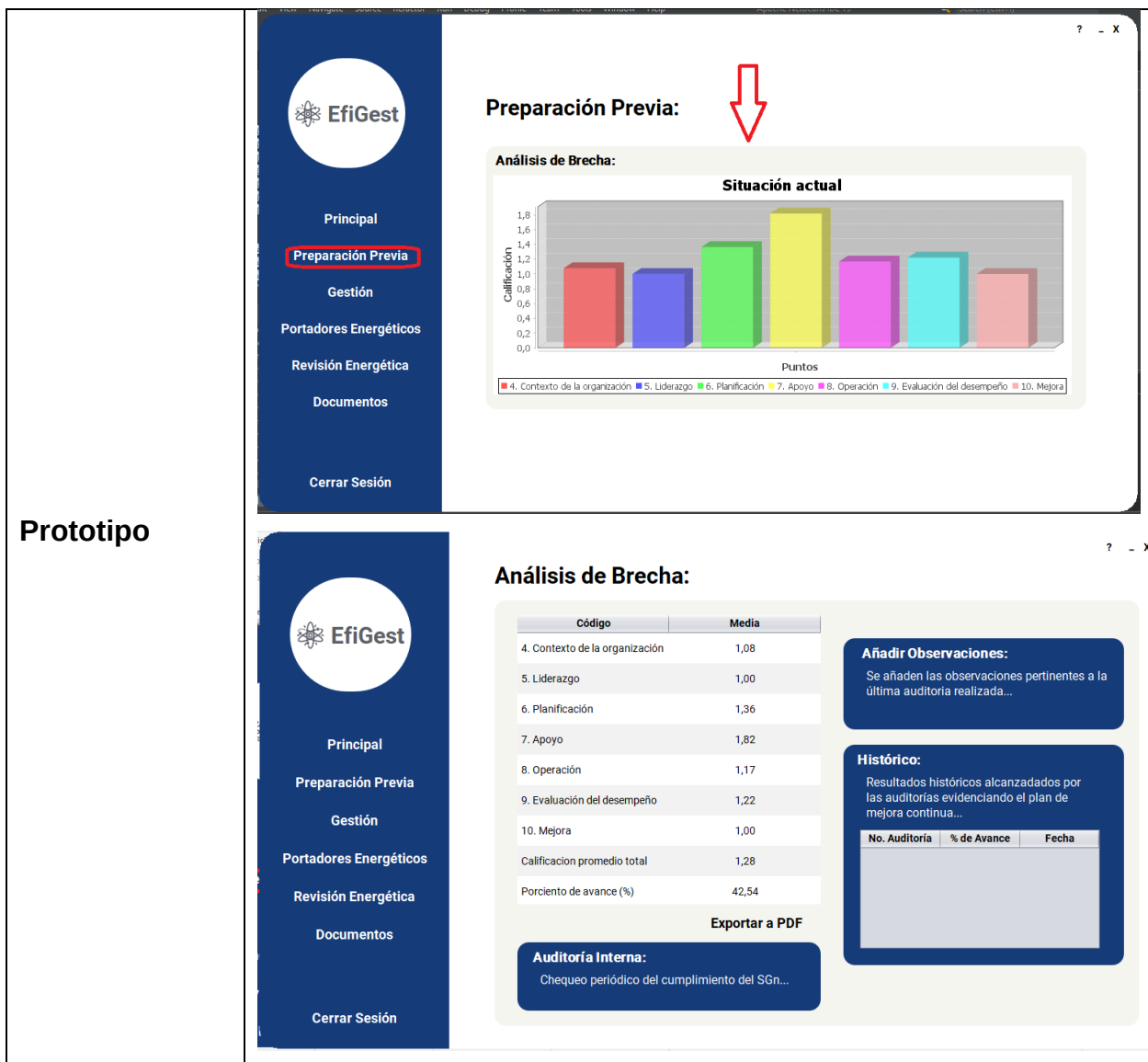
Anexo5.Verificar identidad.

Caso de uso	Verificar identidad
Actor	Energético
Propósito	Verificar la identidad para poder cambiar credenciales
Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Energético desea cambiar sus credenciales, primero tiene que confirmar su identidad para garantizar la seguridad.	

Referencia	✓ Verificar identidad (3)
Precondicione s	El Energético debe haberse registrado en el sistema.
Post- condiciones	
Requisitos especiales	
Prototipo	 The image displays two screenshots of the Efigest software interface. The top screenshot shows the login screen with the Efigest logo, a settings gear icon highlighted by a red arrow, and a login form with fields for username and password. The bottom screenshot shows the same login screen with a modal window titled 'Verificación de identidad:' (Identity Verification) overlaid. The modal contains a 'Nombre de usuario:' (Username) field with the value 'Hector', a 'Siguiente' (Next) button, and a section titled 'Responda las siguientes preguntas:' (Answer the following questions:). Below this is a question: '¿Cuál era el sobrenombre de tu mejor amigo en el instituto?' (What was the nickname of your best friend in the school?). There is a 'Respuesta' (Answer) input field and another 'Siguiente' button at the bottom right of the modal.

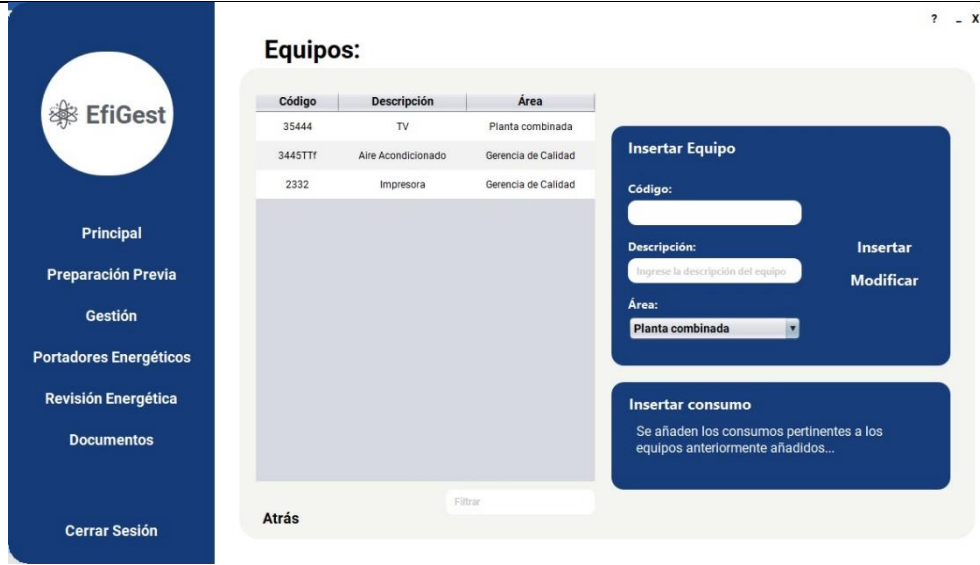
Anexo 6. Gestionar análisis de brechas.

Caso de uso	Gestionar análisis de brechas.
Actor	Energético
Propósito	Conocer la situación actual de la empresa.
Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Energético desea verificar la situación actual de la empresa. Para ello debe acceder a la opción Preparación Previa (menú lateral) + Situación actual y realizar alguna de las funciones que ahí aparecen.	
Referencia	✓ Aplicar auditoria interna. (8) ✓ Listar resultados del análisis de brechas. (9) ✓ Insertar observaciones. (10) ✓ Listar observaciones. (11) ✓ Filtrar observaciones. (12) ✓ Listar resultados históricos del análisis de brecha. (13) ✓ Filtrar históricos del análisis de brechas. (14) ✓ Exportar resultados del análisis de brechas. (15) ✓ Exportar observaciones. (16)
Precondicione s	El Energético debe estar autenticado en el sistema.
Post- condiciones	
Requisitos especiales	



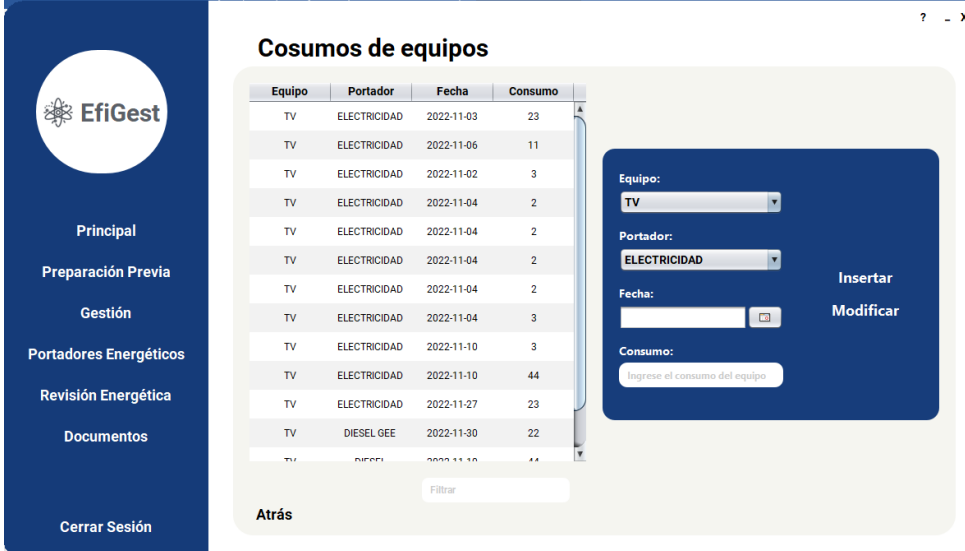
Anexo 7. Gestionar equipos.

Caso de uso	Gestionar equipos.
Actor	Energético
Propósito	Gestionar los datos referentes a los equipos.
Resumen:	El caso de uso se inicia cuando el Energético desea insertar datos, modificar datos, eliminar datos, listar datos, filtrar datos referentes a los equipos. Para ello accede al menú lateral la opción Gestión + Equipos. El caso de uso finaliza cuando el actor realiza una de las mismas.

Referencia	✓ Insertar datos referentes a los equipos. (17) ✓ Modificar datos referentes a los equipos. (18) ✓ Eliminar datos referentes a los equipos. (19) ✓ Filtrar equipos. (20) ✓ Listar equipos. (21)
Precondiciones	Para poder eliminar o modificar datos referentes a los equipos debe existir como mínimo un valor.
Post-condiciones	
Requisitos especiales	
Prototipo	

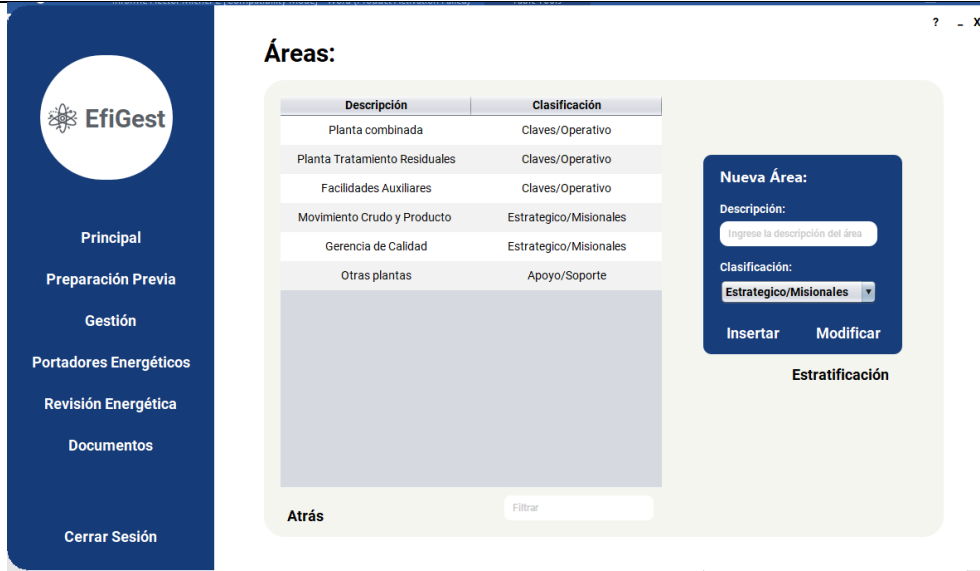
Anexo 8. Gestionar consumos de los equipos.

Caso de uso	Gestionar equipos.
Actor	Energético
Propósito	Gestionar los consumos referentes a los equipos.
Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Energético desea insertar datos, modificar datos, eliminar datos, listar datos, filtrar datos referentes a los consumos de los equipos. Para	

ello accede al menú lateral la opción Gestión + Equipos + Insertar consumo de equipos . El caso de uso finaliza cuando el actor realiza una de las mismas.	
Referencia	✓ Insertar consumo de los equipos. (22) ✓ Modificar consumo de los equipos. (23) ✓ Eliminar consumo de los equipos. (24) ✓ Listar consumo de los equipos. (25) ✓ Filtrar consumo de equipos. (26)
Precondiciones	Para poder eliminar o modificar datos referentes al consumo de los equipos debe existir como mínimo un valor.
Post-condiciones	
Requisitos especiales	
Prototipo	

Anexo 9. Gestionar áreas.

Caso de uso	Gestionar áreas.
Actor	Energético
Propósito	Gestionar los datos referentes a las áreas.
Resumen:	

El caso de uso se inicia cuando el Energético desea insertar datos, modificar datos, eliminar datos, listar datos, filtrar datos referentes a las áreas. Para ello accede al menú lateral la opción Gestión + Áreas . El caso de uso finaliza cuando el actor realiza una de las mismas.	
Referencia	✓ Insertar datos referentes a las áreas. (27) ✓ Modificar datos referentes a las áreas. (28) ✓ Eliminar datos referentes a las áreas. (29) ✓ Listar áreas. (30) ✓ Filtrar áreas. (31)
Precondiciones	Para poder eliminar o modificar datos referentes al consumo de los equipos debe existir como mínimo un valor.
Post-condiciones	
Requisitos especiales	
Prototipo	

Anexo 10. Graficar áreas.

Caso de uso	Graficar áreas y sus consumos.
Actor	Energético
Propósito	Graficar el consumo de las áreas.

Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Energético desea graficar el consumo de las áreas. Para ello accede al menú lateral la opción Gestión + Áreas + Estratificación . El caso de uso finaliza cuando el actor realiza la acción.	
Referencia	✓ Gráfico para determinar áreas y sus consumos. (32)
Precondiciones	Para poder graficar debe existir al menos un consumo en algún área.
Post-condiciones	
Requisitos especiales	
Prototipo	

Áreas:

Descripción	Clasificación
Planta combinada	Claves/Operativo
Planta Tratamiento Residuales	Claves/Operativo
Facilidades Auxiliares	Claves/Operativo
Movimiento Crudo y Producto	Estrategico/Misionales
Gerencia de Calidad	
Otras plantas	

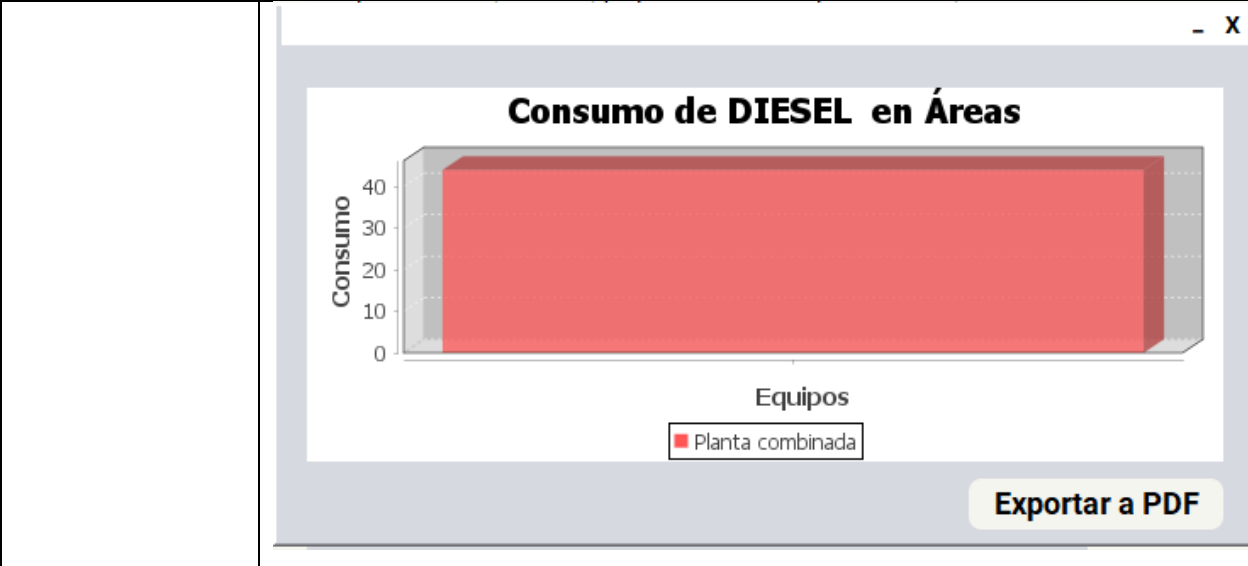
Nueva Área:
Descripción:
Clasificación:

Atención


Áreas y sus consumos - X

Portador:

Fecha:



Anexo11. Graficar consumos de equipos en áreas determinadas.

Caso de uso	Graficar consumos de equipos en áreas determinadas
Actor	Energético
Propósito	Graficar consumos de equipos en áreas determinadas
Resumen: El caso de uso se inicia cuando el Energético desea graficar el consumo de las áreas. Para ello accede al menú lateral la opción Gestión + Áreas + Estratificación . El caso de uso finaliza cuando el actor realiza la acción.	
Referencia	✓ Gráfico para determinar equipos y sus consumos en áreas determinadas. (34)
Precondicione s	Para poder graficar debe existir al menos un consumo en algún área.
Post- condiciones	
Requisitos especiales	

Prototipo



Principal

Preparación Previa

Gestión

Portadores Energéticos

Revisión Energética

Documentos

Cerrar Sesión

Áreas:

Descripción	Clasificación
Planta combinada	Claves/Operativo
Planta Tratamiento Residuales	Claves/Operativo
Facilidades Auxiliares	Claves/Operativo
Movimiento Crudo y Producto	Estrategico/Misionales
Gerencia de Calidad	Estrategico/Misionales
Otras plantas	Apoyo/Soporte

Nueva Área:

Descripción:

Clasificación:

Estrategico/Misionales

Insertar

Modificar

Estratificación

Atrás

Filtrar

Áreas:

Descripción	Clasificación
Planta combinada	Claves/Operativo
Planta Tratamiento Residuales	Claves/Operativo
Facilidades Auxiliares	Claves/Operativo
Movimiento Crudo y Producto	Estrategico/Misionales
Gerencia de Calidad	
Otras plantas	

Nueva Área:

Descripción:

Clasificación:

co/Misionales

Modificar

Estratificación

Atrás

Filtrar

Atención

!

Áreas y sus consumos

Consumos de equipos en un área

Consumos de equipos en un área

- X

Área:

Planta combinada

Portador:

ELECTRICIDAD

Fecha:

2022-11-03

Graficar

Consumo de ELECTRICIDAD en Planta combinada

- X



Exportar a PDF