

REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES



Trabajo de diploma

Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Industrial

Título: Gestión de la energía en el Hospital Universitario "Gustavo Aldereguía Lima" de Cienfuegos.

Autor: Carlos Gilberto Mundombe Barros

Tutor (es): MSc Reinier Jiménez Borges
MSc Ana Margarita Díaz Rodríguez

Curso 2018-2019

**DECLARACIÓN DE AUTORIDAD
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS**



Sistema de Documentación y Proyecto. Hago constar que el presente trabajo constituye la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Industrial en la Universidad de Cienfuegos, autorizando a que el mismo sea utilizado por el Centro de Estudio Superior para los fines que estime conveniente, ya sea parcial o totalmente, que además no podrá ser presentado sin la aprobación de dicha institución.

Firma del autor.

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido según acuerdo de la dirección del centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico Técnico

Nombre y Apellidos. Firma.

Firma del Vice Decano.

Firma del Tutor.

Nombre y Apellidos.

Sistema de Documentación y Proyecto.

Nombre y Apellido. Firma.

Pensamiento

Pensamiento

Dois importantes factos, nesta vida, saltam aos olhos; primeiro, que cada um de nós sofre inevitavelmente derrotas temporárias, de formas diferentes, nas ocasiões mais diversas. Segundo, que cada adversidade traz consigo a semente de um benefício equivalente. Ainda não encontrei homem algum bem-sucedido na vida que não houvesse antes sofrido derrotas temporárias. Sempre que um homem supera os reveses, torna-se mental e espiritualmente mais forte... É assim que aprendemos o que devemos à grande lição da adversidade.

(Andrew Carnegie a Napoleon Hill)

Dedicatoria

Dedicatoria

A mi madre y a mi padre por su apoyo incondicional y por haberme guiado desde temprana edad por los duros caminos de la vida, formando mi persona, hasta llegar ser quien soy hoy, su incansable tarea de sembrar en mí el amor por el estudio y mi deseo de crecer.

A ustedes se los dedico.

Agradecimientos

Agradecimientos

Primeramente, agradecer a Dios por la dadora de la vida, por haber-me dado fuerza y estar siempre a mi lado.

A mis padres: Cândido Baptista Barros y Ana Clara João Mundombe, a quienes debo todo lo que soy y sin ellos no hubiera podido llegar hasta aquí.

A mi esposa Maray Henrique Fuentes por su apoyo incondicional a mi superación en Cuba.

A mis hermanos hijos y sobrinos los cuales les quiero mucho y son mi fuente de inspiración y la razón más fuerte que tengo para seguir superándome.

A mis tutores Reinier Jiménez Borges y Ana Margarita Díaz Rodríguez, quienes siempre pude contar y confiar.

A los trabajadores del hospital en especial los especialistas de los departamentos de contabilidad y estadística, recursos humanos y de control de ingeniería. Que me han ayudado en todo lo posible.

A todos los profesores de la carrera, del departamento de Ingeniería Industrial u otro, por sus ayudas incondicionales y alientos constantes.

A mis amigos y amigas con los que he podido contar siempre, y que estuvieron a mi lado alentándome siempre sin dejarme desfallecer.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron ha alcanzar esta gran meta.

A compañeros de la UGF que de una u otra forma tuvieron que ver con la realización y culminación de esta investigación.

A TODOS ETERNAMENTE

GRACIAS

Resumen

Resumen

La presente investigación se realiza en el hospital provincial Gustavo Aldereguía Lima de Cienfuegos, el objetivo de la misma es elaborar una guía para la gestión de la energía basada en la norma cubana NC ISO 50 001:2011. Para dar cumplimiento a esto se realiza un censo de cargas en la empresa, obteniendo los pisos, áreas, locales y equipos más consumidores de energía. Se analizan los consumos y se compara la correlación existente entre la energía consumida (kWh) y los diferentes índices hospitalarios. A partir de esta comparación se propone la Línea Base Energética e indicador de desempeño como punto de partida para el estudio. Se establecen oportunidades de mejoras para disminuir el consumo de energía eléctrica en la institución. Finalmente se elabora una Guía para la Planificación Energética, así como la Matriz Energética del centro. Para todo este análisis se utilizan las técnicas y herramientas como recopilación de información, entrevistas, Gráficos de Regresión, Gráficos de Control, Gráficos de Pareto entre otras.

Palabras Claves: energía eléctrica, norma cubana, índices hospitalarios, gestión de la energía.

Summary

Summary

The present investigation is carried out in the Gustavo Aldereguía Lima provincial hospital in Cienfuegos, the objective of which is to elaborate a guide for the management of energy based on the Cuban standard NC ISO 50 001: 2011. In order to comply with this, a census of charges is carried out in the company, obtaining the floors, areas, premises and equipment most energy consumers. The consumptions are analyzed and the existing correlation between the energy consumed (kWh) and the different hospital indices is compared. Based on this comparison, the Energy Baseline and performance indicator are proposed as a starting point for the study. Improvement opportunities are established to reduce the consumption of electricity in the institution. Finally, a Guide for Energy Planning is prepared, as well as the Energy Matrix of the center. For all this analysis techniques and tools are used, such as information gathering, interviews, Regression Graphs, Control Graphs, Pareto Graphs, among others.

Key words: electric power, Cuban norm, hospital indices, energy management.

Índice



Índice

Introducción	1
Capítulo I: Tendencias actuales en la implementación de los sistemas de gestión de la energía.....	6
1.1 Introducción	6
1.2 Situación Energética Mundial.....	6
1.3 Tendencias energéticas actuales.....	7
1.4 Sistemas de Gestión Energética	13
1.5 Características fundamentales de la Norma ISO 50001:2011.....	19
1.5.1 Beneficios de la norma ISO 50001:2011	21
1.5.2 Requisitos para la planificación energética.....	22
1.5.3 Fundamentos y herramientas aplicadas	22
1.6 Principales cambios en la norma ISO 50001:2018 en comparación con la versión 2011	26
Dentro de los cambios fundamentales se encuentran:	26
1.7 Eficiencia energética en instituciones hospitalarias.	27
1.7.1 En el mundo	30
1.7.2 En Cuba.....	33
1.7.3 En Cienfuegos.....	35
1.8 Conclusiones parciales del capítulo	36
Capítulo II: Análisis energético para el hospital "GAL" basado en la norma NC ISO 5001:2011	38
Introducción al capítulo II:	38
2.1 Caracterización general del hospital.....	38
Visión	39
2.2 Caracterización energética en el hospital	44
2.3 Portadores Energéticos utilizados	45
2.3.1 Análisis del consumo de los principales portadores energéticos de la entidad.	46
2.4 Censo de cargas.....	47
2.4.1 Análisis del consumo de energía eléctrica.	48
2.4.2 Análisis de la potencia instalada en cada piso del hospital.....	48
2.5 Consumo de Energía en función de la actividad de hospitalización.	53
2.6 Línea base energética.....	58

2.7 Conclusiones parciales del capítulo	62
.....	63
Capítulo III: Guía para la gestión de la energía basado en la norma cubana NC ISO 50 001:2011.....	64
Introducción al capítulo III.....	64
3.1 Análisis de brechas	64
3.2 Desarrollo de los requisitos de la planificación energética.....	67
3.3 Caracterización de la línea base a partir del análisis de regresión múltiple	68
3.4 Oportunidades de mejora generales.	69
3.5 Propuestas de sustitución de equipos.	72
3.6 Guía para la planificación energética de acuerdo a la ISO 50 001:2018.....	75
3.7 Matriz de Gestión de la Energía.	79
3.8 Conclusiones parciales del capítulo.	81
Conclusiones generales.....	83
Recomendaciones	85
Bibliografía.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	93

Introducción

Introducción

El uso de la energía se ha convertido en un problema mundial, el consumo eficiente de la misma permite el ahorro de los combustibles fósiles implicando la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera. La industria y otros sectores deben contribuir en una mejora significativa en el aprovechamiento de los recursos; por lo cual se debe promover el uso de energías renovables. El ahorro de energía significa ahorrar costos operativos, convirtiéndose en un eslabón clave para las entidades de todo el mundo.

A partir del 17 de junio del 2011 se publica la norma ISO 50 001, creada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en el Centro Internacional de Conferencias de Ginebra con el objetivo de mejorar el desempeño energético, elevando la eficiencia en los diferentes sectores de la sociedad mundial. Cuba adopta la norma en el año 2011, este proceso se llevó a cabo por la Oficina Nacional de Normalización de la República de Cuba, la cual representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización. Es una nueva norma para gestionar la energía identificando áreas críticas afectadas por el sobreconsumo energético, permitiendo visibilidad para planear inversiones y mejoras, considerando el consumo de energía en el proceso de decisión, para el diseño de todos los equipos, compra de materias primas y prestaciones de servicios (González, 2016).

Con respecto a la energía consumida en edificios, esta tiene un porcentaje considerable de consumo dentro de la matriz energética. En varios países, se está tomando como medida la obligación en los edificios de obtener la certificación de eficiencia energética, con el fin de fomentar las inversiones en ahorro de energía y potenciar la demanda de calidad energética de uso en las viviendas, en edificios nuevos y en edificios construidos. Es claro esperar que las últimas tendencias en la construcción de viviendas y edificios, es la búsqueda de la eficiencia energética, que reduzca su gasto energético y por ende la contaminación por emisiones de CO₂ sea baja. (Llvpuma & Flores, 2016).

Ocurre lo mismo en el sector hospitalario, cada vez se recurre más a políticas energéticas que permitan un ahorro significativo de los portadores y una disminución del consumo de energía eléctrica. En varios hospitales del mundo se han venido realizando estudios de tipo energéticos que están en correspondencia con las necesidades actuales de la sociedad y el ahorro de energía eléctrica.

Las instituciones hospitalarias y centros de salud en Cuba, se han identificado como edificios con un alto consumo de energía, no solamente porque se encuentran activos las

24 horas del día, los 365 días del año, sino también, por los requisitos especiales que implican, tales como equipamiento médico, la calidad del aire, etc. Mientras los hospitales se equipen con nuevas tecnologías, tenderán a aumentar el consumo energético, reflejando un aumento significativo de los costos de funcionamiento, por lo cual la eficiencia energética se ha convertido en uno de los temas de preocupación a nivel mundial en los hospitales. Por tanto, la eficiencia energética en las instalaciones hospitalarias apunta a la reducción de costos sin perder la calidad de servicios y con la mínima contaminación ambiental.

En varios hospitales de Cuba se han realizado estudios de eficiencia energética, en los cuales, se han determinado equipos y áreas mayores consumidores, así como indicadores de eficiencia energética, aunque todavía no se realizan estudios profundos que permitan predecir el consumo energético de dichos centros y lograr un ahorro de los portadores energéticos utilizados. (García Reyes, 2016)

En el Hospital Provincial de Cienfuegos actualmente se incumple el plan mensual de consumo de energía eléctrica en varios servicios, debido al incremento de pacientes atendidos por la epidemia del dengue, además del incremento del clima en salas de Cardiología, psiquiatría, sala 8 A y sala 12 A, que representan 47,5 MWh al mes, sigue siendo el consumo de electricidad el 85 % de los consumos totales y el 90 % está centrada los sistemas de climatización de aire. Todo esto ha traído consigo una afectación económica a la entidad de 3 739,38 CUP. Además, se detectan un total de 67 luminarias de 32 W encendidas innecesariamente, para lo cual es necesario seccionar los circuitos eléctricos. Todo esto constituye la **Situación Problemática** de la investigación y demuestra la necesidad de realizar un estudio energético que permita reducir el consumo de energía eléctrica del centro.

Problema científico:

En el hospital Dr. Gustavo Aldereguía Lima de Cienfuegos no existe una guía de gestión de la energía para la etapa de planificación energética basada en la norma cubana NC ISO 50 001: 2011 que monitoree eficientemente la utilización de sus portadores energéticos.

Pregunta de la investigación:

Es posible a partir de los fundamentos de la norma cubana NC ISO 50 001:2011 desarrollar una guía de gestión energética aplicada al hospital Dr. Gustavo Aldereguía Lima de Cienfuegos y basada en la etapa de planificación energética que permita elevar la eficiencia en la utilización de los portadores energéticos.

Objetivo General:

Elaborar una guía de gestión de la energía basado en la norma cubana NC ISO 50 001:2011

Objetivos específicos:

1. Analizar las tendencias actuales en la implementación de los sistemas de gestión de la energía en hospitales.
2. Desarrollar los requisitos de la etapa de planificación energética en el hospital basado en la norma NC ISO 50 001.
3. Elaborar una guía de gestión de la energía para el hospital como soporte de consulta.

Justificación de la investigación

Dado que el uso racional de los portadores energéticos y la eficiencia energética constituyen un tema de gran importancia, se centra el análisis del consumo energético desde diferentes aristas de la sociedad, en especial en las instituciones hospitalarias por ser éstas el sector más importante de la sociedad. Teniendo en cuenta que el Hospital Provincial de Cienfuegos necesita valorar su situación energética actual debido a inconformidades relacionadas con la gestión de su energía se decide proponer una guía en correspondencia con la NC ISO 50001:2011 para la gestión de la energía.

El trabajo queda estructurado de la siguiente forma: resumen bilingüe (español e inglés), introducción, tres capítulos, conclusiones generales, recomendaciones, bibliografía y anexos.

Capítulo I: Se establece el estado del arte en la gestión energética de manera general. Se abordan temas actuales de la energía, como es su situación mundial, las tendencias energéticas actuales. Se realiza un análisis de los Sistemas de Gestión Energéticos, además de abordar la NC ISO 50001:2011, sus beneficios, fundamentos y herramientas aplicadas, así como los requisitos para la Planificación Energética. Además, se aborda la Eficiencia Energética en instituciones hospitalarias a nivel mundial, en Cuba y específicamente en Cienfuegos.

Capítulo II: En este capítulo se caracteriza de manera general el Hospital Provincial de Cienfuegos "Dr. Gustavo Aldereguía Lima", así como desde el punto de vista energético. Se realiza un análisis de sus portadores energéticos, se hace un censo de cargas, además de un análisis de la potencia instalada en cada piso del centro. Finalmente, se pretende

establecer una línea base energética e IDEn guía a partir de un análisis de regresión lineal múltiple que sirva como punto de partida para otros estudios energéticos.

Capítulo III: En este capítulo se realiza un análisis de brechas. Se desarrollan los requisitos para la Planificación Energética y se presenta la Línea Base como punto de partida a partir del análisis de Regresión Múltiple. Se establecen oportunidades de mejora y planes de acción a las debilidades detectadas. Finalmente se elabora la Guía para la Planificación Energética y la Matriz de Gestión de la Energía del centro.

Capítulo I

Capítulo I: Tendencias actuales en la implementación de los sistemas de gestión de la energía.

1.1 Introducción

En el presente Capítulo, cuyo hilo conductor se muestra en la **Figura 1.1**, se hace referencia a los aspectos teóricos que se utilizan como base para la realización de esta investigación. En un primer momento se abordan aspectos relacionados con las tendencias actuales en la implementación de los sistemas de gestión de la energía como: situación energética mundial, tendencias energéticas actuales, sistemas de gestión energética, la ISO 50 001: 2011, sus beneficios y requisitos para planificación energética, los fundamentos y herramientas aplicadas. Eficiencia energética en instituciones hospitalaria en el mundo, en Cuba y en Cienfuegos.

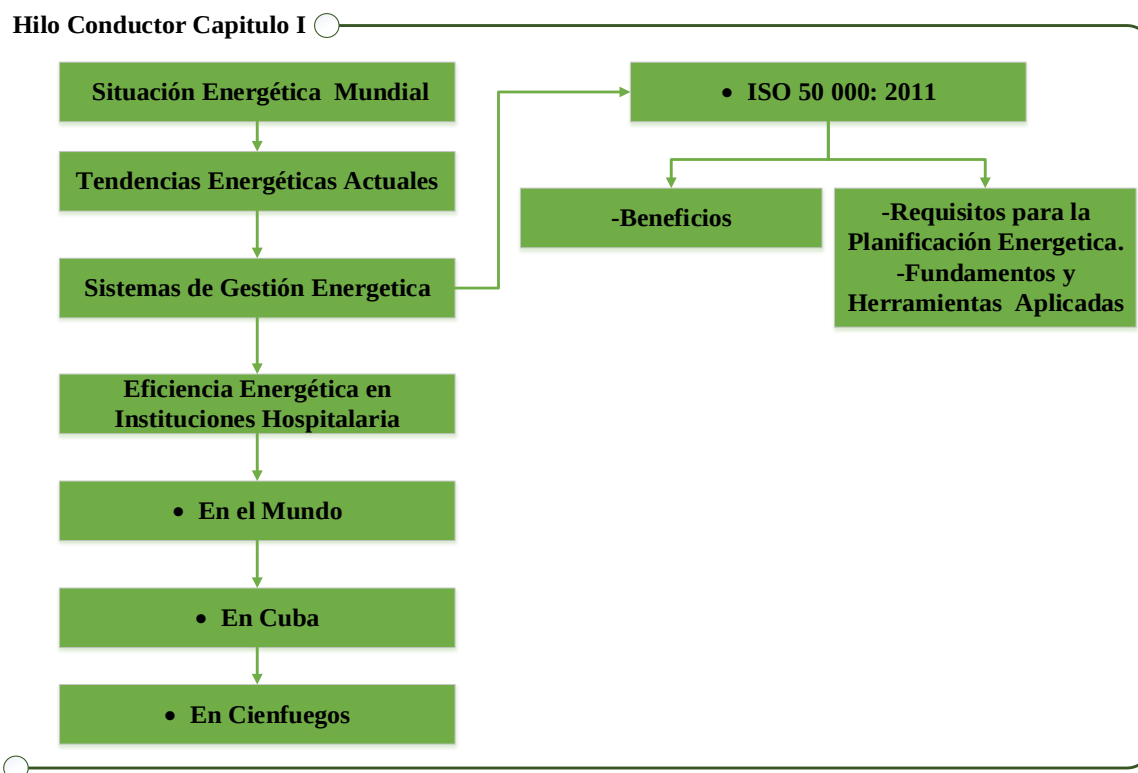


Figura 1.1: Hilo conductor para la elaboración del marco teórico. **Fuente:** Elaboración propia.

1.2 Situación Energética Mundial

Una de las características del sistema energético contemporáneo son los continuos vaivenes de los precios, tanto de los combustibles como de la demanda de energía, a causas de guerras y crisis económicas. La crisis energética de 1973 provocó una

estabilización e incluso, una ligera disminución de las demandas ante los constantes aumentos del precio del crudo. El encarecimiento de la producción de energía obligó a un replanteamiento de los distintos países sobre la estrategia económica global, basado en el fomento del ahorro energético y de actividades con menor dependencia de los combustibles fósiles. Según datos compilados por el Instituto de Observación Mundial en su sigla en inglés (WWI), en 1980 ocurrió un pico en la demanda mundial de energía, la cual disminuyó y se estabilizó en los primeros años de esa década. Con posterioridad, el consumo de energía ha estado aumentando (ver **figura 1.2**), a pesar de los altos y oscilantes precios del petróleo en el mercado mundial. (Flavin & Lenssen, 1994)

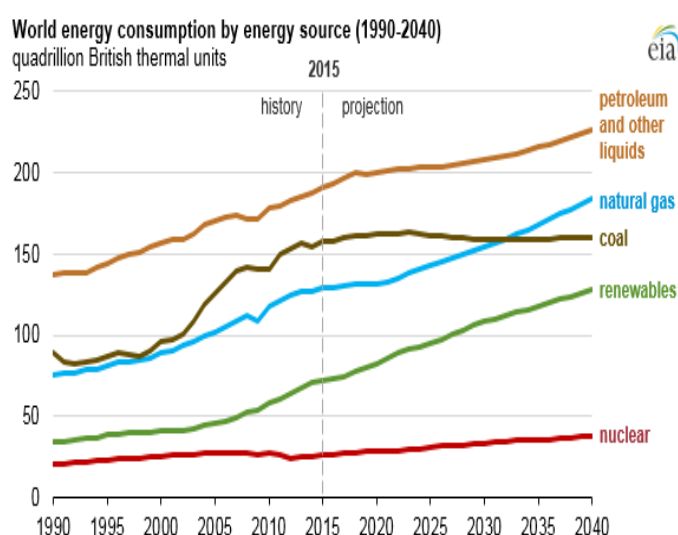


Figura 1.2: Consumo de energía mundial y fuente energética. **Fuente:** Worlwatch Institute, 1980

1.3 Tendencias energéticas actuales

En el escenario actual, el ámbito energético se enfrenta a tres grandes retos: la competitividad directamente relacionada con la disminución de la intensidad energética (lo que se denomina el desacoplamiento del aumento del consumo energético con el desarrollo económico), el cambio climático y la seguridad de suministro. (Tejera Oliver, 2017)

En cualquiera de las soluciones estudiadas para resolver estos desafíos, se encuentra en el lado de la demanda, 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 que redundan en un aumento de competitividad y mejoran la seguridad energética. Además, la eficiencia energética es la principal opción para alcanzar el objetivo de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de la demanda, pudiendo contribuir a su reducción hasta en un 43% en 2050 respecto del año 2000, según la Agencia Internacional de la Energía, donde se

puede ver que respecto del año 2000, en el que si no se hace nada podrían llegar las emisiones a 62 Giga toneladas en 2050, con la aplicación de la política de ahorro de energía, y otras, se llegaría en ese año a 14 Giga toneladas de emisiones de CO₂. (Tejera Oliver, 2017).

La mejora de la eficiencia energética requerirá desarrollar el potencial de I+D+i en redes inteligentes, gestión de la demanda, logística, almacenamiento energético, auditorías, sistemas de gestión energética, etc. (Tejera Oliver, 2017).

En el marco de la Unión Europea, los Estados miembros se comprometieron a reducir para el año 2020 el consumo de energía primaria y las emisiones de gases efecto invernadero en un 20% respecto del año 1990. La Comisión Europea, en su comunicado de 13 de noviembre de 2008 sobre eficiencia energética, indica cómo el aumento de la eficiencia energética es la forma más rentable de reducir el consumo de energía. (Tejera Oliver, 2017) La Directiva Europea de Eficiencia Energética aprobada en noviembre de 2012 y que se está transponiendo a los Estados miembros, sustituye a todas las Directivas anteriores y se publica para tratar de conseguir el compromiso del 20% de reducción energética para el año 2020, marca auditorías energéticas obligatorias y el uso de sistemas de gestión energética basados en la norma UNE-EN ISO 50 001. La **figura 1.3** ilustra los principales retos a lo que enfrenta actualmente la producción de energía mundial. (Tejera Oliver, 2017)

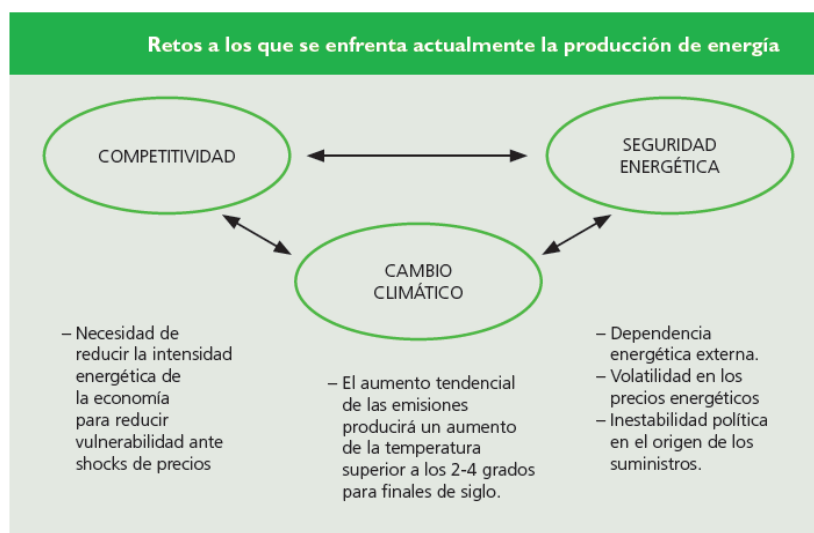


Figura 1.3: Retos a lo que enfrenta actualmente la producción de energía. **Fuente:** (Tejera Oliver, 2017)

Nuestra vida está condicionada por la forma en la que utilizamos la energía. Los alimentos que consume nuestro cuerpo, el carbón que usan buena parte de las plantas termoeléctricas en todo el mundo y las inmensas cantidades de petróleo que utilizan

muchas industrias son todas formas de disponer de la energía necesaria para acceder a las comodidades que disfrutamos hoy en día: transporte rápido y eficiente, un baño de agua caliente, luz artificial, conservación de los alimentos, entre muchas otras. (Riquelme, 2017)

Al mismo tiempo, la producción y el consumo de energía son los principales responsables del cambio de temperatura en el planeta, que ha ocasionado el deshielo de los polos y el aumento del nivel del mar; así como el incremento de la contaminación en muchas ciudades. En marzo de 2016, y por primera vez desde que se tiene registro, los niveles mundiales de dióxido de carbono se mantuvieron por encima de 400 partes por millón durante un mes, explica el Foro Económico Mundial (WEF, por su sigla en inglés) en su Informe sobre el Índice de Rendimiento de la Arquitectura Energética Mundial 2017 (EAPI, por su sigla en inglés). (Riquelme, 2017)

El WEF afirma que vale la pena el esfuerzo por lograr una forma de producir energía que sea sostenible y segura, cuando en realidad es obligatorio si no queremos que se vean afectados sectores como la disponibilidad laboral, la productividad económica y la calidad de vida de la población. El Índice de Rendimiento de la Arquitectura Energética Mundial se publicó por primera vez en el 2013, como resultado de la reunión del WEF en el 2012, y de acuerdo con esta organización, ayuda a entender cómo funcionan los sistemas energéticos y para mejorar la arquitectura energética de los países. El EAPI es un índice compuesto que evalúa 18 indicadores para medir el desempeño de los sistemas energéticos de 127 países. (Riquelme, 2017)

Entre los indicadores analizados por el EAPI destaca la importación y exportación de combustibles fósiles; si el país cuenta con un subsidio a los combustibles; los precios de la electricidad para la industria; las emisiones de partículas contaminantes; la tasa de personas con electricidad y la diversidad de las fuentes de energía que cada país utiliza.

Para el WEF, no se requiere reducir el consumo de energía en todo el mundo, más bien es necesario alcanzar la demanda de energía a nivel mundial. Los objetivos de esta institución con respecto a la producción y el consumo de energía se inclinan más por las metas económicas que por las de sostenibilidad y preservación del medio ambiente. (Riquelme, 2017)

El primer lugar del índice lo ocupa Suiza, debido a que este país europeo se ha beneficiado de una combinación de diversas fuentes de energía; de un bajo consumo energético y de bajas emisiones de CO₂ en la producción de electricidad. (May, 2017)

Bahréin figura en el lugar 127, el último de la lista, debido sobre todo a su poco crecimiento económico y a la poca inversión que realiza para fomentar la sostenibilidad. Este año, México pasó del lugar 59 al 44, al avanzar 15 lugares dentro del índice. (May, 2017)

Los objetivos del WEF con respecto a la producción y el consumo de energía son: generar crecimiento económico, garantizar el acceso de energía para todos de forma segura y producir energía de forma sostenible. Dentro de las directrices fundamentales estas:

1. El consumo de energía sigue aumentando

El consumo de energía ha seguido aumentando desde el 2012, pero a un ritmo más bajo que durante la década anterior. De acuerdo con el Foro Económico Mundial, este aumento del consumo se debe sobre todo a los países emergentes, cuyo desarrollo se funda sobre todo en la energía.

2. Los mercados energéticos se están transformando hacia la sostenibilidad

Según el WEF, las energías renovables ocupan un lugar cada vez más importante dentro de la producción de energía. La participación de la energía solar en la generación mundial de electricidad casi se ha duplicado cada dos años desde el año 2000, y cada cuatro años, en el caso de la energía eólica. Con cada duplicación, el costo de la energía solar cae 24% y el del viento, 19%, refiere la organización. De acuerdo con el WEF, esta tendencia de la producción de energía sugiere un cambio permanente en la combinación energética del futuro. El organismo internacional refiere que este cambio está determinado por una disminución del consumo de carbón; por el incremento en la extracción del gas y de la utilización de las energías renovables, y por una mayor productividad energética de las principales economías, como China y Estados Unidos. (May, 2017)

3. Los países más pequeños consumen energía de forma más eficiente

El primer lugar entre los países que cuentan con una mejor arquitectura energética lo ocupa Suiza ([Ver figura 1.4](#)). Los países dentro de los primeros 20 lugares son los mismos que en el reporte del 2016, sólo Irlanda, Alemania y Eslovaquia entraron por vez primera a esta lista. Asimismo, de acuerdo con el WEF, los países que se encuentran en los primeros lugares son por lo regular países pequeños, con una población no muy numerosa, debido a que es más fácil activar cambios en la producción y el consumo de energía si la población es más pequeña. El estudio del WEF también reveló que la mayoría de los países que ocupan los primeros lugares son economías avanzadas, con un alto Producto Interno Bruto

per cápita, diversificación de las importaciones y están bien integrados en el sistema financiero mundial. (May, 2017)

4. Europa lleva la delantera energética

Los países europeos dominan el panorama de la eficiencia energética. Suiza es el país con la mejor arquitectura energética por tercer año consecutivo y los 28 estados que conforman a la Unión Europea ocupan 14 de los primeros 20 lugares de la clasificación del EAPI, entre los que destacan Noruega, Suecia, Dinamarca y Francia, que junto con Suiza ocupan los primeros cinco lugares de la clasificación. Cabe destacar que, de acuerdo con el WEF, este grupo de países europeos ha mantenido o aumentado su calificación en prácticamente todos los indicadores que analiza el estudio. (May, 2017)

5. Los mayores consumidores siguen consumiendo más

Los mayores consumidores de energía en el mundo están consumiendo cada vez más. De acuerdo con el informe del WEF, el consumo de energía de países como China, India, Japón, Rusia y Estados Unidos rebasa por mucho el consumo de las 20 naciones con la mejor arquitectura energética. Entre los países de mayor consumo, China se encuentra a la zaga de las demás potencias mundiales, debido a un consumo intenso de la energía y a las altas emisiones de CO₂ que despierta su industria. Aunque una de las principales características de la extracción de *gas shale* es el alto nivel de afectaciones que esta técnica provoca en el medio ambiente. Sin embargo, de acuerdo con el WEF, Estados Unidos ha hecho progresos en su infraestructura energética debido al aumento en la producción de gas de esquisto y a la creciente inversión de energías renovables. (May, 2017)

6. Los mejores y los peores están cada vez más alejados

Los países con la mejor calificación y el resto de la tabla muestran una creciente división en su desempeño. Al comparar la lista de este año con la del 2016, el aumento en el puntaje de los 20 países con mejor desempeño es el doble que el de todos los demás países. De acuerdo con el Foro Económico Mundial, esta creciente diferencia en la magnitud de la mejora del rendimiento entre los dos grupos refleja un mayor fortalecimiento de los sectores energéticos de los países que ya tienen un buen desempeño. Sin embargo, hay que destacar que las mejoras realizadas por los países que encabezan la lista tienen más que ver con el crecimiento energético y el desarrollo de infraestructura que con la sostenibilidad energética debido a que al menos los 10 primeros lugares son importadores netos de energía. (May, 2017)

7. México es uno de los que más ha avanzado

Según el análisis hecho por el WEF, Jamaica, Nicaragua, Tayikistán, Luxemburgo y Uruguay son los países que han mostrado un mejor desempeño energético en los últimos años. La diversificación de sus fuentes de energía, el aumento de las energías renovables y la reducción de las importaciones de hidrocarburos son las principales razones por las que Uruguay pasó del lugar 25 al 10 de la lista, colándose como uno de los países con la mejor estrategia energética del mundo. A pesar de ser un exportador neto de hidrocarburos, México importa la mayor parte de los combustibles fósiles que ocupa su población. Sin embargo, de acuerdo con el WEF, el ascenso de este país dentro del ranking se debe a las diferentes reformas que impulsó el presidente Enrique Peña Nieto, entre las que se encuentra la energética. Para la organización internacional, el éxito de la estrategia energética en México recae en la liberación de los precios de los combustibles y en la reestructuración de la Comisión Federal de Electricidad. El WEF no menciona en ningún momento una mayor inversión en fuentes de energía renovables ni en mayores regulaciones para el uso de hidrocarburos como fuente de energía. (May, 2017)

8. Estrategias para mejorar la producción y el consumo de energía

De acuerdo con el EAPI 2017, los países que han avanzado con respecto a su infraestructura y eficiencia energéticas han aplicado tres principios para dirigir los sistemas energéticos. El primero es establecer una estrategia a largo plazo para la energía y comprometerse con ella. Este factor puede resultar particularmente difícil para México, debido a que el problema de México es que la falta de continuidad política da al traste con cualquier otro tipo de continuidad. El segundo principio es que los países deben activar la transición energética entre las fuentes de energía no renovables y las renovables con políticas y estrategias que se adapten al contexto de cada país y que hayan sido diseñadas por distintos sectores de la población. El tercero y último de los principios mencionados por el WEF es la inversión en áreas estratégicas. La inversión del sector privado requiere una administración responsable para garantizar que se centra en las áreas adecuadas. En algunos casos, la necesidad de inversión significa abrir al sector privado sectores de la energía históricamente monopolizados públicamente, como lo ha hecho con éxito México con sus sectores de petróleo y gas y electricidad. Aunque esto no se ha visto reflejado por el acceso universal de las personas a la energía, ni por un crecimiento económico sostenido y mucho menos, por una estrategia de sostenibilidad que regule la emisión de contaminantes. (May, 2017)

Country	2009-17 trend
1 Switzerland	▲ (+1)
2 Norway	▼ (-1)
3 Sweden	▲ (+1)
4 Denmark	▲ (+1)
5 France	▼ (-2)
6 Austria	▲ (+2)
7 Spain	▲ (+4)
8 Colombia	▲ (+2)
9 New Zealand	▲ (+3)
10 Uruguay	▲ (+15)
11 Portugal	▲ (+2)
12 Finland	▼ (-6)
13 Slovenia	▲ (+6)
14 Costa Rica	▼ (-5)
15 United Kingdom	(=)
16 Ireland	▲ (+5)
17 Latvia	(=)
18 Croatia	▲ (+12)
19 Germany	▼ (-5)
20 Slovak Republic	▲ (+12)

PAÍSES CON LA MEJOR Y LA PEOR ARQUITECTURA ENERGÉTICA

Los países europeos continúan a la delantera con respecto a la adopción de energías renovables y a una mayor inversión en la infraestructura energética. Algunos países en desarrollo, como Colombia y Uruguay, se colaron dentro de los 10 primeros lugares de la lista.

LUGAR	PAÍS	PUNTUACIÓN	TENDENCIA
1	SUIZA	0.8	+1 ▲
8	COLOMBIA	0.75	+2 ▲
15	REINO UNIDO	0.72	=
28	ARGENTINA	0.7	+21 ▲
30	BRASIL	0.7	-23 ▼
33	HOLANDA	0.69	-13 ▼
40	CHILE	0.67	+16 ▲
44	MÉXICO	0.66	+15 ▲
45	JAPÓN	0.66	-24 ▼
52	ESTADOS UNIDOS	0.65	+2 ▲
63	REP. DOMINICANA	0.62	+21 ▲
76	SUDÁFRICA	0.58	+10 ▲
82	HONDURAS	0.56	+18 ▲
87	INDIA	0.55	+4 ▲
95	CHINA	0.53	-1 ▼

GRÁFICO EE. FUENTE: INFORME SOBRE EL ÍNDICE DE RENDIMIENTO DE LA ARQUITECTURA ENERGÉTICA MUNDI

Figura: 1.4 Países con la mayor y la peor arquitectura energética. **Fuente:** (May, 2017)

1.4 Sistemas de Gestión Energética

Los sistemas de gestión energética son un conjunto de elementos interrelacionados que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

Un Sistema de Gestión Energética pretende sistematizar los procesos que se dan en una organización con el fin de promover criterios de gestión energética, ahorro y eficiencia. Estos pueden ser aplicables a cualquier organización como se muestra en la **figura 1.5**.



Figura: 1.5 Aplicación de un SGE. **Fuente:** (Morell, 2018).

Un sistema de gestión de la energía proporciona a las organizaciones, independientemente de su sector de actividad o su tamaño, una herramienta que facilita la reducción de: (Morell, 2018)

- Los consumos de energía
- Los costos financieros asociados
- Las emisiones de gases de efecto invernadero

El Sistema de Gestión está basado en el principio de mejora continua: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) que debe regir a cualquier sistema de gestión, representado la **figura 1.6** que se muestra a continuación.

El SGE permite mantener unos niveles de consumo estables en el tiempo gracias a una adecuada gestión del uso que hacemos de la energía. (Morell, 2018)

Sabemos que muchas empresas se muestran renuentes a prestar atención a la gestión de la energía o a invertir en medidas para mejorar la eficiencia energética. Sin embargo, hay muchos buenos ejemplos que demuestran que un enfoque sistemático de gestión del desempeño energético es compatible con las prioridades de las empresas. Esto se aplica a organizaciones de todos los tamaños, tanto del sector público como del privado.



Figura 1.6: Proceso de mejora continua. **Fuente:** Elaboración Propia.

Las **figuras 1.7 y 1.8** muestran cómo distintos enfoques de gestión de la energía afectan los costos de la energía. La primera muestra el comportamiento de los costos de la energía en el tiempo cuando las organizaciones implementan acciones para ahorrar energía en

respuesta a incrementos en los costos. Los costos de la energía continuarán su ciclo hasta desbordarse, a menos que las organizaciones se decidan a gestionar el uso de la energía de forma cotidiana e integrada a sus operaciones empresariales normales. . (ONUDI & MEER, 2014)

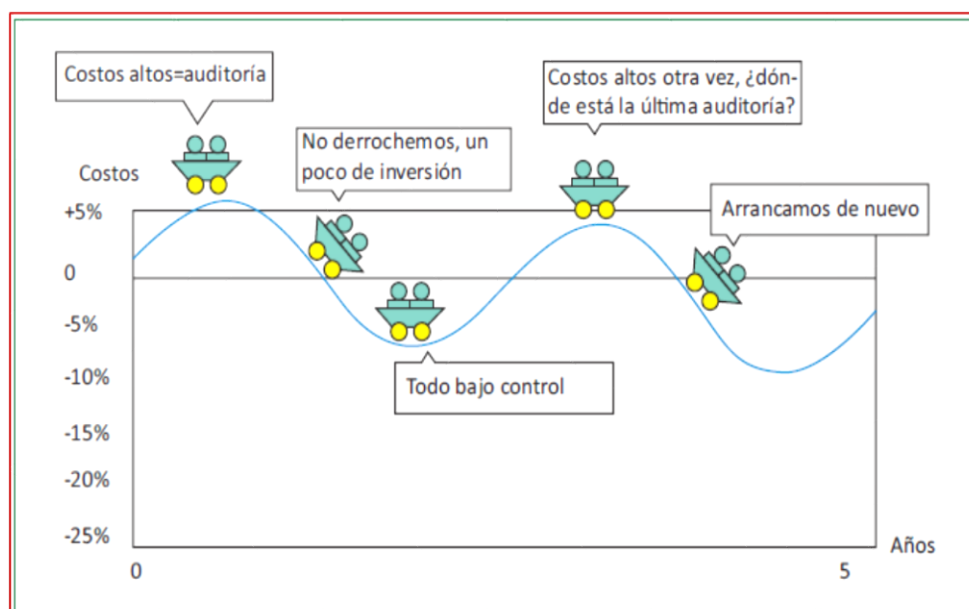


Figura. 1.7 Resultados de gestión de energía o Variación de costos Gestión no Sistemática. **Fuente.** . (ONUDI & MEER, 2014)

En la **figura 1.8**, se verá que, con un enfoque de mejora continua a través de un sistema de gestión de la energía, se pueden mantener las mejoras en el desempeño energético y los costos siguen disminuyendo con los años.

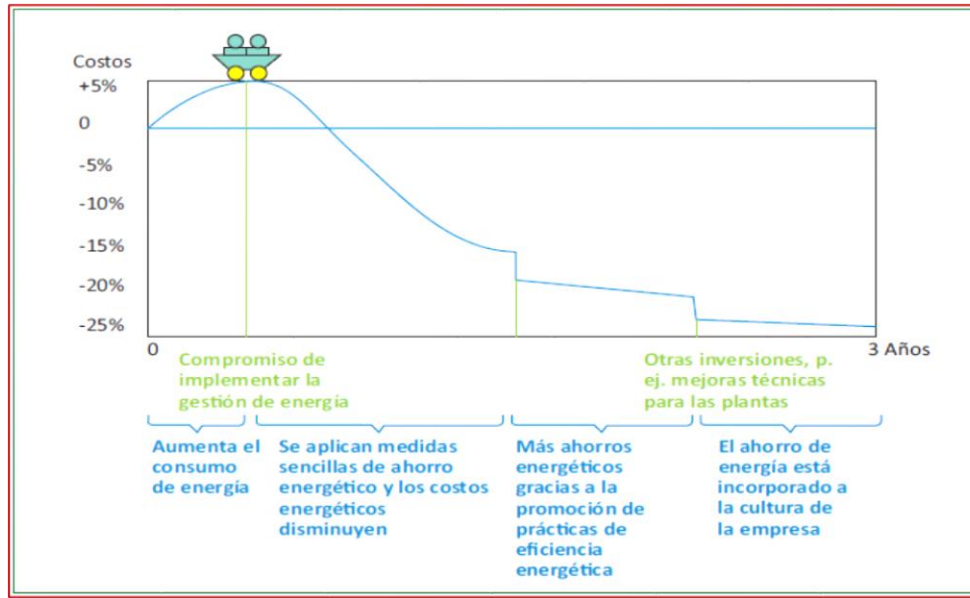


Figura 1.8: Resultados de un proceso sistemático de gestión de la energía. **Fuente.** (ONUDI & MEER, 2014).

El enfoque sistemático de gestión de la energía ofrece los siguientes beneficios:

Beneficios directos

- Ahorro en costos energéticos
- Priorización de las oportunidades de ahorro energético sin costo o de bajo costo
- Se pueden aplicar a las operaciones de todos los días
- Menores emisiones de gases de efecto invernadero
- Menor exposición a las variaciones en el precio de la energía
- Menor huella de carbono
- Mayor seguridad en el suministro gracias a la menor dependencia de los combustibles importados
- Mayor conciencia energética a nivel del personal y mayor participación
- Más conocimiento del uso y del consumo de la energía, y de las oportunidades de mejora
- Procesos de toma de decisiones basados en la información
- Menor incertidumbre gracias a una mejor comprensión del uso de la energía en el Futuro.

Beneficios indirectos

- Publicidad positiva.
- Mejora de la imagen corporativa.

- Mejora de la eficiencia operacional.
- Mejora de las prácticas de mantenimiento.
- Mejora de la seguridad y la salud.

Si el SGE se implanta tras la realización de una auditoría energética en la organización, se consigue mantener el ahorro derivado de la implantación de las medidas detectadas en la misma. Este ahorro muchas veces puede ser de un 4 % o más, anualmente en el consumo de energía si se tiene implementado un SGE. (**Figura 1.9**)

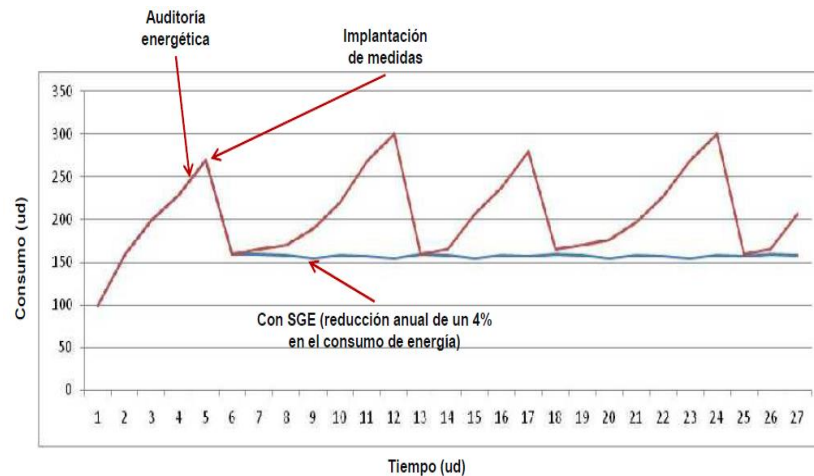


Figura. 1.9: Implantación de un SGE tras la aplicación de una Auditoría Energética.

Fuente. (Morell, 2018)

El SGE permite demostrar una gestión eficaz de la energía y es integrable en otras actuaciones en materia de ahorro y energía que la organización lleve a cabo. Este es el complemento perfecto a una auditoría energética ya que puede ser el primer paso a la hora de implantar un SGE. El SGE es una herramienta complementaria a otras normas ISO (14001, 9001...) (Ver **figura 1.10**)



Figura 1.10: Herramienta complementaria. **Fuente.** (Morell, 2018)

El Sistema de Gestión Energética pretende ser un sistema de mejora continua de calidad en el uso de la energía.

Los Sistemas de Gestión de la Energía se centran en:

- Eficiencia energética
- Gestión energética
- Rendimiento energético
- Reducción efectiva de costes y otros recursos

Con un SGE, la organización:

1. Es consciente de su consumo de energía.
2. Demuestra su compromiso con la reducción del consumo energético.
3. Toma conciencia de las medidas necesarias para reducir:
 - consumos energéticos
 - costes energéticos
 - emisiones de CO₂
4. Revisa métodos y equipos de medición de los consumos de energía.
5. Establece una mejora continua en base a la eficiencia energética.

1.4.1 Beneficios de la implantación del Sistema de Gestión Energética en la Organización.

Beneficios Energéticos y Ambientales:

- Optimización del uso de la energía (consumo eficiente).
- Fomento de la Eficiencia Energética en el sector.
- Disminución de emisiones de gases de CO₂ a la atmósfera.
- Reducción de impactos ambientales.
- Mejorar los conocimientos y competencias en la eficiencia y gestión energética del personal.

Beneficios de Liderazgo e Imagen Empresarial:

- Demostrar frente a terceros que la empresa contribuye al desarrollo sostenible.

- Reducción de emisiones de CO₂.
- Aportar seguridad a la dirección en relación al cumplimiento de la legislación de aplicación en materia energética.

Beneficios Socioeconómicos:

- Disminución del impacto sobre el cambio climático
- Reducción de costes como consecuencia del ahorro energético (Morell, 2018)

1.5 Características fundamentales de la Norma ISO 50001:2011.

La norma ISO 50 001, Energy Management Systems, publicada por primera vez en junio de 2011, establece los requisitos que debe tener un sistema de gestión de la energía en una organización para ayudarla a mejorar su desempeño energético, aumentar su eficiencia energética y reducir los impactos ambientales, así como a incrementar sus ventajas competitivas dentro de los mercados en los que participan, todo esto sin sacrificio de la productividad. Esta norma fue publicada oficialmente el 15 de junio de 2011 por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y fue elaborada por un comité de expertos de más de cuarenta países.

La norma ISO 50 001 – Sistemas de Gestión de Energía (SGE) – se creó en 2011 con el objetivo principal de establecer requisitos mínimos y específicos que garanticen la mejora continua del desempeño energético de la organización que la adopte. El cumplimiento de estos requisitos conduce a la organización a buscar continuamente la reducción de su consumo de energía, aumentando la eficiencia energética de sus procesos e identificando la mejor y más adecuada forma de uso de la energía necesaria para viabilizar sus actividades.

Los conceptos de gestión de energía pueden aplicarse a cualquier tipo de organización, independiente de su rubro, tamaño o perfil de uso y consumo de energía.

Objetivos de la norma ISO 50001:2011

- Apoyar a las organizaciones en el establecimiento del uso y el consumo de energía más adecuados.
- Crear una comunicación fácil y transparente con respecto a la gestión de los recursos energéticos.
- Promover las mejores prácticas de gestión de la energía y reforzar los beneficios con la aplicación de la gestión energética.

- Apoyar la evaluación y priorización de la implementación de nuevas tecnologías más eficientes en cuanto al uso de la energía.
- Establecer un escenario para la promoción de la eficiencia energética a través de la cadena de suministro.
- Favorecer la mejora de la gestión de la energía en conjunto con proyectos de reducción de los gases de efecto invernadero.
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacionales, como el de calidad, medioambiental y salud y seguridad. (De Laire, Fiallos, & Aguilera, 2017)

La Norma Internacional ISO 50 001 tiene por objeto la mejora del desempeño energético en la organización a través de revisiones y evaluaciones periódicas de sus sistemas de gestión de la energía, con el fin de identificar oportunidades de mejora en la implementación del ritmo de avance, donde la extensión y la duración del proceso de mejora continua son determinados por la propia organización. (Carretero, 2012)

En su introducción, la norma ISO 50 001:2011 surge de la necesidad de definir los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión energética.

- Establece los requisitos para la mejora continua en forma de un uso de la energía más eficiente y más sostenible, independientemente del tipo de energía.
- No define por si misma criterios de desempeño específicos con respecto a la energía.
- Los criterios definidos son independientes del tipo de organización.
- Cualquier organización que desee asegurarse de que es conforme con su política energética establecida y demostrar dicha conformidad a otros puede confirmarlo mediante la autoevaluación y auto declaración de la conformidad, así como la certificación del sistema por parte de una organización externa. (Carretero, 2012)

Este es un concepto alrededor del cual gira el SGE, para lograr la mejora del comportamiento energético en una instalación, a partir de una revisión energética, como ilustra la **figura 1.11**. Sobre ella debe determinarse el cómo, quién, dónde, porqué, etcétera, usa la energía en la organización



Figura 1.11: Revisión energética. **Fuente.** (Morell, 2018)

El Sistema de Gestión está basado en un modelo de mejora continua en el que se establecen una serie de hitos los cuales tienen su origen en una política energética



Figura 1.12: Proceso de mejora continua. **Fuente:** (Morell, 2018)

1.5.1 Beneficios de la norma ISO 50001:2011

La norma ISO 50001, al igual que otras normas ISO de sistemas de gestión, reconoce que el compromiso y liderazgo de la alta dirección son fundamentales para el éxito de cualquier sistema de gestión. Este compromiso y liderazgo se manifiesta mediante la asignación de recursos (humanos y monetarios) para mantener el SGE en el tiempo e implementar las medidas necesarias para mejorar el desempeño energético de forma sistemática. (Tejera Oliver, 2017)

De acuerdo a las experiencias de las empresas que han implementado SGE, al certificarse bajo la norma ISO 50001, han percibido los siguientes beneficios:

- Se asegura la continuidad del funcionamiento del SGE y de la mejora continua.
- Mejora de la imagen de la empresa, al ser reconocida como empresa eficiente.
- Se puede optar a reconocimientos específicos como el Sello Dorado de Eficiencia Energética.
- Mejora de su situación de cumplimiento de requisitos internos, así como de la regulación y compromisos externos.
- Las normas ISO son internacionales, por lo que sus conceptos y prácticas son compatibles y aplicables a organizaciones de cualquier país, abriendo posibilidades de negocios en mercados con regulaciones relacionadas con sustentabilidad.
- Los objetivos y metas de los SGE son compatibles con Políticas de Sustentabilidad y otras certificaciones, lo que permite complementar esfuerzos y metas.
- Opción de postular a reconocimientos internacionales como el “Energy Management Leadership Award”, promocionado por el Clean Energy Ministerial.

En la norma ISO 50001:2011, la etapa de Planificación Energética resulta de gran importancia, debido a que esta establece los pilares necesarios para dicha implementación.

1.5.2 Requisitos para la planificación energética

Para la planificación energética la organización debe:

- Establecer, documentar, implementar y mantener un SGE.
- Definir y documentar el alcance y los límites de SGE.
- Determinar y documentar como se cumplirán los requisitos de la norma para conseguir la mejora continua en la eficiencia energética (De Laire, Fiallos, & Aguilera, 2017).

1.5.3 Fundamentos y herramientas aplicadas

De acuerdo al ciclo de mejora continua, cada una de las etapas ha de cumplir con una serie de pasos adaptados a los requisitos normativos mostrados en la figura 1.13.



Figura 1.13: Pasos en cada una de las etapas del ciclo de mejora continua. **Fuente.** (Morell, 2018).

Herramientas para la gestión de la energía

1. Diagrama de Pareto:

Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en porcentaje. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.

Utilidad del Diagrama de Pareto

- Identificar y concentrar los esfuerzos en los puntos clave de un problema o fenómeno como puede ser: los mayores consumidores de energía de la fábrica, las mayores pérdidas energéticas o los mayores costos energéticos.
- Predecir la efectividad de una mejora al conocer la influencia de la disminución de un efecto al reducir la barra de la causa principal que lo produce.
- Determinar la efectividad de una mejora comparando los diagramas de Pareto anterior y posterior a la mejora.

2. Estratificación:

Cuando se investiga la causa de un efecto, una vez identificada la causa general aplicando el diagrama de Pareto, es necesario encontrar la causa particular del efecto, aplicando sucesivamente Pareto a estratos más profundos de la causa general. La estratificación es el método de agrupar datos asociados por puntos o características comunes pasando de lo general a lo particular. Pueden ser estratificados los gráficos de control, los diagramas de Pareto, los diagramas de dispersión, los histogramas y otras herramientas de descripción de efectos.

Utilidad de la Estratificación.

- Discriminar las causas que están provocando el efecto estudiado.
- Conocer el árbol de causas de un problema o efecto.
- Determinar la influencia cuantitativa de las causas particulares sobre las generales y sobre el efecto estudiado.

3. Diagrama Energético-productivo:

Esta herramienta consiste en desarrollar el flujograma del proceso productivo, agregándole todas las entradas y salidas de materiales (incluidos residuos) y de energía, con sus magnitudes y características para los niveles de producción típicos de la empresa. Esta herramienta presenta como beneficio, la relación entre las diferentes etapas del proceso productivo y las etapas mayores consumidoras por tipo de energético, facilita las posibilidades de cambio en la programación del proceso o introducción de modificaciones básicas para reducir los consumos energéticos, proporciona el establecimiento de indicadores de control por áreas, procesos y equipos mayores consumidores y permite determinar la producción equivalente de la empresa.

Utilidad de los Diagramas E vs. P.

Los diagramas Energía vs Producción tienen por utilidad de mostrar si los componentes de un indicador de consumo de energía están correlacionados entre sí, y, por tanto, si el indicador es válido o no. Establecer nuevos indicadores de consumos o costos energéticos.

- Determinar la influencia de factores productivos de la empresa sobre los consumos energéticos y establecer variables de control.
- Identificar el modelo de variación promedio de los consumos respecto a la producción.

- Determinar cuantitativamente el valor de la energía no asociada a la producción.

4. Diagrama índice de consumo-producción (IC VS. P)

Este diagrama se realiza después de haber obtenido el gráfico E vs. P y la ecuación,

$E = m * P + E_0$, con un nivel de correlación significativo.

La expresión de la función $IC = f(P)$ se obtiene de la siguiente forma:

$$E = m * P + E_0$$

$$IC = \frac{E}{P} = m + E_0/P \quad \text{Ec 1.1}$$

$$IC = m + E_0/P \quad \text{Ec 1.2}$$

El gráfico IC vs. P es una hipérbola equilátera, con asíntota en el eje x, al valor de la pendiente m de la expresión $E = f(P)$.

Utilidad del Diagrama IC vs. P

- Establecer metas de índices de consumos en función de una producción planificada por las condiciones de mercado.
- Evaluar el comportamiento de la eficiencia energética de la empresa en un período dado.
- Determinar el punto crítico de producción de la empresa o de productividad de un equipo y planificar estos indicadores en las zonas de alta eficiencia energética.

5. Gráfico de consumo de Energía y Producción en el Tiempo:

Consiste en un gráfico que muestra la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. Muestran períodos en que se producen comportamientos anormales de la variación del consumo energético con respecto a la variación de la producción y permiten identificar causas o factores que producen variaciones significativas de los consumos.

6. Gráficos de Tendencias o Sumas Acumulativas (CUSUM)

Este gráfico se utiliza para monitorear la tendencia de la empresa en cuanto a la variación de sus consumos energéticos, con respecto a un período base de comparación dado. A partir de este gráfico también puede determinarse cuantitativamente la magnitud de la energía que se ha dejado de consumir o se ha consumido en exceso con relación al

comportamiento del período base hasta el momento de su actualización. Como utilidad, esta herramienta da a conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos, compara la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción, determina la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual respecto a un período base y evalúa la efectividad de medidas de ahorro de energía.

7. Gráficos de control

Los gráficos de control son diagramas lineales que permiten observar el comportamiento de una variable en función de ciertos límites establecidos. Se usan como instrumento de autocontrol y resultan muy útiles como complemento a los diagramas causa y efecto, para detectar en cuales fases del proceso analizado se producen las alteraciones. Esta es de gran utilidad ya que muestra si las variables evaluadas se encuentran bajo control o no, permite identificar los comportamientos que requieren explicación y las causas no aleatorias que influyen en el comportamiento de los consumos, además da a conocer la influencia de las acciones correctivas sobre los consumos.

1.6 Principales cambios en la norma ISO 50001:2018 en comparación con la versión 2011

Dentro de los cambios fundamentales se encuentran:

El alcance

- ✓ Se explicita que no se excluirán los tipos de energía dentro del ámbito y los límites del SGE.
- ✓ Las organizaciones se asegurarán de que tienen la autoridad para controlar su eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de energía dentro del alcance y los límites.

Revisión energética

Identificar USEs para identificar las variables pertinentes, el desempeño energético actual e identificar las personas que influyen o afectan al USE.

Indicadores de desempeño energético

- ✓ Los indicadores de desempeño energético (IDEn) deben permitir a la organización demostrar la mejora de la eficiencia energética.
- ✓ Cuando la organización disponga de datos que indiquen que las variables pertinentes afectan de forma significativa a la eficiencia energética, dichos datos se considerarán

para establecer el IDEn(s) apropiados para asegurarse de que el IDEn es "adecuado para el propósito"

- ✓ El valor del IDEn se conservarán como información documentada.

Línea de base energética

- ✓ Cuando la organización disponga de datos que indiquen que las variables pertinentes afectan de forma significativa a la eficiencia energética, la organización normalizará el IDEn y la correspondiente base de referencia energética para comparar los cambios en la eficiencia energética.

1.7 Eficiencia energética en instituciones hospitalarias.

El hospital ha sido categorizado en múltiples ocasiones como una de las instituciones/empresas de mayor complejidad en cuanto a su gestión. Esto se debe principalmente a la diversidad y complejidad de los procesos que se desarrollan en su interior, a lo intensivo en recursos humanos de sus procesos, que requiere de un fuerte trabajo en equipo entre personas de múltiples profesiones y especialidades, y a que el producto final no es menos que la recuperación de la salud de otras personas. La energía es fundamental para el funcionamiento de las distintas unidades y áreas de los hospitales (Pabellones, Unidad de Tratamiento Intensivo, Boxes Ambulatorios, Salas de Hospitalización, Admisión, Pasillos, etc.). En todos estos lugares se requiere la climatización producida por la combustión de petróleo o gas (u otro combustible), o el uso de electricidad; la iluminación producida por la electricidad; el vapor producido por la transformación del agua mediante la combustión de petróleo o gas; el agua del sistema de agua potable; etc.

En general, la infraestructura y las tareas específicas del hospital determinan su estructura de consumo de energía, la que, a menudo, es muy compleja. De la misma forma, las condiciones del entorno condicionan la matriz energética del hospital. Hay regiones donde solamente se dispone de petróleo para abastecer con energía las instalaciones de calefacción y calderas de vapor. En otras regiones hay gas y petróleo como alternativas. Por consiguiente, dependiendo del tipo de fuente energética que se encuentra a disposición y se usa en cada región, se determina qué tecnología de instalaciones se aplica y, junto con eso, cuáles son los costos operacionales específicos y las emisiones de carbono. De todas formas, es imprescindible conocer la estructura de consumo de energía y los factores que influyen sobre su consumo. La estructura de consumo de energía está definida por la intensidad de uso que se haga de los diferentes componentes de la matriz energética: Electricidad, Petróleo / Gas y Agua.

En general, en los hospitales se operan instalaciones antiguas e ineficientes. Sin contar algunos casos aislados, éstas no operan de manera ajustada y de acuerdo a la necesidad real. Si se realizan mediciones periódicas del consumo o, si fuese necesario, incluso diariamente, se pueden demostrar rápidamente las deficiencias e indicar concretamente, en qué punto de consumo se deben aplicar medidas para optimizar el uso de energía. Antes de introducir cualquier tipo de medidas para optimizar el uso de energía, se debe contar con información ajustada del consumo. Para ello es necesario realizar extensas mediciones de flujo de carga en todos los sectores relevantes, las que arrojan información sobre la existencia de potenciales de ahorro y en qué lugar específico.

Los potenciales de ahorro de energía, calculados de esta manera, se pueden aprovechar sistemáticamente a través de medidas dirigidas a la gestión de energía. Los expertos en energía estiman que, mediante inversiones apropiadas y una gestión con énfasis en la eficiencia e incentivos adecuados, se puede ahorrar hasta un 30 % de los costos de energía” Pero hay una condición para lograrlo: se debe conocer la estructura y los factores que influyen y controlan el consumo. (Löhr, Gauer, Serrano, & Zamorano, 2009)

Un ejemplo concreto	
El hospital público Evangelisches Hubertus Krankenhaus de Berlín, Alemania, es el primer hospital que recibió la certificación “Gütesiegel” (sello de calidad) otorgada por el BUND, la asociación ambiental más grande de Alemania. Este hospital logró disminuir sus costos de energía en un 30% y sus emisiones de CO ₂ en un 37 %.	
Camas	300
Costos energéticos	€470.000
Tipo de energía	Fluido térmico
Garantía de ahorro	30%
Alivio del presupuesto del hospital	21,5% (€30.000)
Remuneración ESCO	78,9% (€111.000)
Duración del contrato	12 años
Inversiones (hardware)	€524.000
Medidas	Sistema de control y gestión, remodelación de diésel para fluido de emergencia a planta de co-generación, gerencia de carga máxima
El consumo eléctrico del sistema de ventilación más grande disminuyó de 110.000 kW/h en un 56%, y el consumo eléctrico de las calderas se redujo en un 45%.	



Figura 1.14: Hospital público Evangelisches Hubertus Krankenhaus de Berlín, Alemania.

Fuente: (Löhr, Gauer, Serrano, & Zamorano, 2009)

El confort en un hospital es un factor muy importante y las condiciones de ambiente interior que se exigen en los mismos, reguladas por un conjunto de normativas, son bastante exigentes. Por ello, aunque se trate de unos edificios altamente consumidores de energía, en los que es necesario aplicar técnicas de eficiencia energética que conduzcan a reducir las emisiones que generan, por todos los motivos que se vienen explicando, no hay que olvidar que éstas nunca deben ser realizadas a costa de reducir confort.

La iluminación en hospitales debe cumplir con dos objetivos básicos: Garantizar unas condiciones óptimas para que el personal sanitario pueda llevar a cabo sus tareas correspondientes y, a su vez, lograr un ambiente, lo más confortable posible, para el paciente, ya que, está demostrado, que una iluminación adecuada puede influenciar en su estado de ánimo y, por tanto, en su proceso de recuperación. Ambos objetivos, a su vez, deben garantizar la máxima eficiencia energética, en la medida de lo posible.

El indicador más frecuente utilizado para medir el consumo energético en el hospital es el de consumo por paciente o cama hospitalaria, pero, si entramos más en detalle, podemos considerar todos los indicadores energéticos enumerados a continuación.

1. El tamaño del hospital, tanto en número de camas como en superficie.
2. Las funciones realizadas en el edificio, según se trate de un hospital básico, multifuncional.
3. El diseño arquitectónico del edificio.
4. Su ubicación, que determinará las condiciones climáticas, sociales.
5. Los servicios complementarios que posee el hospital como la lavandería, la cocina, la zona de esterilización. Los recursos energéticos de los que dispone, tanto propios como exteriores, gas, electricidad, gasóleo. (López Cristià, 2011).

Desde el punto de vista energético, algunos países no cuentan con una caracterización detallada del sector hospitalario, además, es necesario destacar que existen diversas

variables que deben ser consideradas a la hora de realizar un estudio como el indicado anteriormente, entre las cuales destacan las siguientes:

- 1 – Años de servicio del hospital.
- 2 – Horas de funcionamiento diarias.
- 3 – Número de pacientes.
- 4 – Configuración del sistema eléctrico: descripción del sistema eléctrico, planos eléctricos, etc.
- 5 – Sistema térmico y/u otros sistemas importantes de gran consumo de energía: caldera, gas, etc.
- 6 – Tarifas y consumos de energía eléctrica. (Achee, 2018)

Si bien no existe información secundaria acabada, de manera ilustrativa se analizan 3 experiencias en el caso de Chile, todos ellos hospitales de alta complejidad donde se desarrollaron diagnósticos energéticos y posteriormente se implementaron medidas de eficiencia energética. Estas experiencias están situadas en zonas extremas de este país, y se consideran tanto hospitales de gran antigüedad como un hospital recién inaugurado.

1.7.1 En el mundo

El Hospital Regional de Coyhaique inició sus actividades el 10 de septiembre de 1951 con el nombre de “Casa de Socorro”. Este hospital es el centro asistencial más importante de la región, cuenta con 180 camas, policlínicos de especialidad, sala de partos, pabellón quirúrgico, laboratorio, rayos, unidad de cuidados intensivos, diálisis y equipamiento de apoyo clínico de alta complejidad. Es un Hospital Tipo 2 y es el centro de derivación para el resto de los hospitales de la región. Es el único establecimiento de salud de la Región que cuenta con servicio de urgencia las 24 horas del día.

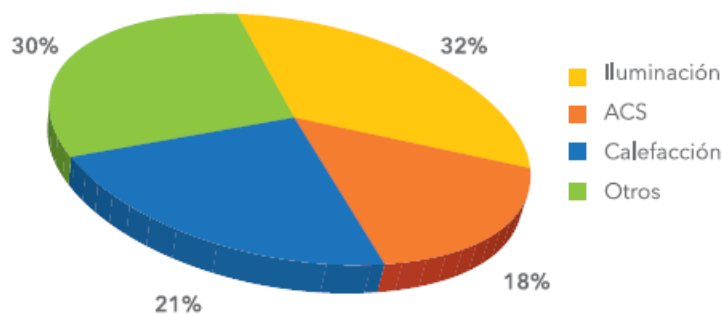


Figura 1.15 Distribución de consumos eléctricos Hospital Coyhaique.

Fuente: (Achee, 2018)

Caso 2: Hospital de Arica

El hospital de Arica se fundó en 1577, el cual en ese periodo era administrado por los frailes religiosos capachos. En la década del 40 se dio comienzo a un moderno edificio. Entre los años 1945 y 1975 se construyeron los recintos de Psiquiatría y Banco de Sangre, el Edificio Principal de 2 pisos donde funcionan las especialidades médicas y de apoyo, el Monoblock (Edificio I), donde se instalaron el pabellón Quirúrgico y UCI, Pediatría, Oftalmología, Esterilización, Servicios de Hospitalización y finalmente el Edificio donde actualmente funcionan lavandería y alimentación. (Achee, 2018)

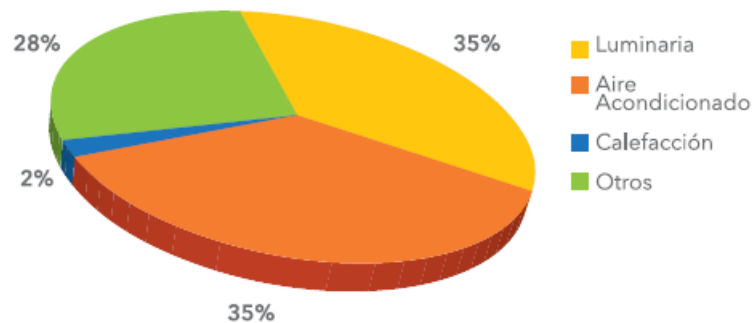


Figura 1.16 Distribución consumos energía eléctrica, Hospital de Arica.

Fuente: (Achee, 2018)

Caso 3: Hospital de Punta Arenas

El hospital de Punta Arenas fue inaugurado oficialmente en octubre de 2011, pero se encuentra en operación desde fines del 2010. Este hospital implicó una inversión superior a los 55 mil millones de pesos, transformándose en uno de los más modernos del país. Este centro asistencial cuenta con 41 mil metros cuadrados construidos y viene a reemplazar el antiguo Hospital Regional, el cual ya no respondía a las necesidades de la región. El Hospital Clínico de Punta Arenas cuenta con 377 camas, 5 pabellones quirúrgicos, auditorio, biblioteca, zona de atención ambulatoria y todas las facilidades para la administración, laboratorios, alimentación y abastecimiento. Destaca además una unidad de resonancia nuclear magnética y una unidad de radioterapia, pudiendo con esto tratar a pacientes que antiguamente eran derivados a la región metropolitana. En base a la información recopilada en terreno, se construye la matriz de consumos del hospital, presentada en el gráfico n°3. En este caso, solo se muestra lo relacionado a la energía

eléctrica, de todas maneras, se hace presente que, si se cuenta con toda la información, es posible construir la matriz de consumos de todos los energéticos. Como fue posible apreciar en los gráficos nº2 y gráfico nº3 anteriormente presentados, es necesario conocer cómo se distribuyen los consumos de los diferentes portadores energéticos presentes en los hospitales, al igual que los costos. Para poder construir éstos gráficos, es fundamental contar con información de diferentes índoles, tales como:

- **Consumos de energéticos:** Generalmente los hospitales utilizan energía eléctrica, gas y/o petróleo diésel. Para conocer el consumo de éstos u otros portadores energéticos, se debe recurrir a las facturas, en ellas se entrega la información mensual consumida o comprada, lo que permitirá construir la matriz energética.

- **Costos de energéticos:** De la misma manera que los consumos, la fuente de información son las facturas.

- **Información de los diferentes sistemas consumidores de energía:** Dentro de ésta categoría se encuentran los equipos de iluminación, calderas, equipos de climatización, entre otros. Para contar con esta información es necesario revisar planos o especificaciones técnicas, o hacer un levantamiento acabado en las instalaciones.

- **Perfiles de uso de los diferentes equipos:** Tiene relación a las condiciones en las cuales un equipo opera y el tiempo en que lo hace. Para conocer éstos perfiles es necesario levantar la información con los operarios o hacer pruebas en terreno, de manera de conocer con la mayor certeza posible el tiempo en que se opera. También es factible realizar supuestos, pero debe tenerse cuidado, ya que puede incurrir en un error (sobre dimensionamiento de consumos) Debido a que cada portador energético puede ser comprado en unidades diferentes.. (Achee, 2018)

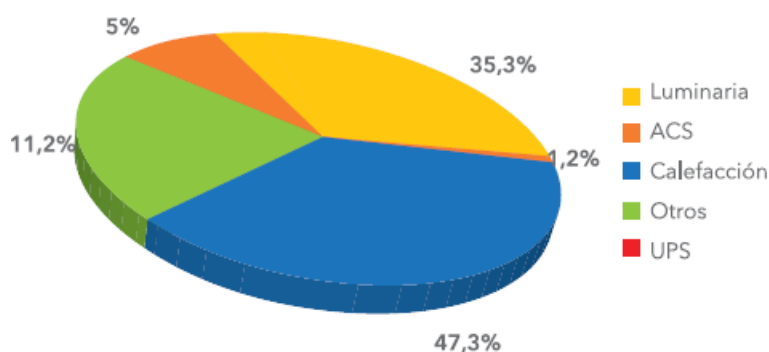


Figura 1.17 Distribución consumos eléctricos hospital de Punta Arenas

Fuente: (Achee, 2018)

Chile ha entendido la importancia del uso eficiente de los recursos como un punto clave en el camino hacia la sustentabilidad y un pilar en las políticas energéticas nacionales, impulsando a la Eficiencia Energética como una gran oportunidad para optimizar el uso de la energía y mejorar el aprovechamiento de la misma. En este contexto, el sector de la salud representa el 15% del consumo total del sector público, que se estima en cerca de 240 GW/h por año. Al analizar experiencias similares en hospitales públicos alemanes, se ha podido observar que, al integrar elementos de eficiencia energética en áreas como iluminación, calefacción, aire acondicionado y calentamiento de agua, se logra un ahorro entre el 25% y el 40% en el gasto en energía final. Dentro de este sector, los hospitales públicos constituyen un área importante tanto por los niveles de consumo energético que representan como por sus potencialidades de ahorro, replicabilidad y efecto demostrativo. Basta pensar en el número de personas que diariamente se atienden dentro del sistema público de salud para vislumbrar las enormes externalidades en términos de difundir el concepto del uso eficiente de energía. A través de la Guía “Eficiencia Energética en Hospitales Públicos”- desarrollado en conjunto con la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), Dalkia y el Hospital Dr. Luis Calvo Mackenna, buscaron entregar información de relevancia y consejos prácticos para orientar a los responsables de la administración de salud en los aspectos más importantes de la gestión energética a nivel hospitalario y algunas medidas posibles para mejorar la eficiencia en el consumo final. (Romero C, 2018)

Así, las medidas que pueden ser implementadas en los hospitales públicos permitirán generar un mayor confort y habitabilidad en los establecimientos, generar importantes ahorros en el consumo de electricidad además de integrar tecnología eficiente que permitirá un mejor uso de los recursos. (Romero C, 2018)

1.7.2 En Cuba

La energía consumida en las instalaciones hospitalarias es comprada a un suministrador externo en forma de electricidad, diésel, fuel oil y gas natural entre otros. La energía comprada se convierte mediante diversos sistemas de conversión en los flujos internos más importantes de energía, que son: calor, frío, electricidad y aire comprimido. Este flujo de energía se usa entre otras cosas para las siguientes aplicaciones:

Calor: Se utiliza en forma de vapor, agua caliente en cocinas, humidificación, calefacción, lavanderías y esterilización. También para transportar calor a largas distancias.

Electricidad: Se usan para una gran variedad de propósitos, incluyendo iluminación, enfriamiento, compresores de aire, circulación de bombas, ventiladores de calefacción y aire acondicionado, equipos médicos y de oficina.

Aire comprimido: Se utiliza para aplicaciones médicas o técnicas.

Refrigeración: Principalmente toma la forma de agua helada y se usa para una gran mayoría de sistemas de control, enfriando y secando el aire de ventilación. En muchos casos la refrigeración se genera centralizado por medio de enfriadores de compresión. En combinación con máquinas de enfriamiento por absorción, cogeneración o una combinación de ambas.

El Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, aprobado por la Asamblea nacional del Poder Popular en 1993, considera que entre un 5 y 10% del ahorro del consumo de portadores del país puede lograrse mediante el incremento de la eficiencia energética, fundamentalmente a través de medidas técnico-organizativas, con inversiones que se recuperarán en menos de 1.5 años. Se estimó que el 85 % de este ahorro podía obtenerse en el sector industrial, residencial y de los servicios.

En Cuba las acciones desarrolladas para el incremento de la eficiencia energética se han basado, en lo fundamental, en medidas de carácter técnico- organizativo, mejoras en la instrumentación, el control de la operación, uso de equipos eficientes y dispositivos de ahorro, mantenimiento energético, mejor utilización de la infraestructura de base y talleres existentes, así como concentrar la producción en las instalaciones más eficientes. (Lamadrid, 2016)

De acuerdo con la política para las energías renovables y la eficiencia energética en Cuba, aprobada en 2014 por el Gobierno cubano, la meta de participación de las fuentes renovables de energía en la producción de electricidad en el 2030 es de 24 %. De ello, 6 % le corresponde a la energía eólica con más de 633 MW instalados en más de 13 parques eólicos, lo que significa instalar alrededor de 300-400 aerogeneradores; estos deben mantenerse operando y entregando electricidad a la red en el mayor tiempo posible, y ello requiere de un mantenimiento preciso y ordenado.

La Constitución de la República, en su artículo 27 dispone que el Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país, y reconoce la estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible, por lo que se requiere diversificar la estructura de

los combustibles fósiles empleados e incrementar la eficiencia energética, así como la contribución de las fuentes renovables de energía.

En la actualidad el control de la eficiencia energética empresarial se efectúa fundamentalmente a través de índices de consumo al nivel empresarial, municipal y provincial. Sin embargo, en muchos casos estos índices no reflejan adecuadamente la eficiencia energética de la empresa, no se han estratificado hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores (Puestos Claves), y en ocasiones no se pone en el análisis de dichos índices el énfasis necesario.

Promovido por el Movimiento del Fórum de Ciencia y Técnica, se ha trabajado desde hace más de 15 años en el ámbito empresarial por identificar y controlar los índices de eficiencia energética, la estructura de consumo y el banco de problemas energéticos, además de estimular la acción de trabajadores, técnicos, jefes y cuadros que más inciden en estos índices hacia el uso eficiente de la energía. Todo esto, sin lugar a dudas, ha dado frutos y resultados positivos, sin embargo, este movimiento no ha llegado con igual intensidad a todas las empresas y territorios, y no existe el mismo nivel de capacitación general para poder asimilarlo y aplicarlo.

1.7.3 En Cienfuegos.

Se ha hecho en Cienfuegos varios estudios con relación a la eficiencia energética en instituciones o centros de salud como: El Hospital Universitario Gustavo Aldereguía Lima, donde se concluyó que. El hospital no presenta una integralidad en la gestión energética y satisface sus necesidades energéticas con el empleo de seis portadores energéticos, donde la electricidad representa aproximadamente el 98 % del uso total. Se identificó además a partir de inspecciones deficiencias en el sistema de climatización, así como en el banco de transformadores. Según los criterios para la clasificación de los hospitales, el hospital pediátrico "Paquito González Cueto" de Cienfuegos puede ser clasificado como un hospital tipo II, contando con un total de 180 camas es el único hospital de la provincia destinado a la atención infantil. En algunos de los estudios, hechos en este hospital se describieron las Herramientas del Sistema de Gestión Total Eficiente de Energía (SGTEE) mediante los cuales se pudo analizar el uso y consumo de la energía, conocer las áreas y equipos de mayor consumo y algunos potenciales de ahorro en cada una de ellas. El hospital no presenta una integralidad en la gestión energética y satisface sus necesidades energéticas con el empleo de seis portadores, donde la electricidad representa aproximadamente el 80 % del uso total. Se identificó que el área de cuerpo de guardia con un 25 % es la mayor

consumidora de energía con relación a las 28 áreas restantes, dentro de esta el equipo de aire acondicionado tipo consola representa el equipo mayor consumidor con 120 kWh/día. (Suárez, 2016)

1.8 Conclusiones parciales del capítulo

1. Las normas ISO 9001: 2008, la ISO 50001: 2011 y la ISO 14001:2004, en su conjunto permiten a las organizaciones establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño en el uso de la energía, incluyendo su consumo y la eficiencia energética.
2. Un SGE proporciona un medio para gestionar la energía de forma activa, y para disponer de documentación ordenada y registros fiables en relación a los ahorros conseguidos y sobre los proyectos en los que se va ingresando para conseguir los objetivos.
3. La planificación energética y los costos energéticos son potencialmente importantes en el desarrollo de un país, organización o empresa que quiera cuantificar el ahorro energético y económico a obtener en un horizonte temporal.
4. El hombre está agotando las fuentes de energía de que se ha estado dependiente ha siglos debido el alto consumo de las mismas a nivel mundial, la búsqueda de nuevas formas de ahorro y eficiencia energética vienen siendo la mayor la mayor competencia entre las naciones del mundo.

Capítulo II

Capítulo II: Análisis energético para el hospital "GAL" basado en la norma NC ISO 50 001:2011

Introducción al capítulo II:

En este capítulo se caracteriza de manera general el Hospital Universitario Dr. Gustavo Aldereguía Lima de Cienfuegos. Se realiza una caracterización energética del centro, donde se hace un análisis de sus portadores energéticos, un censo de cargas y se busca establecer una línea base energética e IDEn a partir del análisis de la influencia de las variables de la actividad de hospitalización en el consumo de energía.

2.1 Caracterización general del hospital

El Hospital General Universitario "Doctor Gustavo Aldereguía Lima" se encuentra ubicado en la provincia de Cienfuegos, municipio con igual nombre, el mismo se localiza en Avenida 5 de septiembre y Calle 51 (ver **figura 2.1**). El hospital Universitario cuenta con una admiración competente y organizada como muestra el [anexo 1](#). Este dedica su atención médica a una gran cantidad de personas, puesto que se estima un total poblacional de 413 353 mayor de 19 años existiendo guardias especializadas que se realizan a la población infantil de 0 a 19 años (ver **figura 2.2**).

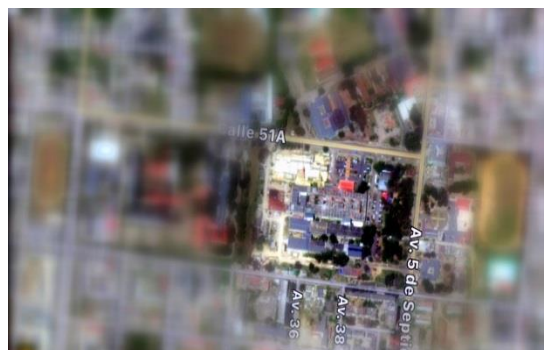


Figura 2.1: Vista Aérea del Hospital Universitario "Gustavo Aldereguía Lima". Fuente: Elaboración Propia.



Figura 2.2: Entrada principal del Hospital Universitario “Gustavo Aldereguía Lima”. Fuente: Elaboración Propia.

Al mismo le corresponde la 3ra etapa del proceso de las transformaciones en el sector de la salud, el centro realiza el estudio de plantillas a partir de las premisas establecidas para cada servicio, calculando la fuerza de trabajo necesaria que garantice la calidad de los servicios que se brindan a la población y haciendo un uso racional de los recursos humanos con que cuentan para dar cumplimiento a los objetivos de trabajo de la entidad.

Misión

Promover la salud, enfrentar las enfermedades, sus riesgos y secuelas, y mejorar la calidad de vida de los cienfuegueros, con servicios y programas de calidad y calidez, concertados en red, en un ambiente solidario, seguro y confortable, a la vez que forma y desarrolla capital humano integro, gestiona un sistema de ciencia e innovación tecnológica y usa responsablemente los recursos, para generar bienestar y satisfacción sosteniblemente, de pacientes y prestadores

Visión

“... que este hospital sea un símbolo de la salud, la vida y la felicidad de los cienfuegueros”

Para ello se cuenta con una política de calidad declarada a partir de la cual todas las áreas de asistencia médica, de apoyo y de educación continuada e investigación científica de este centro trabajan por actuar de manera coordinada en función de alcanzar la completa satisfacción de las expectativas de los pacientes y trabajadores, sustentada en los altos valores humanos y profesionales que les distinguen mediante el mejoramiento continuo de la calidad. Se considera prioritaria la educación continuada de todos, la adherencia a las mejores prácticas, la disciplina y el orden, así como la honestidad y la eficiencia en la utilización de los recursos, el cuidado del medio ambiente, la seguridad del trabajador y el compromiso con los valores éticos de la sociedad, para potenciar al hospital como Colectivo Moral y de excelencia dentro del Sistema de Salud de Cuba.

El hospital Dr. Gustavo Aldereguía Lima de Cienfuegos, cuenta con una plantilla aprobada de 3 782 plazas, ver **figura 2.3**, [Anexo 2](#), de ellas ocupadas 2874, con 145 contratos determinados y 908 plazas vacantes que representa un 95.91%, donde el 5% de la fuerza laboral son operarios, el 66 % son técnicos, el 4% administradores el 23% el personal de servicios y el 2% dirigentes como se muestra en la **figura 2.4**. En la **figura 2.5** se muestra esta distribución según la cantidad de hombres y mujeres que se incluyen en cada

porcentaje. La fuerza laboral está compuesta mayoritariamente por mujeres que representan un 61 % mientras que los hombres un 39%, ver **figura 2.6**. En el hospital se encuentran vacantes en cantidad importante de plazas, como se muestra en la **figura 2.7** y a su vez se han contratado personal que se muestra en la **figura 2.8**.

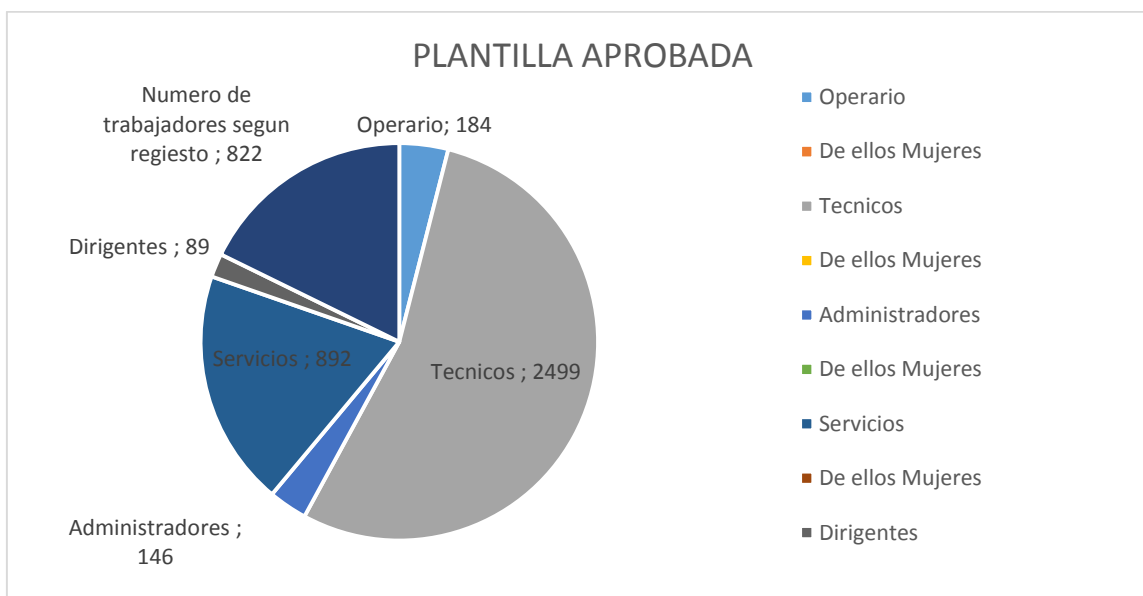


Figura 2.3: Plantilla aprobada por categoría ocupacional del hospital Dr. Gustavo Aldereguía Lima **Fuente:** Elaboración propia.

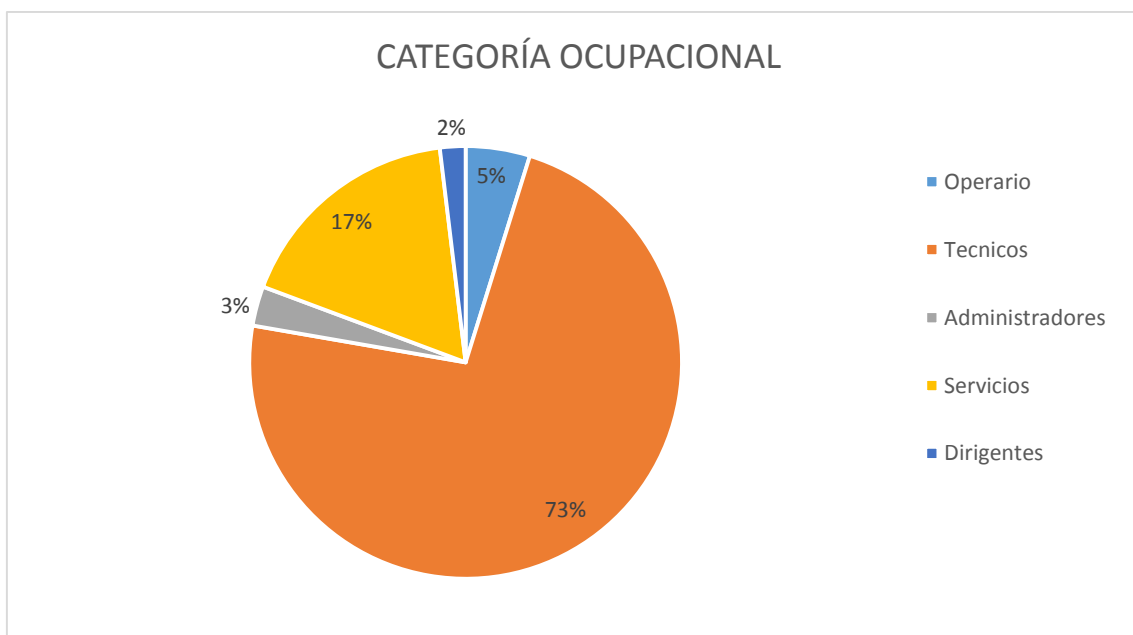


Figura 2.4: Fuerza de trabajo por categoría ocupacional del hospital Dr. Gustavo Aldereguía Lima **Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la figura 2.4 el peso mayor de la fuerza de trabajo se centra en los técnicos representando el 73 % del total de trabajadores.

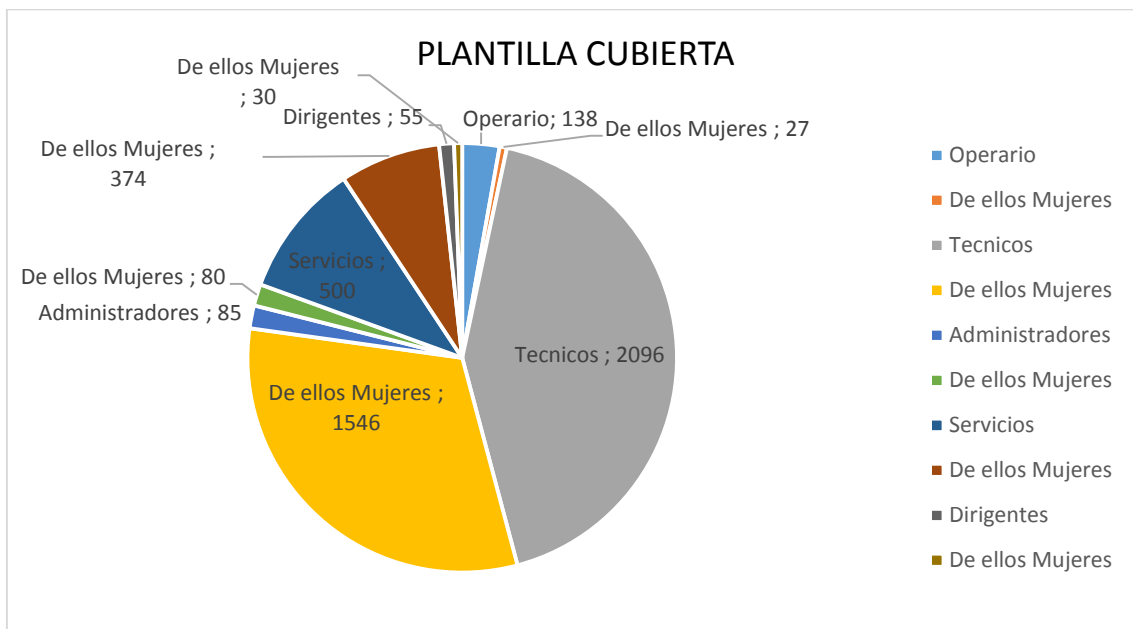


Figura 2.5: Plantilla cubierta por categoría ocupacional del hospital Dr. Gustavo Aldereguía Lima. **Fuente:** Elaboración propia



Figura 2.6: Por ciento de la composición de los trabajadores según el sexo. **Fuente:** Elaboración propia.

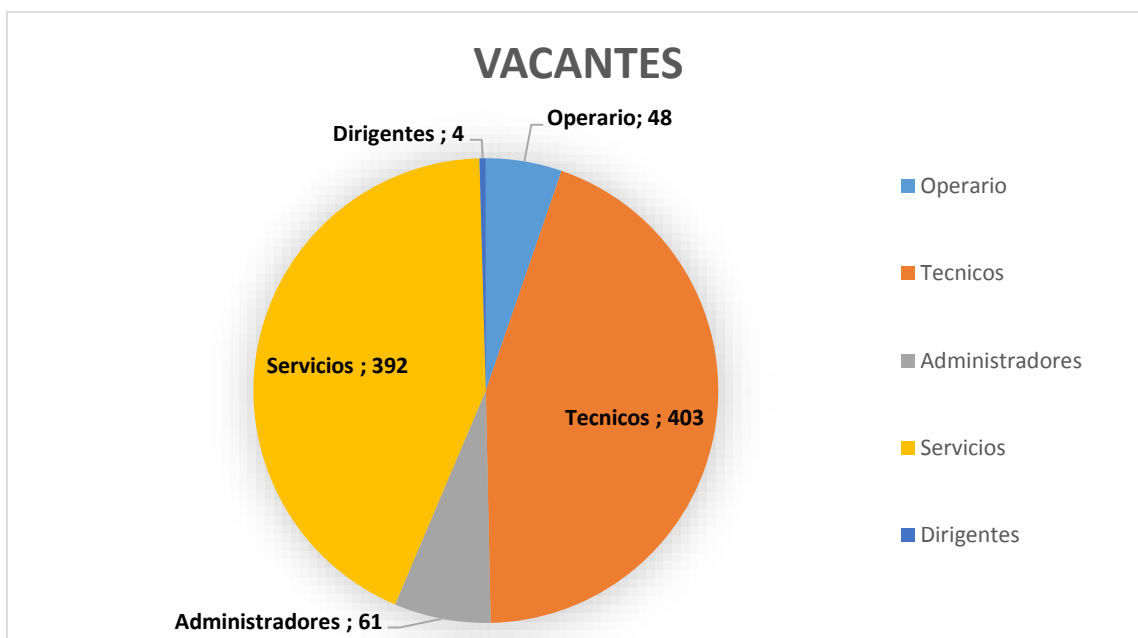


Figura 2.7: Vacantes en la plantilla aprobada de los trabajadores del GAL. **Fuente:** Elaboración propia.



Figura 2.8: Trabajadores contratados por el Hospital Dr. GAL. **Fuente:** Elaboración propia.

En materia de gestión, el Hospital GAL tiene implantado y certificado el Sistema de Gestión de la Calidad según la NC-ISO 9001: 2001 en las áreas:

- ✓ Cuidados intensivos (UCI Polivalente)

- ✓ Cirugía oftalmológica (Centro Oftalmológico)
- ✓ Neonatología (Sala de Neonatología)
- ✓ Diagnóstico por imágenes (Centro de Diagnóstico por Imágenes)
- ✓ Cardiología (UCI del Corazón, Consulta Externa, Pruebas Diagnósticas)

Actualmente se trabaja por adoptar un enfoque de gestión por procesos, cambiando la mirada funcional hasta en la disposición física de los servicios, lográndose así una mayor organización y entendimiento de las interrelaciones entre los diferentes procesos que se desarrollan como parte del sistema, a lo que también contribuye en cierta medida esta investigación en la que se diseña el mapa de procesos teniendo en cuenta lo anterior, y los servicios que ofrece la institución.

En el mapa de procesos [Anexo 3](#) queda claro que los servicios claves se han organizado en cuatro Unidades Organizativas (UO de aquí en adelante), estos se distribuyen como se muestra en la siguiente **tabla 2.1**.

Tabla 2.1: Unidades organizativas y servicios del Hospital GAL. **Fuente:** Elaboración propia.

Unidad Organizativa Clínica	Unidad Organizativa Quirúrgica	Unidad Organizativa de Urgencias	Unidad Organizativa Materno Infantil
Medicina interna	Cirugía general	Unidad de Cuidados Intensivos Polivalente	Ginecología
Neurología	Neurocirugía	Unidad de Cuidados Intermedios Clínica	Obstetricia
Ictus	Oftalmología	Unidad de Cuidados Intermedios Quirúrgica	Neonatología
Dermatología	Angiología	Unidad de Cuidados Intermedios Coronarios	
Infeccioso	ORL	Unidad de Cuidados Intensivos Coronarios	
Nefrología	Máxilo Facial	Rehabilitación de Cardiología	
Rehabilitación	Ortopedia	Departamento de Donación y rescate de órganos	
Oncología	Cirugía reconstructiva- Quemados	Unidad de Cuidados Intensivos de Emergencia	
Hematología	Urología		
Geriatría	Proctología		
Psiquiatría	Anestesiología		
Gastroenterología	Estomatología		

Además de estos servicios se dan en el Hospital GAL otros procesos como los que se muestran en la **figura 2.9**.



Figura 2.9: Procesos que se desarrollan en el Hospital GAL. **Fuente:** Elaboración propia. Para todos los procesos y servicios, tanto los principales, auxiliares y fundamentales tienen que utilizar la energía distribuida por el hospital la que se puede analizar teniendo en cuenta los portadores energéticos.

2.2 Caracterización energética en el hospital

Es de gran importancia comenzar con una caracterización sobre los niveles de la gestión energética que están presentes en el hospital, tanto al inicio de la implementación de un procedimiento para la gestión energética que buscará establecer el punto de partida, la línea base, la evaluación periódica en los avances que se logren y las insuficiencias que presente el proceso.

El hospital Gustavo Aldereguía Lima data desde la década del 80 y que ha sido sometida a procesos inversionistas constantes a lo largo de este periodo hasta nuestros días, lo que ha condicionado que coexistan varios niveles de voltaje dentro de la misma. Por esta razón se encuentran instalados 2 Generadores de Energía Eléctrica (GEE) de ellos uno es respaldo del otro lo que en realidad es un solo Grupo para la carga del Hospital, 2 GUASCOR de 1000kVA que trabajando al 80% esta y teniendo en cuenta un Factor de potencia (FP) promedio de 0.9 estamos hablando de 720kVA de potencia instalada, y como se puede ver en el [Anexo 4](#) la demanda máxima ha sobrepasado estos niveles.

Los grupos garantizan la emergencia de salas de Cirugía General, Oftalmología, Cuerpo de Guardia, Quemados, Consulta externa, Terapia Intensiva, Neonatología, Parto y pudiera ser algo más porque se han estado conectando sin tener en cuenta la barra de emergencia. Por esta razón existen bancos de transformadores que tienen conectados de las dos barras. Se ha estado realizando estudios para la introducción del SGTEE, desarrollado por el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA) con los siguientes objetivos iniciales:

- Recolección de datos estadísticos sobre el uso de los portadores energéticos.
- Estudio de los principales problemas en el uso eficiente de los portadores energéticos.
- Determinación de la estructura de consumo del centro.
- Levantamiento del banco de problemas energéticos.
- Determinación de la estructura de consumo del centro.
- Determinación de potenciales de ahorro.

2.3 Portadores Energéticos utilizados

La institución satisface sus necesidades energéticas con el uso de cinco portadores energéticos: electricidad, fuel oil, diésel, gas licuado y gasolina B90. En la **figura 2.10** se muestra un diagrama de bloque con el uso final de cada uno de estos portadores dentro del Hospital, utilizándose fundamentalmente la electricidad en la mayoría de los servicios que brinda esta entidad.

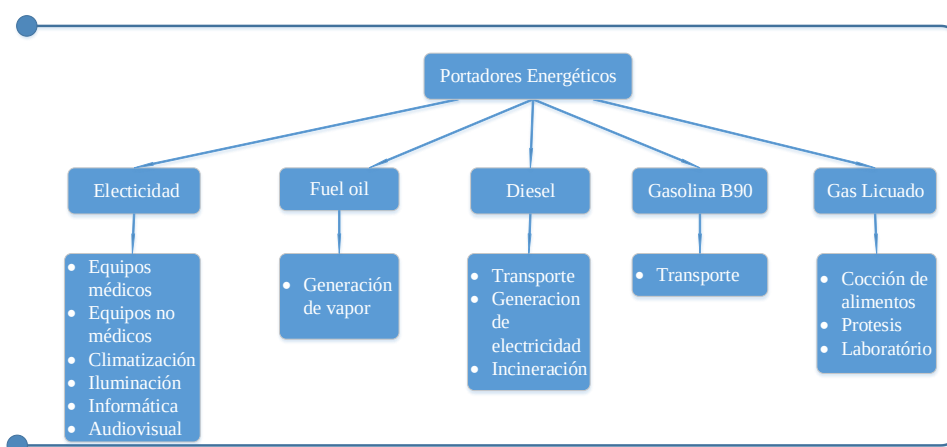


Figura 2.10: Diagrama de bloques del uso de los portadores energéticos del Hospital Provincial "Gustavo Aldereguía Lima" de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración Propia.

2.3.1 Análisis del consumo de los principales portadores energéticos de la entidad.

Al analizar el consumo de los portadores energéticos [anexo 5](#) nos permite determinar cuál o cuáles de estos son los de mayor efecto en el consumo del hospital, comúnmente se representan en un diagrama de Pareto con el fin de determinar el nivel de utilización, el consumo de estos portadores energéticos llevados a Toneladas de Combustible Convencionales (TCC) para los años 2017 y 2018 se puede consultar en el [anexo 6](#) el consumo de los años anteriores. Las **figuras 2.11** y **2.12** presentan el consumo de estos portadores energéticos en los últimos dos años representados en (TCC).

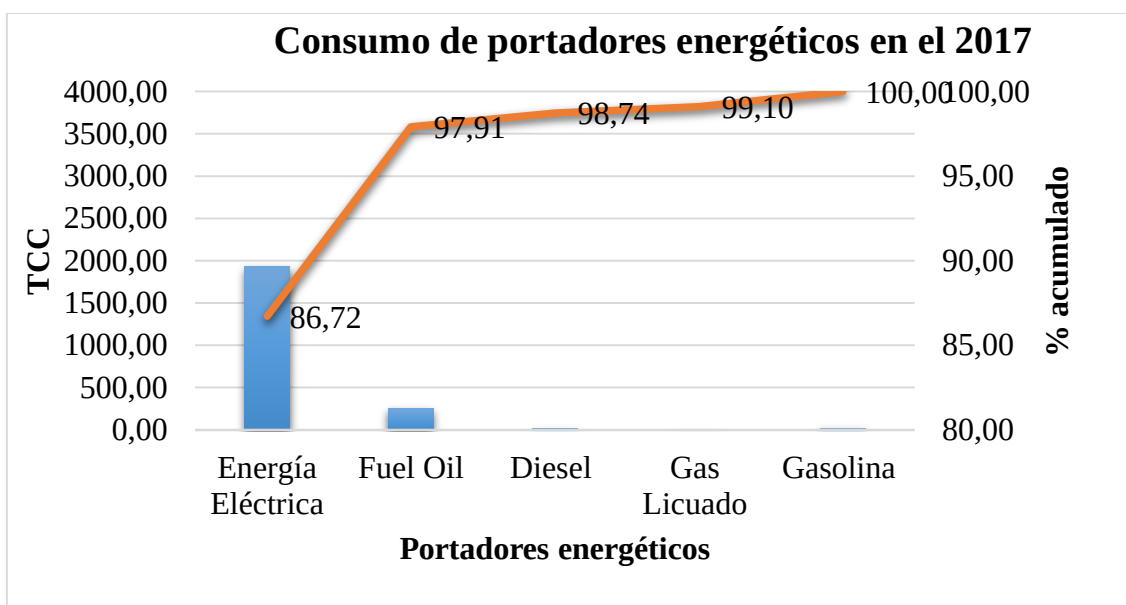


Figura 2.11: Consumo de los portadores energéticos en el año 2017. **Fuente:** Elaboración propia.

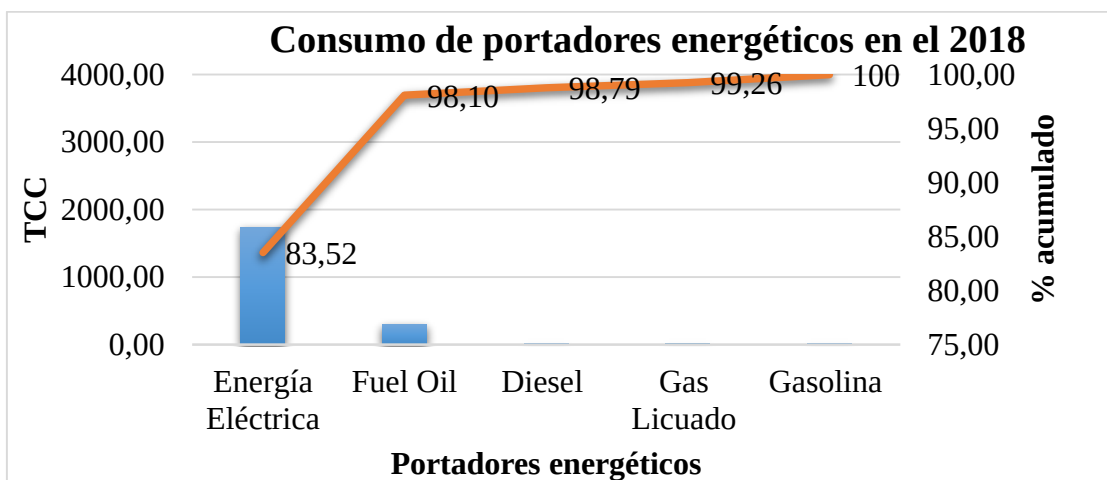


Figura 2.12: Consumo de los portadores energéticos en el año 2018. **Fuente:** Elaboración propia.

Como podemos observar la energía eléctrica representa el mayor por ciento en el consumo de todos los portadores presentes para los años analizados, o sea más de 80%, el 86,72% para el año 2017 y 83,52% para el año 2018, es por ello que resulta imprescindible enfatizar el análisis de la electricidad como portador energético fundamental para este caso. El consumo de fuel oil está presente fundamentalmente en los dos generadores de vapor para suministrar vapor al proceso de esterilización.

2.4 Censo de cargas

El censo de carga consiste en un inventario realizado por tipo de portador energético, considerando todos los consumidores de energía por área, que están instalados y son usados en los diferentes procesos de trabajo del hospital. Estos consumos se pueden determinar mediante la potencia nominal o datos de chapa del equipo, otra forma sería la potencia nominal multiplicado por el tiempo aproximado de funcionamiento o midiendo su consumo directamente con un instrumento de medición.

Para la realización del censo de carga, se hizo el levantamiento general de los equipos instalados por pisos. Con los datos de chapa y entrevista a los trabajadores se determinó las cantidades de equipos en uso; las horas estimadas de servicio y con ellos el consumo de energía. Se seleccionó de manera general los cinco pisos del hospital para su análisis.

2.4.1 Análisis del consumo de energía eléctrica.

Para el análisis del consumo de energía eléctrica se tuvo en cuenta los datos disponibles del año 2017 y 2018. Dentro de las características fundamentales para la tarifa contratada se encuentran:

- La tarifa eléctrica contratada por la empresa es la M1-A. Tarifa de media tensión con actividad continua.

Esta tarifa es aplicada a todos los servicios de consumidores clasificados como de Media Tensión con actividad de 20 horas o más diarias, con un costo de \$ 7.00 mensual por cada kW de máxima demanda contratada en el horario comprendido entre las 5:00 y las 21:00 horas.

$$\begin{aligned} &\text{Por cada kWh consumido en el horario pico:} \\ &\frac{\left(0.0481 \frac{\$}{\text{kWh}} * K + 0.064 \frac{\$}{\text{kWh}}\right) * \text{Consumo pico en kWh}}{\text{Por cada kWh consumido en el horario del día:}} \\ &\frac{\left(0.0241 \frac{\$}{\text{kWh}} * K + 0.064 \frac{\$}{\text{kWh}}\right) * \text{Consumo día en kWh}}{\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Por cada kWh consumido en el horario de la madrugada:} \\ &\frac{\left(0.0161 \frac{\$}{\text{kWh}} * K + 0.064 \frac{\$}{\text{kWh}}\right) * \text{consumo madrugada en kWh}}{\end{aligned}$$

Para el cálculo de la facturación del cargo fijo mensual, se considerará:

- El valor de demanda máxima contratada en el horario comprendido entre las 05:00 y las 21:00 horas.
- Si la demanda máxima registrada en el horario establecido, es mayor que la demanda máxima contratada, se facturará la contratada al precio de la tarifa y el exceso al triple de su valor, \$ 21.00 por cada kW.
- Ministerio de Finanzas y Precios Sólo se permitirá contratar dos valores de demanda al año, por períodos no menores de tres meses a los consumidores cíclicos o por períodos de alta y baja en el caso de las instalaciones hoteleras.
- Se aplican el Factor de potencia y el Factor K

2.4.2 Análisis de la potencia instalada en cada piso del hospital.

En la **tabla 2.2** se muestra la potencia instalada en cada piso, la cual se pudo determinar a través de los datos recopilados en el censo de cargas realizado.

Tabla 2.2: Potencia total instalada en cada piso. **Fuente:** Elaboración propia.

Pisos	Potencia (kW)	%	% acumulado
Piso 1	1733,97	47,60	47,60
Piso 2	922,80	25,33	72,93
Piso 3	531,90	14,60	87,54
Piso 4	229,07	6,29	93,82
Piso 5	224,95	6,18	100,00
Total	3642,70	100,00	

En la **figura 2.13** se muestra el grafico de Pareto de la potencia instalada en cada piso del hospital.

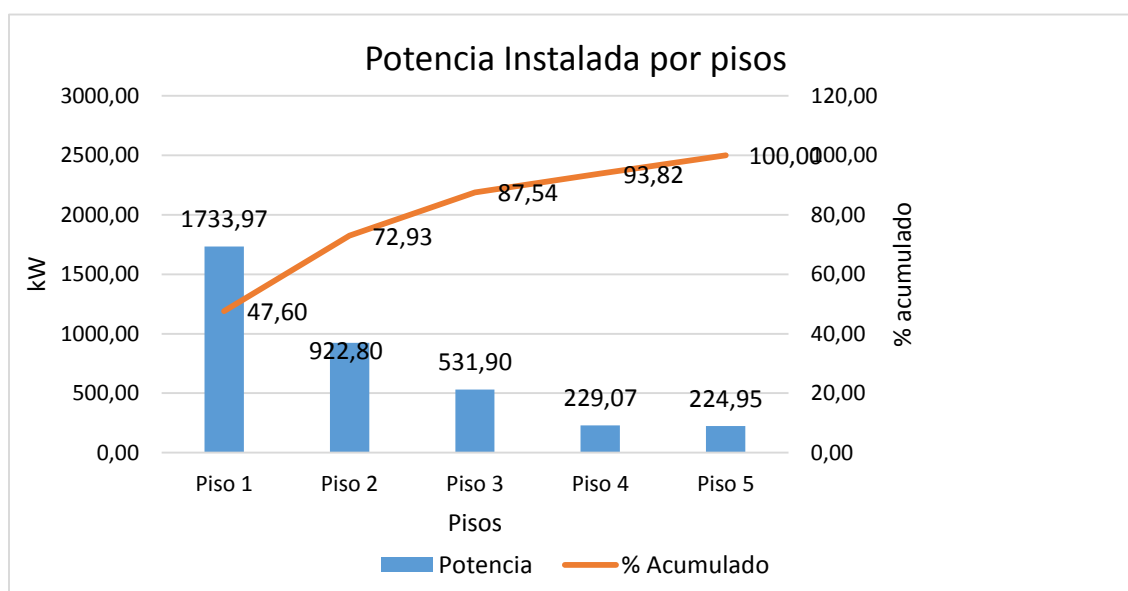


Figura 2.13: Potencia instalada en cada piso del hospital. **Fuente:** Elaboración Propia.

En la **figura 2.13** se puede apreciar que los tres primeros pisos del hospital presentan la mayor potencia instalada con más del 80% de la potencia total y el 1er piso es el área de mayor relevancia en potencia instalada con 1 733, 97 kW (47,60%), prácticamente el doble de la potencia instalada en el segundo piso. El piso de menor carga instalada corresponde al quinto piso con 224,95 kW, representando solo el 6,18% de la potencia total instalada. La utilidad de la estratificación como fue presentada en el capítulo I permite determinar la particularidad de las causas. Una vez determinado el piso de mayor potencia instalada, la estratificación de la **figura 2.14** nos permite conocer aquellos locales de mayor influencia en el consumo para el primer piso ver [anexo 7](#). Destacándose los locales que representan el 80% del consumo de energía para el piso están: Clima centralizado, centro de

diagnósticos de imágenes, centro de cirugía oftalmológica, planta eléctrica, centro de capacitación y lavandería.

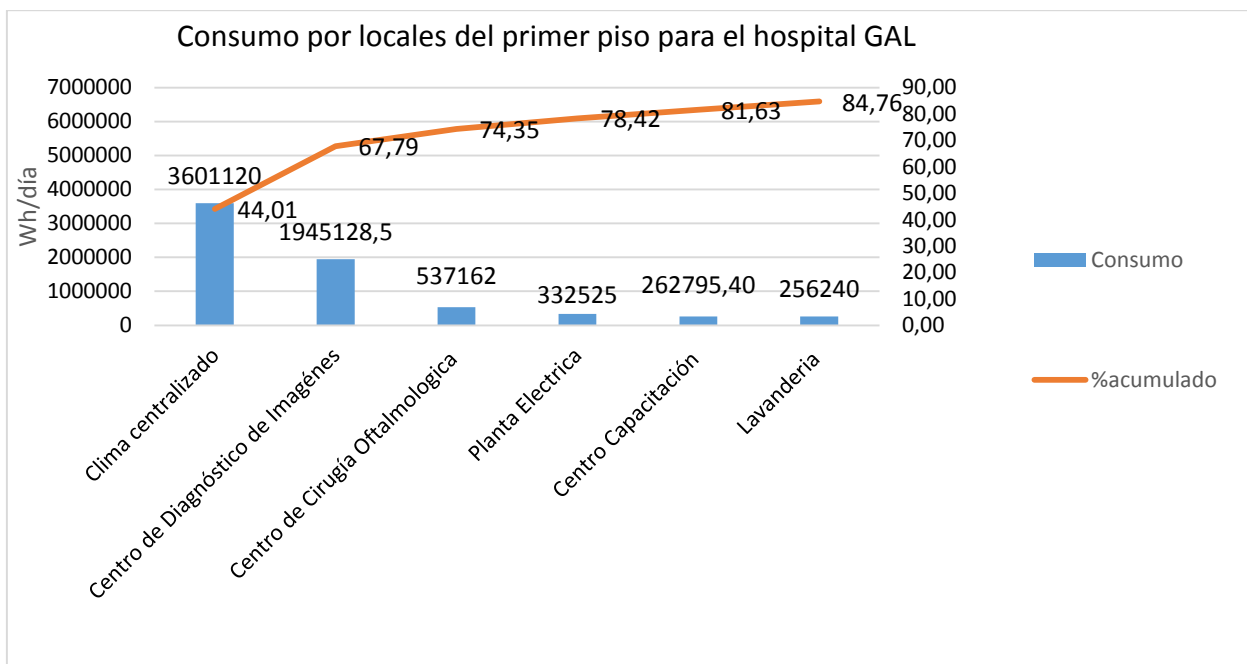


Figura 2.14: Consumo por Locales del primer piso del hospital GAL. **Fuente:** Elaboración Propia.

Dentro de los equipos del local de clima centralizado los más consumidores de energía eléctrica están las tres enfriadoras de 238 kW con un consumo de 1 428,00 kWh/día, las 21 manejadoras de 21 kW y 46 kW con un consumo de 36,800 kWh/día, las 4 bombas centrífugas con un consumo de 21312,00 kWh/día, y los 16 tubos de 40 W con un consumo de 5120 kWh/día. Ver [anexo 8](#). Seguidamente, en la **figura 2.15** se muestra el consumo eléctrico de los equipos más consumidores del local de clima centralizado caracterizados mediante un gráfico de pareto.

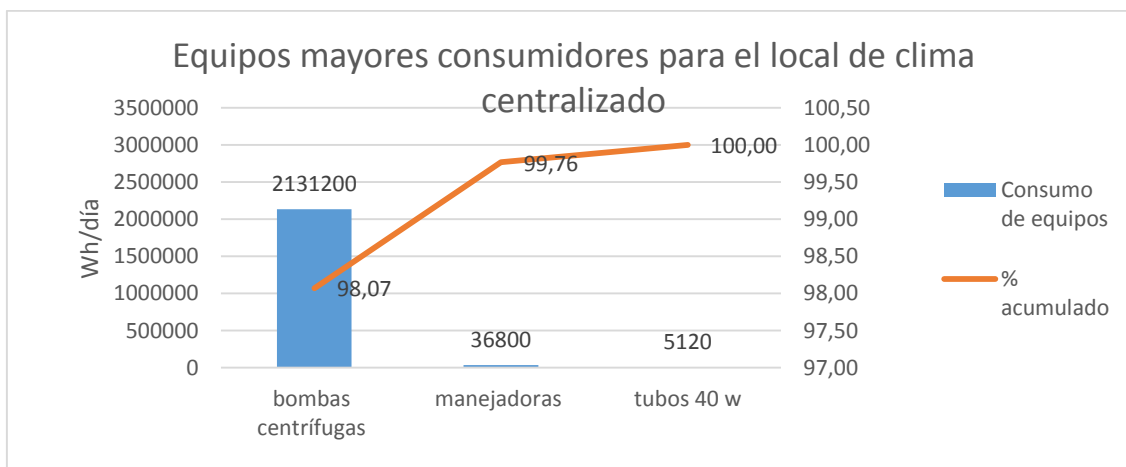


Figura 2.15: Equipos mayores consumidores para el local de clima centralizado.

Fuente: Elaboración Propia.

2.5 Análisis del consumo de energía eléctrica

De forma general el consumo de energía eléctrica [anexo 9](#) va variando de forma positiva en comparación de los años posteriores al 2016 en especial en los meses de verano son los que presentan el mayor consumo eléctrico esto es provocado por las altas temperaturas climáticas, causando un mayor tiempo de trabajo de los equipos de climatización en los distintos departamentos, oficinas y salones especializados.

El consumo eléctrico del Hospital, puede ser analizado a partir de los años anteriores al 2018 y 2019 [anexo 10](#) mediante un gráfico de control, para verificar si el parámetro electricidad estaba dentro de los límites establecidos, fue utilizado una desviación estándar de dos sigmas presentados en las **figuras 2.16** y **figura 2.17** Para la construcción de las siguientes figuras se utilizaron las tablas de consumo de energía eléctrica en los años 2017 y 2018.

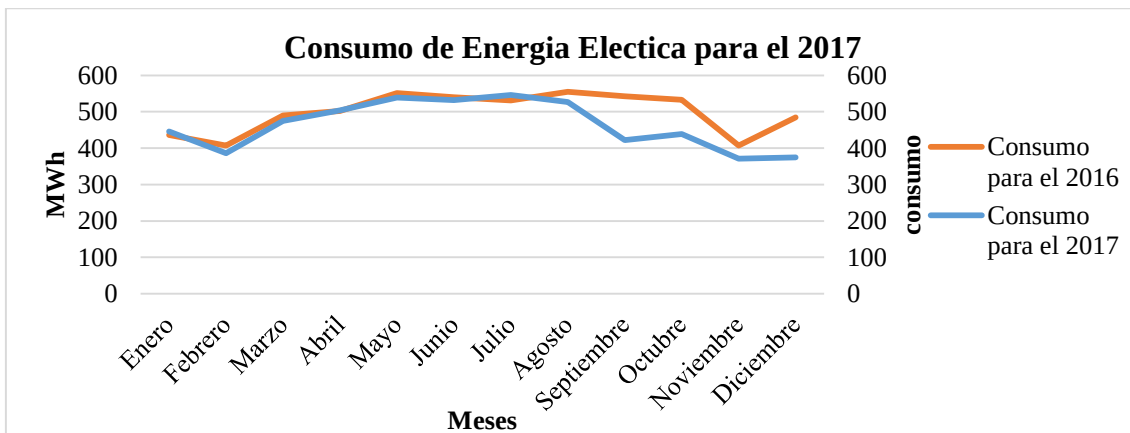


Figura 2.16 Consumo mensual de energía eléctrica en el año 2016. **Fuente:** Elaboración Propia.

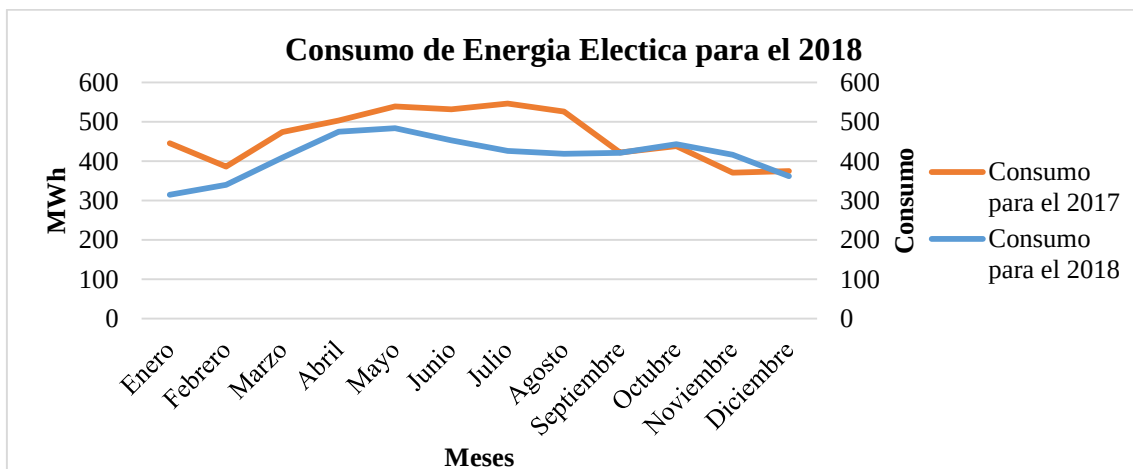


Figura 2.17 Consumo mensual de energía eléctrica en el año 2018. **Fuente:** Elaboración Propia.

Como se puede observar en las **figuras 2.18 y 2.19** el consumo de energía eléctrica estuvo dentro de los límites de control superior e inferior para el año 2017, en el año 2018 particularmente en el mes de abril hasta agosto, el consumo fue superior al límite establecido (Para este caso el LCS y LCI se determinó a partir de $LC=\mu\pm2\sigma$) [anexo 11](#). En los mismos meses y épocas, hay un aumento de la línea de consumo sobrepasando el consumo promedio debido a las elevadas temperaturas exteriores.

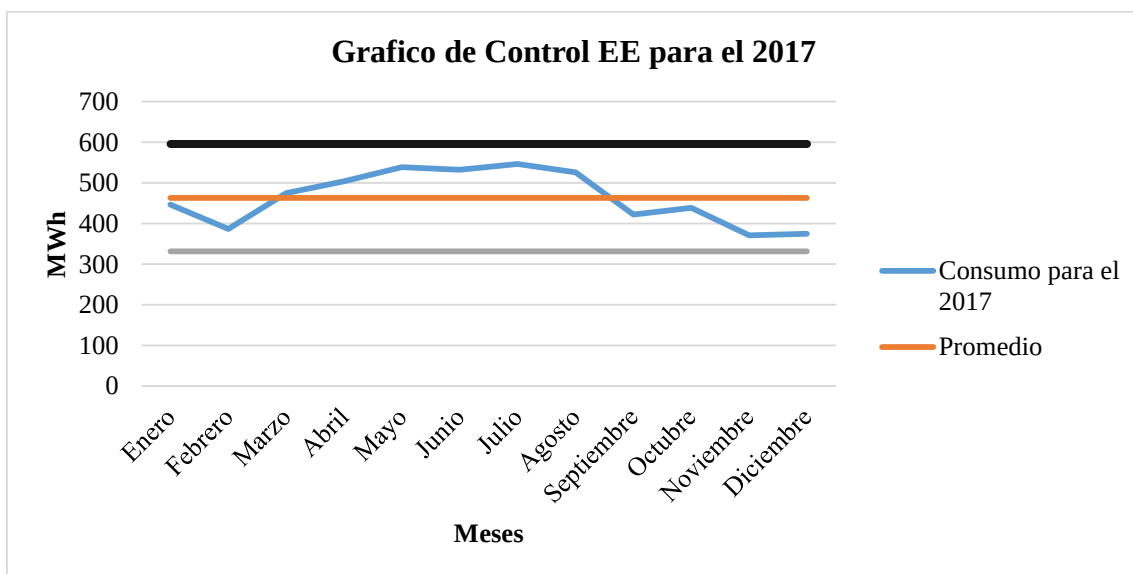


Figura 2.18: Control del consumo de energía eléctrica en el año 2017. **Fuente:** Elaboración Propia.

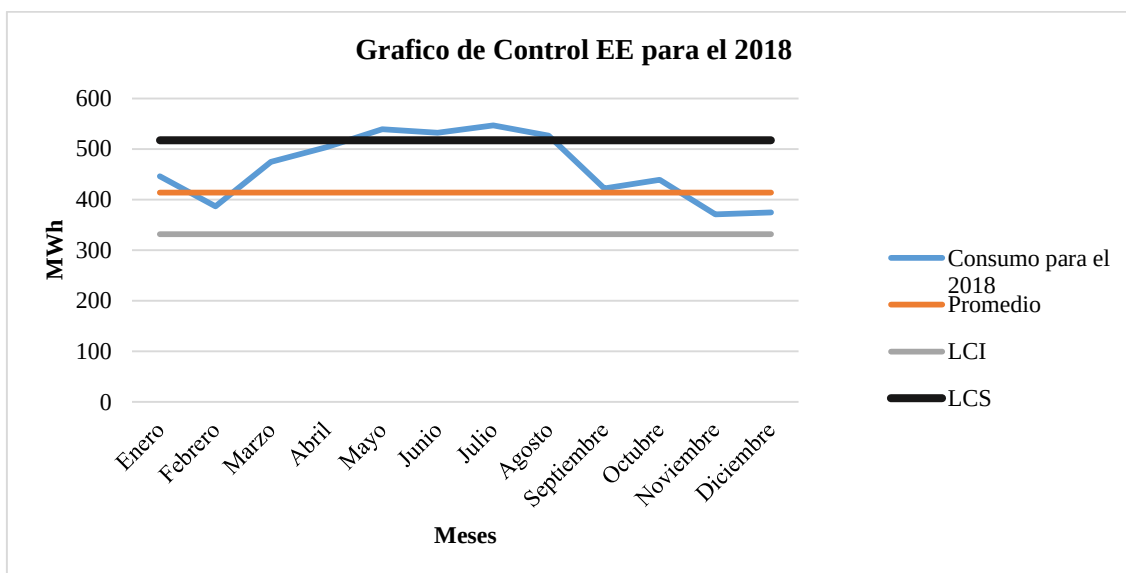


Figura 2.19: Control del consumo de energía eléctrica en el año 2018. **Fuente:** Elaboración Propia.

2.5 Consumo de Energía en función de la actividad de hospitalización.

La actividad de los hospitales se puede caracterizar por varios indicadores de aprovechamiento de las camas hospitalarias. Para un hospital el Total de Pacientes Atendidos (TPA) representan el total de pacientes atendidos en consulta, los Días Camas representan la disponibilidad de una cama real por 24 horas del día, así como los Días Pacientes es la suma de los pacientes que permanecen ingresados a las doce de la noche, más un día paciente por cada persona que ingresa y egresa en el mismo día. Para el caso del hospital Gustavo Aldereguía Lima las **figuras 2.20 y 2.21** muestran el comportamiento del consumo eléctrico contra el total de pacientes atendidos para los años 2017 y 2018. El consumo eléctrico contra el total de pacientes atendidos para el 2016 puede ser consultado en el [Anexo12](#). Se pueden ver las tablas de consumo de energía eléctrica para los años en el [anexo 13](#), total de pacientes atendidos en el [anexo 14](#), los días camas, ingresos y egresos en los [anexo15](#), [anexo 16](#), [anexo 17](#) para los años 2012- 2018 respectivamente.

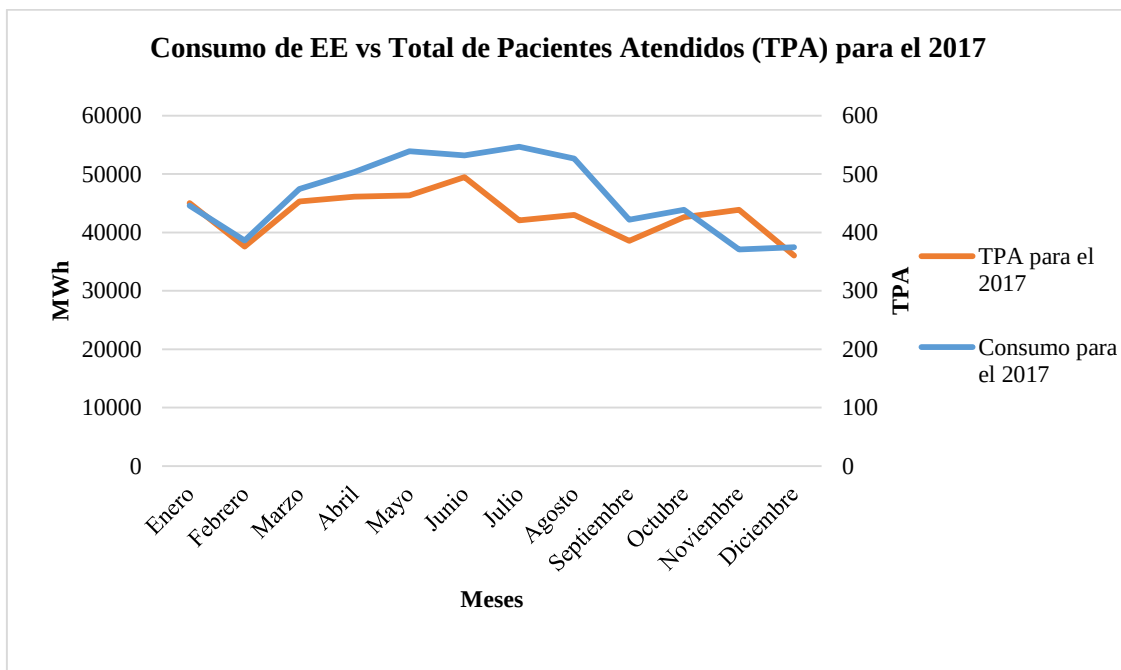


Figura 2.20 Consumo de Energía Eléctrica vs Total de Pacientes Atendidos para el 2018.

Fuente: Elaboración propia.

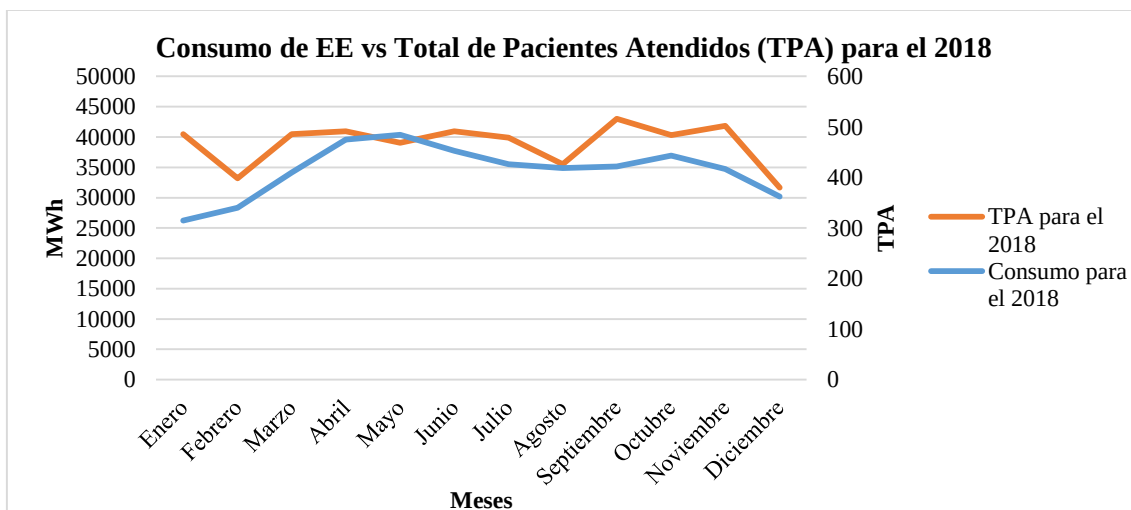


Figura 2.21 Consumo de Energía Eléctrica vs Total de Pacientes Atendidos para el 2018.

Fuente: Elaboración propia.

De los gráficos anteriores se puede analizar que no existe una relación directa entre el consumo eléctrico y los totales de pacientes atendidos particularmente en el año 2018, en el año 2017 existe una mejor correspondencia para estas dos variables. Esto pudiera estar dado ya que el TPA solo incluye aquel paciente atendido en consulta solamente sin incluir

ingresos y otros. En las **figuras 2.22 y 2.23** se representa la relación entre el consumo de energía y los Días Camas.

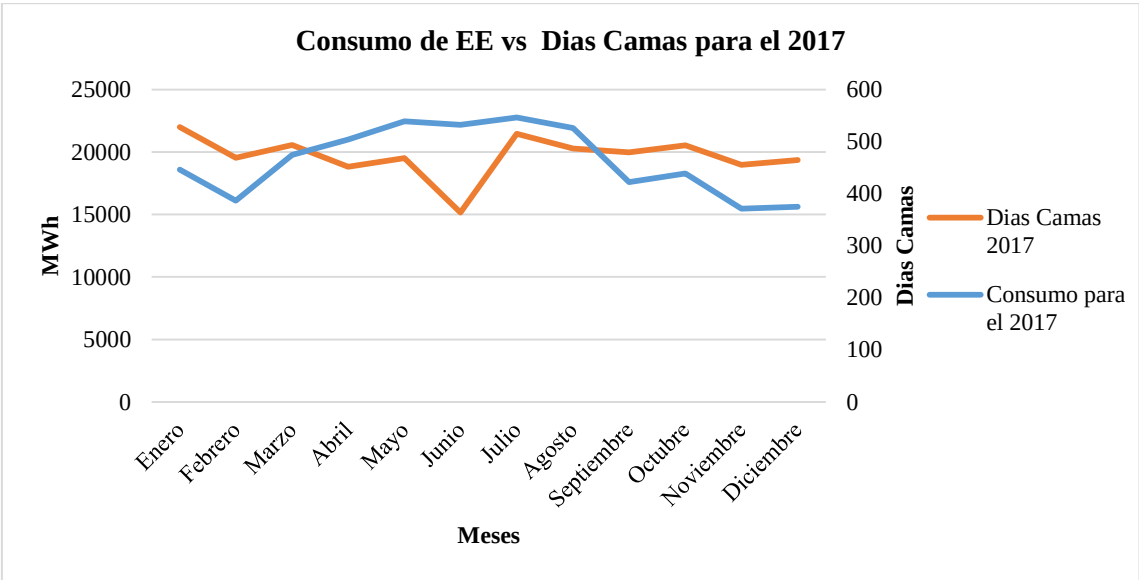


Figura 2.22 Consumo de Energía Eléctrica vs Días Camas para el 2018. **Fuente:** Elaboración propia.

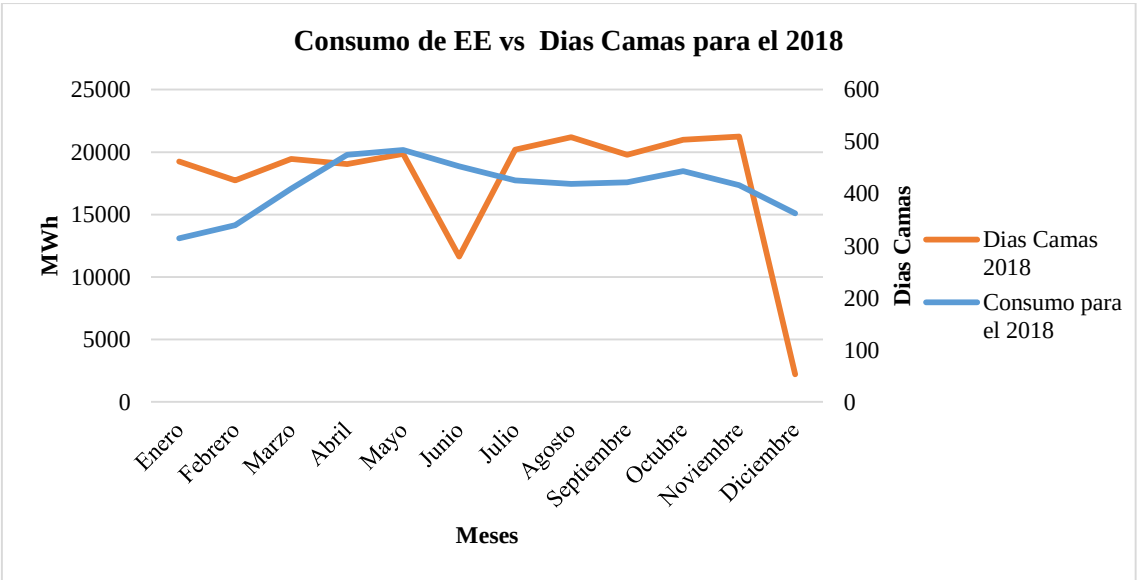


Figura 2.23 Consumo de Energía Eléctrica vs Días Camas para el 2018. **Fuente:** Elaboración propia.

De los gráficos anteriores se puede analizar que no existe en algunos casos un nivel de correspondencia entre el consumo y las camas disponibles para los años analizados. En muchas ocasiones se está en presencia de un aumento en este consumo y sin embargo la

tendencia en los días camas fue a disminuir particularmente en el año 2018, en el año 2017 existe una mejor correspondencia para estas dos variables. Pasa de manera similar solo aquí está representando aquel paciente que se contabilizó como un día de ingreso en el hospital.

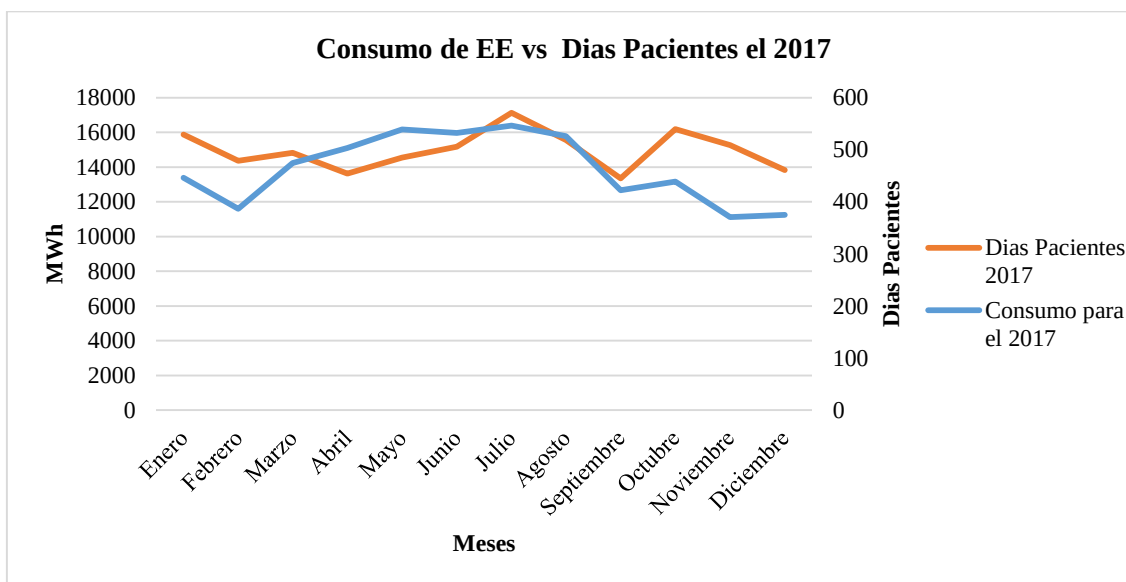


Figura 2.24 Consumo eléctrico vs Pacientes Atendidos para el año 2017. **Fuente:** Elaboración propia.

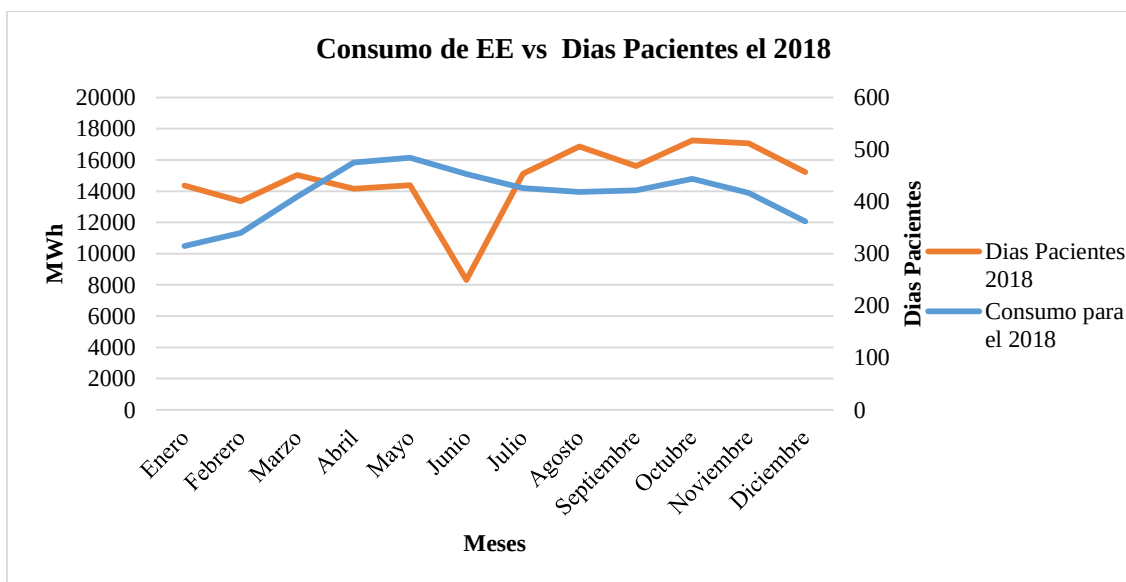


Figura 2.25 Consumo eléctrico vs Días Pacientes para el año 2018. **Fuente:** Elaboración propia.

Podemos ver qué ocurre otro tanto entre el consumo eléctrico en relación a los días pacientes hospitalizados, específicamente para el año 2018.

El procedimiento de Regresión Múltiple está diseñado para construir un modelo estadístico describiendo el impacto de dos o más factores cuantitativos X sobre una variable dependiente Y . El procedimiento incluye una opción para realizar regresión por pasos, en la cual se selecciona una de las variables X antes establecidas. El modelo colocado puede ser usado para hacer predicciones, incluyendo límites de confianza y límites de predicción. Los residuos pueden también ser graficados observando la manera en que influyen.

En general interesa:

- Investigar si existe una asociación entre las dos variables testeando la hipótesis de independencia estadística.
- Estudiar la fuerza de la asociación, a través de una medida de asociación denominada coeficiente de correlación.
- Estudiar la forma de la relación. Usando los datos propondremos un modelo para la relación y a partir de ella será posible predecir el valor de una variable a partir de la otra.

En este caso consistirá en correlacionar el consumo energético con una variable de influencia, generalmente el nivel de producción, para determinar un modelo matemático que permita explicar sus variaciones. Dicho modelo, cuando la regresión es Múltiple, es la ecuación de la línea recta (o línea de mejor ajuste), la cual, en este caso, tiene la forma

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k.$$

Ec 2.1

El coeficiente representa la mínima cantidad la energía requerida, a cualquier nivel de producción, para obtener una unidad adicional de producto, mientras que expresa un consumo de energía fijo que no está asociado directamente al nivel de producción.

Este modelo lineal, a pesar de su sencillez, tiene mucha utilidad en la gestión de la energía, pues permite alcanzar un buen entendimiento de la relación que existe entre el consumo de la energía y el nivel de producción, u otra variable de influencia. A partir de él, se puede conocer el consumo variable y fijo de energía, comprender el comportamiento histórico del consumo de energía producto del nivel de producción, estimar consumos futuros para determinados niveles de producción, establecer objetivos y metas energéticas, entre otros aspectos.

2.6 Línea base energética.

Para la construcción de la línea base se partió de la utilización de un análisis de regresión múltiple con el propósito de evaluar el nivel de influencia de las variables de la atención hospitalaria en el consumo de energía. La muestra seleccionada fueron los años 2016, 2017 y 2018. La **figura 2.26** presenta la identificación de las variables a estudiar en el consumo de energía eléctrica

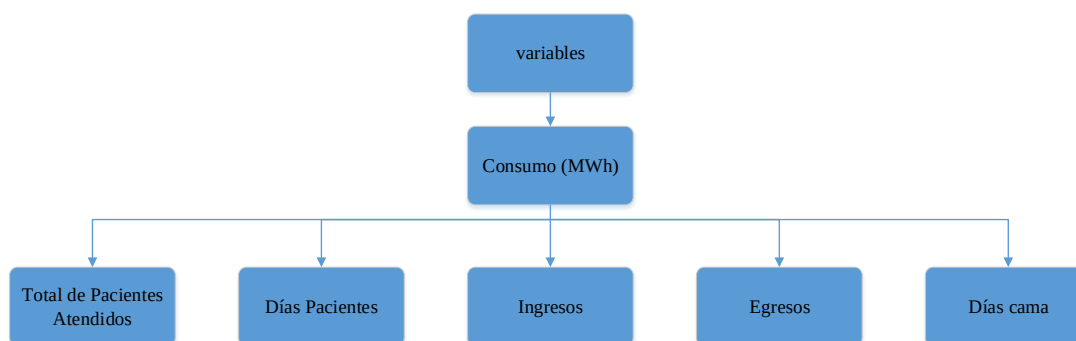


Figura 2.26 Variables del Consumo eléctrico para los años 2016,2017 y 2018. **Fuente:** Elaboración propia.

Analizándose la correlación entre el consumo y las variables de la actividad de hospitalización reflejan que no existe ninguna influencia significativa entre estas variables y el consumo energético. Para este análisis se consideró un nivel de significación del 95 % y se comparó la probabilidad o (p-value) con este nivel de significancia. De las 5 variables analizadas solo el TPA presenta que tiene alguna influencia en el consumo, p-value = 0,0255 menor que 0,05. La **tabla 2.3** presenta un resumen de la influencia de estas variables.

Tabla 2.3: Resumen del p-value para las variables de atención hospitalaria. **Fuente:** Elaboración propia.

	<i>Coefficientes</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	170,630131	0,2105955
TPA	0,00666232	0,02558607
Días pacientes	-0,0157361	0,13893215
Ingresos	-0,0257574	0,84418842
Egresos	0,0995491	0,38202938
Días Camas	0,00319827	0,32519287

No obstante a esto la **tabla 2.4** presenta el resumen de la estadística del análisis de regresión concluyéndose que el valor de $R^2=0,289$ no es bueno por lo que ninguna variable debe ser considerada para la obtención del modelo de consumo energético.

Tabla 2.4: Estadísticas de la regresión. **Fuente:** Elaboración propia

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,53792079
Coeficiente de determinación R^2	0,28935877
R^2 ajustado	0,16683442
Error típico	61,22271
Observaciones	35

A partir del bajo nivel de correlación entre el consumo de energía y las variables de atención hospitalaria se decidió buscar un paciente equivalente total. Para ello se realizó un análisis sobre los pacientes atendidos que se encuentran ingresado a los cuales se consideraran además aquellos pacientes que son atendidos en consulta externa y en el cuerpo de guardia que no son ingresados, los cuales representa un gran consumo de energía en la entidad con el objetivo de buscar un paciente equivalente total (**PET**) entre los pacientes ingresados, los pacientes atendidos en consulta externa y en cuerpo de guardia con el fin de poder establecer la línea base energética que más ajuste para el hospital. Primeramente, se determinaron dos índices, uno considerando los kWh/mes entre los pacientes ingresados y el otro los pacientes atendidos en consulta externa respectivamente, para así conocer cuánta energía representa los ingresos en comparación con los atendidos en consulta externa, de forma similar fueron analizados aquellos pacientes atendidos en cuerpo de guardia para poder determinar los (PET). A continuación, se muestran las expresiones que se utilizaron para buscar ese paciente equivalente total.

$$R1 = \frac{\text{kWh/mes}}{\text{pacientes ingresados /mes}} = \frac{\text{kW/h}}{\text{pacientes ingresados}} \quad \text{Ec 2.2}$$

$$R2 = \frac{\text{kWh/mes}}{\text{pacientes atendidos en consulta externa/mes}} = \frac{\text{kW/h}}{\text{pacientes atendidos en consulta externa}} \quad \text{Ec 2.3}$$

$$\text{Índice} = \frac{R1}{R2} \quad \text{Ec 2.4}$$

$$\text{P. eq externo a ingreso} = \frac{\Sigma \text{Consulta externa/mes}}{\text{Indice}} \quad \text{Ec 2.5}$$

$$\text{P. ingresos total} = \text{P. externo a ingreso} + \text{Pacientes ingresados} \quad \text{Ec 2.6}$$

$$\text{Paciente total atendido} = \text{P. Ingreso total} + \text{P. cg} \quad \text{Ec 2.7}$$

Donde:

P.cg: Pacientes atendidos en cuerpo de guardia por mes

$$\text{P. eq cuerpo de guardia a ingreso} = \frac{\text{P.cg}}{\text{Indice}} \quad \text{Ec 2.8}$$

$$\text{P. E. T} = \text{Paciente total atendido} + \text{P. eq cuerpo de guardia a ingreso} \quad \text{Ec 2.9}$$

La **tabla 2.5** presenta los resultados obtenidos para los P.T.E correspondientes al año 2018 a partir de la metodología descrita anteriormente.

Tabla 2.5 Paciente Equivalente Total (PET) para el año 2018. **Fuente:** Elaboración propia

Meses	Consumo kWh/mes	P.E.T
Enero	314,705	102509,31
Febrero	339,807	83740,88
Marzo	409,495	90518,32
Abril	474,98	82845,54
Mayo	484,246	84600,36
Junio	452,875	54587,39
Julio	425,947	108765,91
Agosto	418,771	173051,17
Septiembre	421,749	87851,90
Octubre	443,573	117871,35
Noviembre	416,586	122597,32
Diciembre	362,244	168152,34

Para este caso la **figura 2.25** muestra el comportamiento para el año 2018 entre (Consumo-P.E. T).

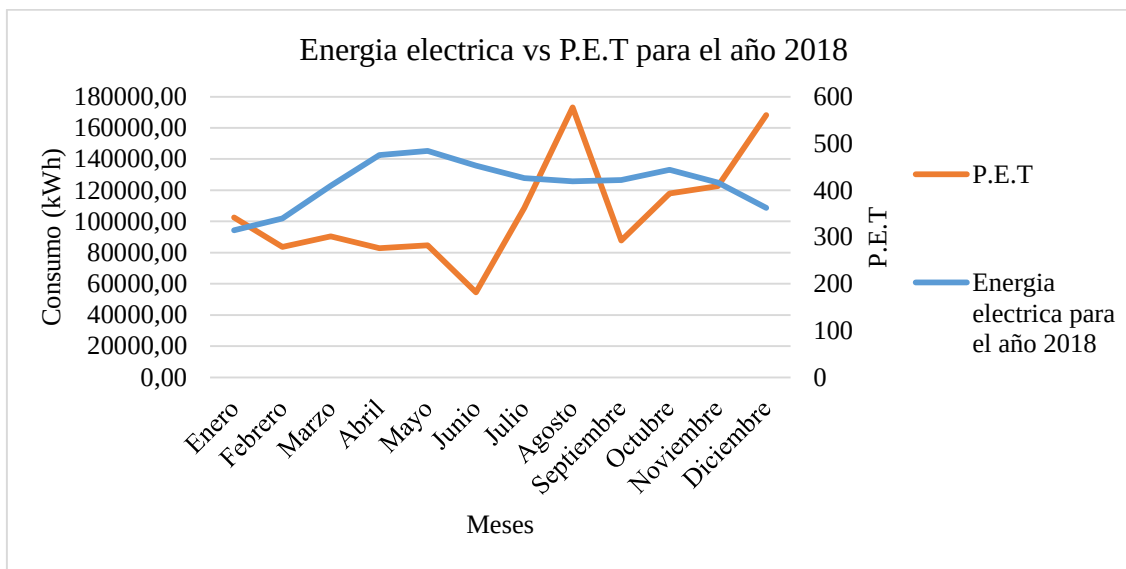


Figura 2.25 Consumo de Energía Eléctrica vs P.E.T para el 2018. **Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico anterior se puede analizar que existe en algunos casos un nivel de correspondencia similar entre el consumo y el paciente equivalente total (P.E.T) para el año 2018 así como en relación con los días camas para ese año. La **tabla 2.6** demuestra como igualmente este análisis del P.E.T no refleja claramente el modelo de consumo debido a que existe un consumo significativo no asociado con P.E.T obtenido, existe un consumo en otras áreas que debe ser cuantificado para poder establecer su relación directa en el modelo. El valor de R^2 0,183 evidencia claramente este análisis a priori.

Tabla 2.6: Estadísticas de la regresión. Fuente: Elaboración propia

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,42795811
Coeficiente de determinación R^2	0,18314815
R^2 ajustado	0,15839506
Error típico	61,5319995
Observaciones	35

En la tabla anterior se observa como el coeficiente de determinación $R^2=0,183$ demuestra lo anteriormente comentado, es decir la presencia de un consumo significativo que no tiene

relación directa con las variables de hospitalización. No obstante, este análisis permite dejar las pautas marcadas sobre la posibilidad de incorporar otras variables detectadas en la literatura como los Días Grados de enfriamiento, etc.

2.7 Conclusiones parciales del capítulo

1. A partir de la caracterización energética para el hospital fue posible determinar que el portador energético electricidad representó para el 2017 y 2018 el (86,72 % y 83,52 %) del consumo total respectivamente, de allí su selección como portador a analizar.
2. Mediante la realización del censo de carga se determinó el primer piso como el de mayor potencia instalada (1733,97 kW) el 47,6% de la potencia total instalada en el hospital. Por otra parte, el local de clima centralizado perteneciente a este piso representó el mayor consumidor con el 44,01 % (3 601 kWh/día) del consumo total para el piso, una vez que las bombas centrífugas fueron los equipos mayores consumidores 98,07% (2 131kWh/día).
3. Del análisis del consumo para el 2018 a través de un gráfico de control se evidenció que en los meses de verano el consumo fue superior a los límites. Para el caso del consumo de energía en función de la actividad de hospitalización se demostró que no existe correspondencia entre estas variables y el consumo de energía.
4. Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar la influencia significativa entre las variables de atención hospitalaria en el consumo de energía para elaborar un modelo de línea base e IDEn para el hospital. Esta permitió demostrar que solo la variable TPA con un nivel de significación $\alpha=0,025\leq 0,05$ tiene alguna influencia en el consumo de energía.
5. Se propuso una nueva variable Total de Pacientes Atendidos con el propósito de evaluar su influencia en el consumo energético demostrándose que igual que las otras no son determinantes en este consumo debido a que existe una energía no asociada a la actividad hospitalaria que es significativa.

Capítulo III



Capítulo III: Guía para la gestión de la energía basado en la norma cubana NC ISO 50 001:2011.

Introducción al capítulo III.

En este capítulo se desarrollan algunos de los elementos básicos que debe contener un SGE para su implementación futura. Se realiza un Análisis de Brechas y se determina el conocimiento de directivos y técnicos sobre la norma de gestión. Se hace una caracterización de la línea base energética e IDEn a partir del análisis de regresión múltiple. Finalmente se establece una guía de gestión de la energía basado en la NC ISO 50 001:2011 para el monitoreo de los portadores energéticos en el Hospital Universitario Dr. Gustavo Aldereguía Lima de Cienfuegos. Además de la confección de la matriz de la gestión de la energía del mismo.

3.1 Análisis de brechas

El análisis de brechas se define como un método para evaluar las diferencias entre el desempeño real y el desempeño esperado en una organización o negocio. El término “brecha” se refiere al espacio entre “donde estamos ahora” (el estado actual) y donde “queremos estar” (el estado objetivo). Un análisis de brechas también puede ser referido como análisis GAP evaluación de necesidades o análisis de brechas de necesidades. La **figura 3.1** presenta la verificación del cumplimiento a partir de una calificación de los cinco requisitos, el procesamiento de este [anexo 18](#) permitió determinar como el compromiso de responsabilidad de la alta dirección (2,24) y la Verificación (2,43) son puntos claves.

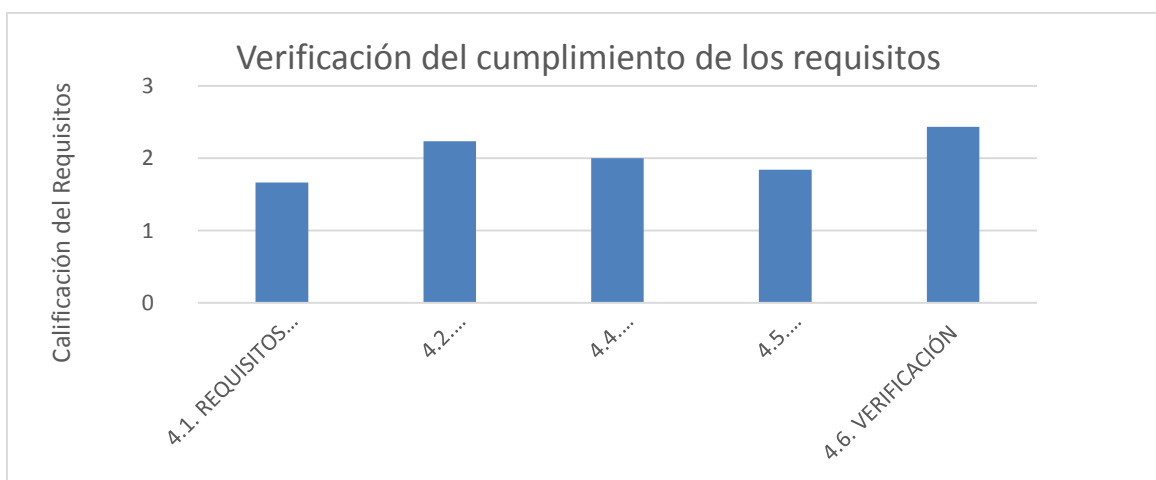


Figura 3.1: Diagrama de verificación del cumplimiento de los requisitos. **Fuente:** Elaboración propia.

En las respuestas sobre el conocimiento de la norma por parte de los técnicos del centro se obtuvo un por ciento de respuestas positivas en los aspectos de la realización o acciones para la implementación de la norma NC ISO 50001 y en la obtención de resultados favorables en las supervisiones energéticas realizadas por la UNE o CUPET y negativas en otros aspectos como si la institución cuenta con un sistema de gestión energética (SGEn) documentado o si el mismo cuenta con equipos de medición de los consumos de energía en las instalaciones, sistemas y equipos que representan los mayores consumos de energía. Ver [anexo 19](#). No obstante, fue determinado que un 65,65% del personal posee un conocimiento profundo sobre la NC ISO 50001 y un 37,89% con conocimiento parcial ver **figura 3.2** y **3.3**, demostrando así que la institución cuenta con personal técnico instruido sobre la norma.

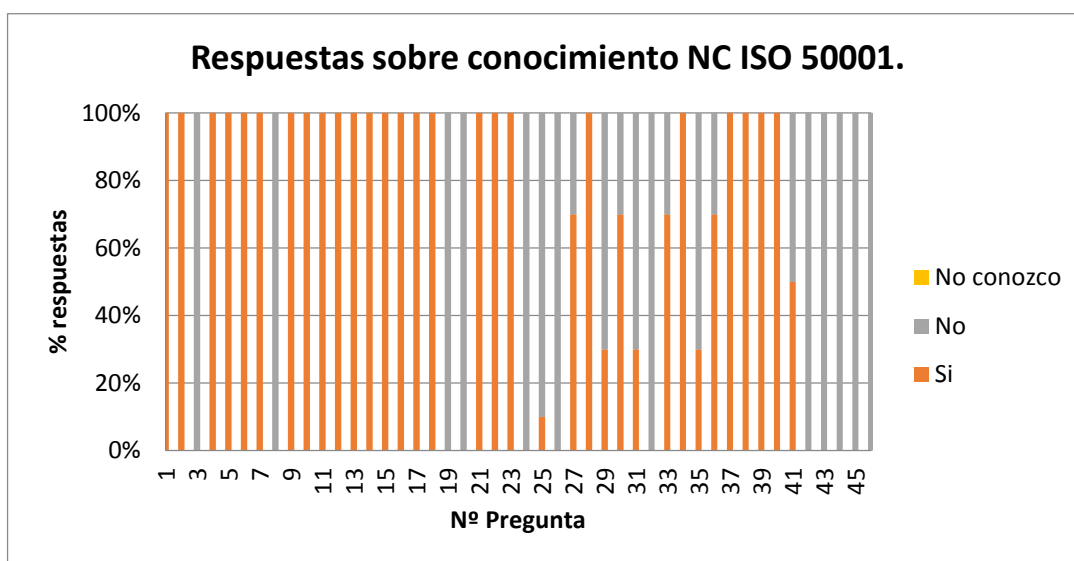


Figura 3.2: Diagrama de respuestas sobre el conocimiento de la NC ISO 50001. **Fuente:** Elaboración propia.

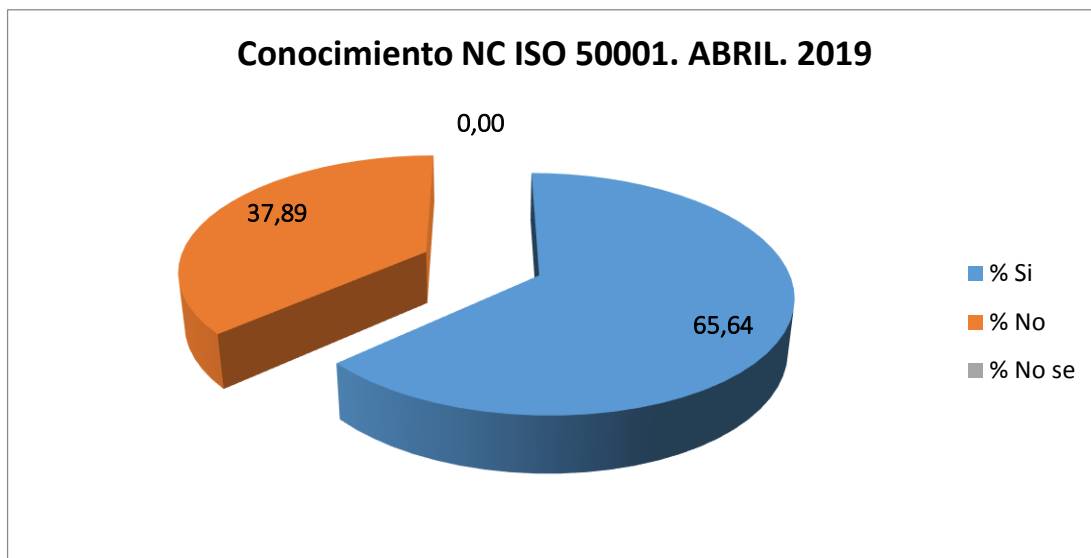


Figura 3.3: Por ciento de respuestas sobre el conocimiento de la NC ISO 50001.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las encuestas [anexo 20](#), realizadas en el hospital se pudo determinar que este cuenta con muy pocas posibilidades para implementar proyectos de eficiencia energética económicamente viables de acuerdo a los criterios de rentabilidad establecidos por la organización y que el periodo simple de recuperación máximo que se considera para aprobar las inversiones en proyectos de eficiencia energética son de dos a tres años. no obstante, se puede ver en la **figura 3.4** y [anexo 21](#) el por ciento de los factores que influyen en la eficiencia energética del mismo según el grado de importancia de cada pregunta.

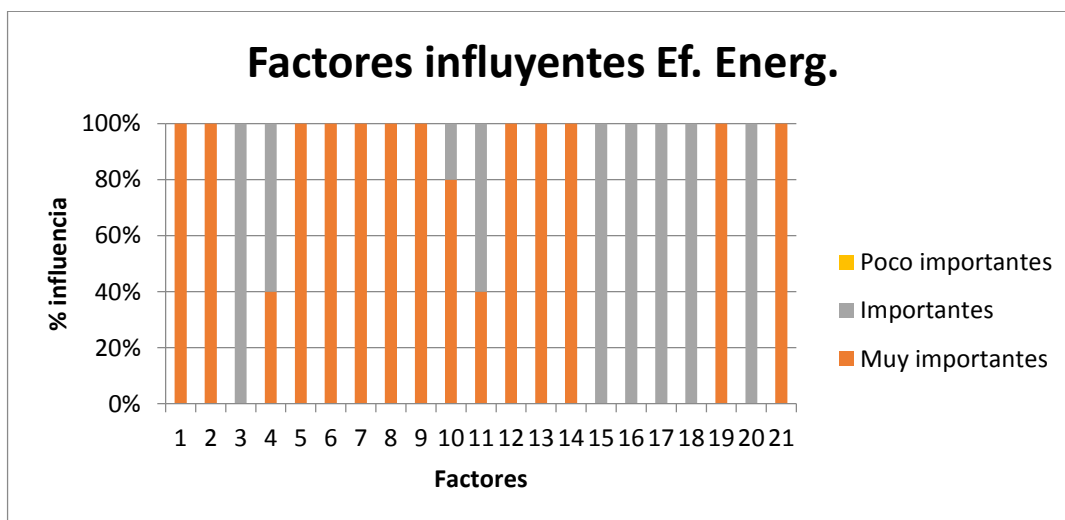


Figura 3.4 Factores que influyen en la eficiencia energética del hospital Dr. Gustavo Aldereguía Lima de Cienfuegos. **Fuente:** Elaboración propia.

3.2 Desarrollo de los requisitos de la planificación energética

La planificación energética tiene una serie de significados diferentes. Sin embargo, un sentido común del término es el proceso de desarrollo de políticas de largo plazo para ayudar a guiar el futuro de una organización, de un país, región o incluso el sistema energético mundial. En este caso se realiza dentro de la organización hospitalaria, pero también puede ser llevada a cabo por grandes empresas de energía, tales como centrales eléctricas o de petróleo y gas.

La Planificación Energética permitió contar con un plan minuciosamente diseñado para que sirva de guía durante un periodo de tiempo. Es una herramienta muy útil para cualquier organización privada o pública que quiera mejorar su modelo de consumo energético y que desee hacerlo conforme a un plan bien elaborado. La planificación energética cuenta con un esquema tradicional referente a la elaboración de un plan energético el cual consta en principio de los siguientes componentes:

- Definición de objetivos: enunciados generales acerca de las metas a alcanzar.
- Diagnóstico.
- Elaboración de escenarios.
- Formulación de políticas.
- Estrategias de mediano y corto plazo.
- Planes de acción.

El hospital tiene la responsabilidad principal de garantizar que en la planificación energética a largo plazo se tengan debidamente en cuenta todos los aspectos de la oferta y la demanda de energía. Desempeñar un papel clave en la creación de políticas sólidas para que participen en el sector energético pudiendo intervenir activamente en el desarrollo, funcionamiento y evaluativo de los sistemas energéticos eficaces y eficientes.

La planificación de la energía es más fructífera cuando la llevan a cabo expertos locales que representan a los intereses directos fundamentales. Su entendimiento y conocimientos profundos de los sistemas energéticos nacionales son necesarios para estructurar correctamente los análisis, evaluar la credibilidad de los resultados, interpretar los análisis y las conclusiones y comparar la validez de las diversas hipótesis. En última instancia, son esos grupos de expertos los que aplican los resultados de la elaboración de modelos a la adopción de decisiones y políticas energéticas de la vida real.

3.3 Caracterización de la línea base a partir del análisis de regresión múltiple

La línea de base energética es la referencia a partir de la cual se mide la evolución del desempeño energético de la organización, se monitorearán los IDEn y se establecerán las metas energéticas. Se fija con base en los resultados obtenidos en la revisión energética. Esta referencia puede ser cualquier valor medible; una cantidad absoluta de consumo energético, un indicador. Puede haber tantas líneas de base como sea necesario, para toda la organización, por áreas, procesos o por sistemas energéticos en particular, y según los límites que se establezcan.

La línea de base debe cubrir un periodo reciente de datos confiables, normalmente de un año, y en donde haya habido una operación estable sin cambios considerables en la organización. Es decir, este periodo base debe reflejar la situación típica de operación de la organización, ser comparable con el actual y anterior a la implementación de los planes de acción.

La selección del periodo base puede apoyarse en el análisis del T.P.A para el año 2017. Se seleccionó esta variable ya que fue la que presentó mejores resultados en el análisis de regresión lineal múltiple. En la **Figura 3.5** se presenta un gráfico de correlación, en donde se puede observar la ecuación para este modelo. Se debe resaltar que esta línea base propuesta es solo para mostrar su presencia en la guía a elaborar ya que verdaderamente se debe determinar una línea base con un nivel de correlación $R^2 \geq 0,75$.

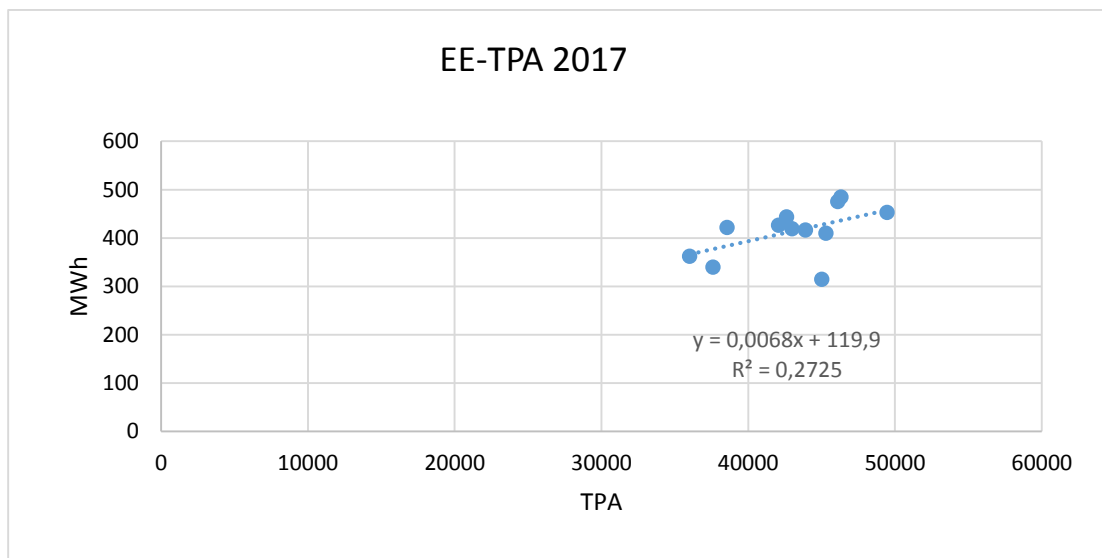


Figura 3.5: Diagrama de correlación Consumo de Energía Eléctrica vs T.P.A para el 2017. **Fuente:** Elaboración propia.

El periodo base se obtuvo, a través de un análisis de regresión lineal, el modelo energético que lo define, tal como se realizó en los requisitos anteriores. La línea representada por este modelo, también denominada línea de mejor ajuste, puede considerarse como una línea de base energética, a partir de la cual se puede monitorear y valorar el desempeño energético, así como calcular y verificar los ahorros. El modelo de consumo bajo las condiciones expresadas anteriormente queda $MWh=0,0068*TPA+119,9$

En la **Figura 3.6** se ilustra la determinación entonces a partir de la línea base energética del IDEn. Este presenta como modelo $MWh/TPA=0,6176*TPA^{-0,164}$.

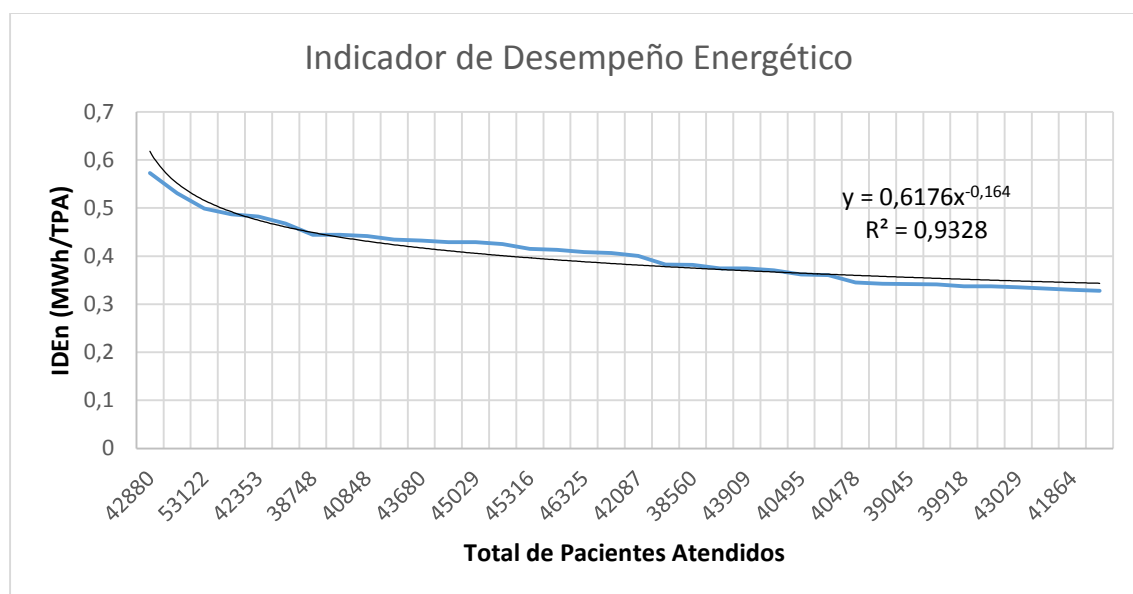


Figura 3.6: Indicador de Desempeño Energético (IDEn) vs TPA 2016, 2017 y 2018.

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Oportunidades de mejora generales.

A continuación, se presentan algunas de las oportunidades de mejoras tradicionales a implementar en edificios públicos. Las mismas son agrupadas en (Iluminación, Climatización, Datos y Comunicaciones) cada una de estas están presentes en el hospital en gran medida.

Iluminación:

- Es de gran importancia examinar los cinco pisos o las áreas del hospital y tratar de provechar el máximo la luz natural, colocando papel traslucidos en ventanas y puertas de vidrio, dejando pasar la luz y rechazando el calor.
- Seccionalizar circuitos de iluminación para compartimentar su uso y nivelar las cargas instaladas.
- Iluminar puntos específicos donde la luz natural no incida directamente en vez de iluminar fondos donde no sea necesario.
- Pintar paredes, techos, y columnas de colores claros.
- Cambiar señales de salida de incandescentes a diodos emisores de luz (LED).

Climatización:

- La reducción de la carga térmica en las zonas a climatizar (como: mejorar la envolvente, utilizar iluminación eficiente o incrementar la temperatura de la zona a climatizar).
- Realizar free cooling, aprovechando el aire exterior durante los periodos del día en que la temperatura exterior es inferior a la temperatura buscada.
- Realizar un control por zonas.
- Realizar mantenimientos de limpieza en evaporador y condensador.
- Revisar el dimensionamiento de los equipos.
- Utilizar sistemas de velocidad variable en bombas o ventiladores.
- Limpiar los evaporadores periódicamente. Comprobar el correcto funcionamiento del sistema de descarche.
- La selección de las habitaciones, sin afectar la calidad del servicio en los sistemas de climatización centralizada, se debe priorizar en aquellas habitaciones que tenga menor carga térmica en función de la temporada, incluyendo una programación de las condiciones del hospital que prioricen aquellas que tienen menor consumo, evitando de manera óptima el derroche de energía eléctrica ya que esta es el área más consumidora del mismo.
- Limpiar los filtros de los equipos de climatización semanalmente.
- Reducir las entradas de aire exterior mediante adecuada hermeticidad de las puertas, empleo de brazos hidráulicos y reducir el tiempo de apertura de las puertas mediante medidas organizativas.

- Ajustar los termostatos en locales climatizados a 22 o 24 °C según el confort deseado.
- Apagar los equipos de climatización en habitaciones vacías.
- Utilización de cortinas en ventanas y puertas para disminuir la ganancia de calor.
- Otra mejora importante a la hora de reducir la demanda energética de calefacción y aire acondicionado consiste en la implantación de un buen sistema de control y regulación de la instalación, que permita controlar el modo de operación en función de la demanda de cada momento y en cada zona de la instalación.
- Se pueden obtener ahorros del 20-30% de la energía utilizada en este apartado mediante la zonificación de la climatización, el uso de sistemas de medición y control para la temperatura en cada zona, la regulación de las velocidades de los ventiladores o la regulación de las bombas de agua. Además, es recomendable el uso de un sistema de gestión central de la climatización para fijar límites y horarios de uso.

Datos y comunicaciones:

- Apagar el computador durante los periodos de comida o equivalentes, en caso de reuniones o actividades similares de duración superior a una hora, al final de la jornada laboral y durante los fines de semana o días de ausencia del puesto de trabajo.
- Configurar la computadora para activar el modo “dormir” de acuerdo con las necesidades.
- Preferir la adquisición de monitores de pantalla plana (LED).
- Utilizar el protector de pantalla que deja la pantalla en negro (“Black Screen”).
- Minimizar el número de los servidores de red.
- Apagar las impresoras locales siempre que no estén siendo utilizadas.
- Utilizar la opción de impresión a doble cara que ya disponen algunos equipos para el ahorro de papel y de energía.
- Apagar las impresoras compartidas al final de la jornada laboral y fines de semana. En estas aplicaciones, usar impresoras que dispongan de sistemas de ahorro de energía.

- Configurar el equipo de Fax en la modalidad “dormir” después de 5 minutos de inactividad, para que se reactive automáticamente al enviar o recibir un fax.
- Utilizar el correo electrónico siempre que sea posible.

3.5 Propuestas de sustitución de equipos.

Al realizarse el censo de cargas en el hospital provincial Gustavo Aldereguía Lima, apoyados por los trabajadores de mantenimiento y expertos energéticos de la entidad, en este se encuentran instaladas en los cinco pisos un total de 3 946 tubos fluorescentes T8 40W, de 1200 mm de longitud, 537 tubos fluorescentes T8 35 W, 600 mm, y 1013 fluorescentes T8 20 W, 600 mm. Se realizó una búsqueda para conocer otras propiedades de estas luminarias, según la bibliografía estos tubos fluorescentes emiten de 50-90 lm/W, estos presentan según la marca Philips: 2 850 lúmenes con 13 000 horas de vida útil.

La sustitución de equipos que se propone es cambiar estas luminarias por una tecnología mucho más eficiente tanto económica como energéticamente: la tecnología LED (Diodos Emisores de Luz), el cambio propuesto nos brindará las mismas características de alumbrado y longitud, pero con una menor potencia de consumo y mayor tiempo de vida útil.

En la siguiente tabla se muestran las propiedades de las luminarias LED ensamblada por Cuba por la empresa GEDEME propuestos a sustituir por las antiguas luminarias:

Tabla 3.1: Características de las luminarias LED propuestas. **Fuente:** GEDEME LUMEC.

<i>Tecnología</i>	Tipo	Potencia (W)	Eficiencia (Lm/W)	Lúmenes (Lm)	Horas de vida útil (Hrs)	Precio (\$CUP)
<i>LED</i>	Luminarias con Difusor Prismático con 2 Lámparas LED	18	≥ 96	1740	50 000	33,17
<i>LED</i>	Luminarias con Difusor Prismático con 2 Placas LED	23,8	153	3650	60 000	37,94

Para la realización de este cálculo económico se tuvo en cuenta el costo promedio por cada kWh consumido por el hospital.

Costo anual del consumo de las luminarias fluorescentes de 40W:

$$\text{Costo} = T_{\text{tubos}} * 1\,010 \text{ h/mes} * 0,04 \text{ kW/tubo} * 0,19 \text{ \$/kWh}$$

Dónde:

T_{tubos} = Total de tubos.

$$\text{Costo} = 3\,946 * 1\,010 \text{ h/mes} * 0,040 \text{ kW/tubo} * 0,19 \text{ \$/kWh}$$

$$\text{Costo} = 30\,289,496 \text{ \$/mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{Costo} = 363\,473.952 \text{ \$/año}$$

Costo anual del consumo de las luminarias LED 23,8 W:

$$\text{Costo} = T_{\text{tubos}} * 1\,010 \text{ h/mes} * 0,0119 \text{ kW/tubo} * 0,19 \text{ \$/kWh}$$

$$\text{Costo} = 3946 * 1\,010 \text{ h/mes} * 0,0119 \text{ kW/tubo} * 0,19 \text{ \$/kWh}$$

$$\text{Costo} = 9011.12 \text{ \$/mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{Costo} = 108\,133,50 \text{ \$/año}$$

Ahorro monetario anual por la sustitución de tubos de 40W fluorescente a LED 23,8W:

$$\text{Ahorro} = \text{Costo}_{40\text{W}} - \text{Costo}_{23,8\text{W}}$$

$$\text{Ahorro} = 363\,473,95 \text{ \$/año} - 108\,133,50 \text{ \$/año}$$

$$\text{Ahorro} = 255\,334,45 \text{ \$/año}$$

Costo del consumo anual de las luminarias fluorescentes de 35W:

$$\text{Costo} = T_{\text{tubos}} * 666 \text{ h/mes} * 0,02 \text{ kW/tubo} * 0,19 \text{ \$/kWh}$$

$$\text{Costo} = 537 * 666 \text{ h/mes} * 0,02 \text{ kW/tubo} * 0,19/\text{kWh}$$

$$\text{Costo} = 1\,359.03 \text{ \$/mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{Costo} = 16\,308.47 \text{ \$/año}$$

Costo del consumo anual de las luminarias LED 35 W:

$$\text{Costo} = T_{\text{tubos}} * 666 \text{ h/mes} * 0,009 \text{ kW/tubo} * \$0,19/\text{kWh}$$

$$\text{Costo} = 537 * 666 \text{ h/mes} * 0,009 \text{ kW/tubo} * 0,19/\text{kWh}$$

$$\text{Costo} = 611,56 \text{ \$/mes} * 12 \text{ meses/año}$$

Costo = 7 338,81 \$/año

Ahorro monetario anual por la sustitución de tubos de 35 W fluorescente a LED 35 W:

$\text{ahorro} = \text{Costo}_{35W} - \text{Costo}_{9W}$

$\text{Ahorro} = 16\,308.47 \text{ \$/año} - \text{\$/año } 7\,338.81$

Ahorro = 8,969.65 \$/año

Costo del consumo anual de las luminarias fluorescentes de 20W:

$\text{Costo} = T_{\text{tubos}} * 666 \text{ h/mes} * 0,02 \text{ kW/tubo} * 0,19 \text{ \$/kWh}$

$\text{Costo} = 1\,013 * 666 \text{ h/mes} * 0,02 \text{ kW/tubo} * 0,19/\text{kWh}$

$\text{Costo} = 2\,563,70 \text{ \$/mes} * 12 \text{ meses/año}$

Costo = 30 764,40 \$/año

Costo del consumo anual de las luminarias LED 18 W:

$\text{Costo} = T_{\text{tubos}} * 666\text{h/mes} * 0,009 \text{ kW/tubo} * \$0,19/\text{kWh}$

$\text{Costo} = 1\,013 * 666 \text{ h/mes} * 0,009 \text{ kW/tubo} * 0,19/\text{kWh}$

$\text{Costo} = 1\,153,66 \text{ \$/mes} * 12 \text{ meses/año}$

Costo = 13 843,98 \$/año

Ahorro monetario anual por la sustitución de tubos de 20W fluorescente a LED 18W:

$\text{ahorro} = \text{Costo}_{20W} - \text{Costo}_{9W}$

$\text{Ahorro} = 30\,764,40 \text{ \$/año} - \text{\$/año } 13\,843,98$

Ahorro = 16 920,42 \$/año

Ahorro monetario total por la sustitución de tubos fluorescentes a LED:

$\text{Ahorro total} = \text{Ahorro}_{23,8W} + \text{Ahorro}_{23,8W} + \text{Ahorro}_{18W}$

$\text{Ahorro total} = 2\,553\,340,45 \text{ \$/año} + 8,969.65 \text{ \$/año} + 16\,920,42\text{\$/año}$

Ahorro total = 2, 579, 230.52 \$/año

Período simple de recuperación de la inversión (PSRI):

$$\text{PSRI} = \text{Costo Total Inversión} / \text{Ahorro total}$$

Costo Total de la inversión (Ct):

$$\text{Ct} = T_{\text{tubos } 23,8\text{W}} * \text{Precio} + T_{\text{tubos } 23,8\text{W}} * \text{Precio} + T_{\text{tubos } 9\text{W}} * \text{Precio}$$

$$\text{Ct} = 3946 * 37,94\$ + 537 * 37,94 + 1013 * 33,17\$$$

$$\text{Ct} = 149\,825.06\$ + 20\,373.78 + 33\,601.21\$$$

$$\text{Ct} = 204\,199.05\$$$

$$\text{PSRI} = \frac{\$204\,199.05}{\$2,579,230.52/\text{año}} * 100$$

PSRI = 0,07 años

La **tabla 3.2** resume el plan de acción para la propuesta de sustitución de estos tubos LED, así como los ahorros potenciales, así como el período de recuperación de la inversión.

Tabla 3.2: Plan de acción para reducir el consumo de energía eléctrica. **Fuente:** Elaboración propia.

Área	Equipo	Medidas de ahorro	Ahorros potenciales	Inversiones	
			\$/año	Inversión/(\$)	PSRI/(años)
Iluminación Interior de oficinas y talleres	Tubo fluorescente 40W	Sustitución por Tubo LED 23,8W	2 553 340,45	149 825,06	0,05
	Tubo fluorescente 35W	Sustitución por Tubo LED 23,8W	8,969.65	7 338,81	0.81
	Tubo fluorescente 20W	Sustitución por tubo LED 18W	16 920,42	33 601,21	1,98
		Total	2, 579,230.52	204 199.05	0.07

3.6 Guía para la planificación energética de acuerdo a la ISO 50 001:2018

Planificación Energética

Ésta consiste en reunir la información de consumo de energía y analizarla, con el fin de identificar los usos significativos de la energía y las variables que lo afectan.

Su contenido debe ser compatible con la política energética previamente establecida por la empresa y apoyar la mejora continua del propio SGE.

La planificación energética deberá recopilar toda la información necesaria para el análisis como muestra la **figura 3.7**.

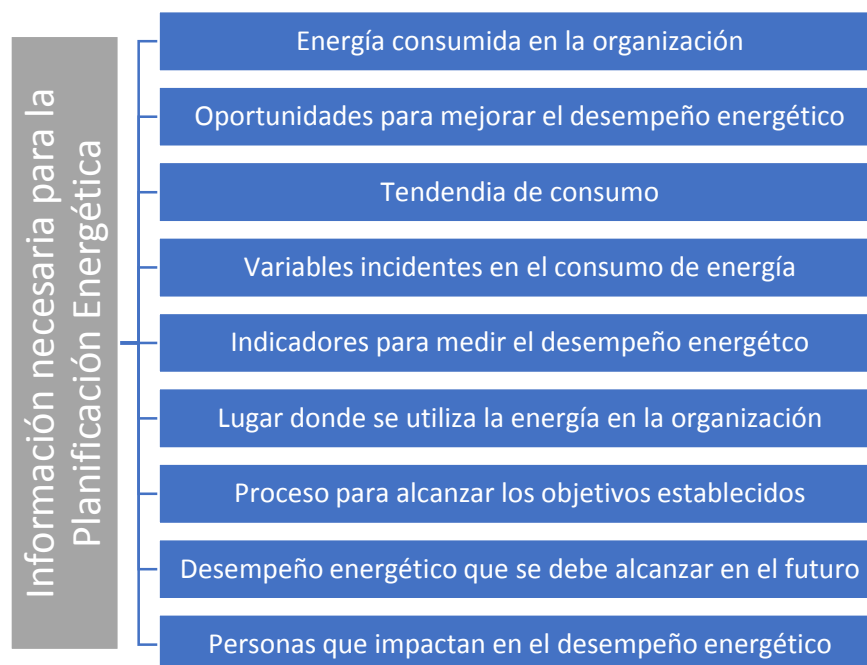


Figura 3.7: Información necesaria para la Planificación Energética. **Fuente:** Elaboración Propia.

La planificación energética en la organización se puede ver como un proceso significativo de la misma, debido a que esta contribuye a hacer un mejor uso de la energía consumida y proyectarse para mejorar el desempeño energético del centro. En la **figura 3.8** se muestra la Guía que deberá seguir una organización para desarrollar de manera efectiva su Planificación Energética.

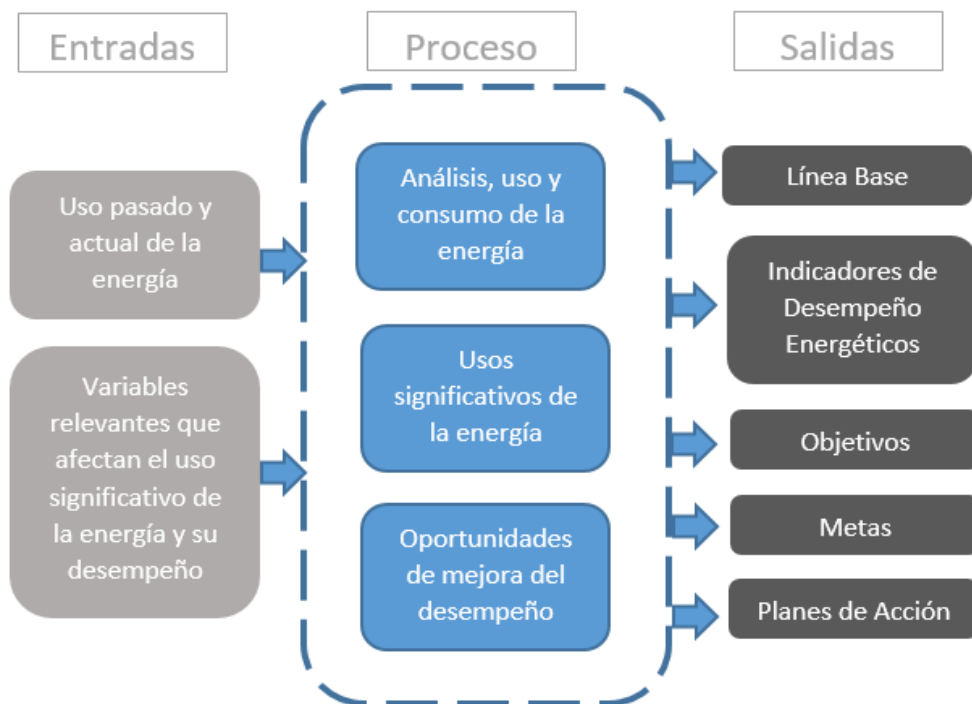


Figura 3.8: Guía para la Planificación Energética. **Fuente:** Elaboración Propia.

La Planificación Energética la realiza el Energético del Hospital Provincial el año anterior al planificado y en cada punto de su proceso tiene en cuenta los siguientes elementos:

Uso pasado y actual de la energía: Se recopilan los datos de consumo anuales de todos los portadores energéticos con cinco años de anticipación al período planificado, preferiblemente, y se estudia la tendencia de su consumo respectivo.

Variables relevantes que afectan el uso significativo de la energía y su desempeño: Se identifican aquellas variables en la organización que están incidiendo de forma significativa en el consumo de energía y como ha sido su desempeño en un cierto período anterior, para de esta forma poder tomar medidas al respecto. Estas pueden resumirse en:

- ✓ Las variables pertinentes relacionadas con las USEs;
- ✓ Consumo de energía relacionado con las USEs y con la organización;
- ✓ Características operativas relacionadas con las USEs;
- ✓ Factores estáticos, si procede;
- ✓ Datos especificados en los planes de acción.“

Análisis, uso y consumo de la energía: Para este análisis el Energético del centro deberá tener en cuenta:

- Tendencia del consumo de los portadores energéticos.
- Cumplimiento de los planes de consumo aprobados en años anteriores.
- Existencia de equipos consumidores con bajo índice de eficiencia energética.
- Comportamiento de los indicadores de consumo de su equipamiento.

Usos significativos de la energía: Se identifican y documentan los usos más significativos de la energía en el centro, con el fin de realizar un análisis de los mismos.

Oportunidades de mejora del desempeño energético: Para esto se debe conocer:

- El consumo real de áreas y equipos con relación a los planes y a la línea base respectiva.
- El estado técnico y obsolescencia del equipamiento.
- La calidad y resultados del mantenimiento.
- El nivel de medición del consumo de portadores energéticos.
- Posibilidad de aplicación de energías renovables.
- Posibilidades reales de financiamiento para reparaciones e inversiones.
- Factibilidad económica de las inversiones.

Línea Base: Una vez analizados todos los puntos anteriores se realiza una actualización de la línea base del consumo de energía eléctrica del Hospital Provincial, así como se actualizan las líneas bases de cada uno de los portadores energéticos.

Cuando se dispongan de los datos que indiquen que las variables pertinentes afectan de forma significativa a la eficiencia energética, la organización normalizará el IDEn y la correspondiente base de referencia energética para comparar los cambios en la eficiencia energética. La línea de base se revisará cuando se produzcan "cambios importantes en los factores estáticos

Indicadores de Desempeño Energéticos:

Cuando la organización disponga de datos que indiquen que las variables pertinentes afectan de forma significativa a la eficiencia energética, dichos datos se considerarán para establecer el IDEn(s) apropiados para asegurarse de que el IDEn es "adecuado para el propósito"

- El valor del IDEn se conservarán como información documentada.

Los indicadores que se utilizan en el Hospital Provincial para la evaluación del desempeño energético se deben revisar sistemáticamente con el objetivo de conocer su utilidad real para determinar el desempeño energético y la posibilidad de incorporar nuevos indicadores.

Objetivos: Se deben actualizar los objetivos del desempeño energético en la organización en base a las necesidades que presente la misma.

Metas: Se deben actualizar las metas del desempeño energético en la organización en base a las necesidades que presente la misma.

Planes de Acción: Se deben elaborar los planes de acción para solucionar las deficiencias y mejorar el desempeño energético en el centro. Se deben definir los responsables y fechas de cumplimiento de las medidas de los planes de acción, así como los recursos financieros y materiales para dar cumplimiento a los mismos.

3.7 Matriz de Gestión de la Energía.

La caracterización de los niveles de la gestión energética en la institución se elaboró utilizando diversos métodos y herramientas, pero en general, se evaluó la situación en los seis aspectos más generales de la gestión energética:

1. Política Energética
2. Organización
3. Información y Comunicación
4. Monitoreo y Control
5. Divulgación y Capacitación
6. Inversiones

En la **tabla 3.3** se muestra la matriz de gestión energética, para la confección se aplicaron varias entrevistas y encuestas anexo tanto a la alta dirección como al técnico energético del hospital para lograr una información lo más cierta posible sobre la gestión de la energía empleada. En este método se elaboró una matriz en la que están presentes los seis aspectos claves de la gestión energética presentados con anterioridad. El nivel 0 indica un desempeño nulo o muy bajo, mientras que el nivel 4 representa un satisfactorio desempeño en el aspecto en cuestión, este resultado, de dichas entrevistas fue procesado y se definió que la institución no presenta una integralidad de la gestión energética donde aspectos

tales como inversiones y política energética se encuentran en planos diferentes, a su vez quedando caracterizada además la situación energética en la cual se encuentra el hospital.

Tabla 3.3: Matriz Energética del Hospital Universitario de Cienfuegos. **Fuente:**
Elaboración Propia.

	Política energética	Organización	Información y Comunicación	Monitoreo y Control	Divulgación y Capacitación	Inversiones
4	Se cuentan con una política y un sistema gestión energética aprobados por el consejo dirección (CD) que revisa sistemáticamente los resultados	El sistema de gestión energética está totalmente integrado a la estructura de gestión empresarial, existe una clara responsabilidad en el control de uso de la energía.	Existen canales formales e informales de comunicación utilizados regularmente por el gerente de energía y los equipos de trabajo a todos los niveles	Se Cuenta con un sistema integrado que establezca metas, monitoree índices energéticos efectivos en equipos claves e identifique las desviaciones, cuantifica los costos en energéticos y los ahorros	Divulgación efectiva del valor de la eficiencia energética y del comportamiento y resultados de la gestión energética dentro y fuera de la organización	Estrategia en favor de las inversiones para ahorro de energía con evaluación detallada para argumentarlas
3	Se encuentran con una política energética aprobada por el (CD). No está implementado un sistema de gestión energético. El (CD) revisa sistemáticamente el tema energético.	Se tiene un sistema responsable de energía y un comité de energía precedido por un miembro de la alta dirección.	El comité de energía se utiliza como canal principal. Conjuntamente con el contacto directo con los responsables de la área y equipos de consumo significativo de energía	Monitoreo y establecimiento de metas en equipos claves. Pero no se cuantifica y reportan los ahorros de manera efectiva.	Programas de entrenamiento del personal encargado de las áreas y equipos de consumo significativo de energía	Se utilizan los mismos criterios de rentabilidad que para todas las otras inversiones
2	La política energética no está aprobada por el (CD) y ha sido establecida por el energético o sus superiores. El (CD) revisa esporádicamente el tema energético	Se tiene un responsable de energía. Pero no tiene jerarquía administrativa	Se utilizan contactos no vinculantes con los responsables de las áreas y equipos de consumo significativo de energía,	Monitoreo y establecimiento de metas basadas en las mediciones generales y la facturación.	Acciones aisladas de divulgación y capacitación	Se utiliza mayormente el criterio de la recuperación de la inversión a corto plazo.
1	Se cuenta con indicaciones generales sobre el uso de la energía y se evalúan indicadores generales de consumo energético vs producción	No se cuenta con un responsable de energía con dedicación exclusiva al tema	Se realizan contactos informales entre responsable y algunos responsables de las áreas y equipos de consumo significativo	Reporte de costos energéticos basados en la facturación	Contactos informales para promover eficiencia energética.	Solo se implementan medidas bajo costo.
0	No existe una política energética ni se evalúan indicadores de consumo energético vs producción	No se cuenta con un responsable de energía	No se realizan contactos con los responsables de las áreas y equipos de consumo significativo de energía	No hay sistema alguno de monitoreo y control.	No se realiza ninguna promoción de la eficiencia energética	No se tiene como premisa la inversión para incrementar la eficiencia energética.

3.8 Conclusiones parciales del capítulo.

1. A partir de la caracterización del análisis de brechas se determinó que en el hospital los puntos clave son el compromiso de la alta dirección en los temas de gestión de la energía y la verificación de los planes de acción energéticos. Además, el 65,65 % del personal afirma que tiene algún conocimiento sobre la norma NS ISO 50 001.
2. Mediante el procesamiento de las encuestas se determinaron como factores más influyentes en la eficiencia energética los procesos de inversión y la implementación de proyectos de eficiencia energética.
3. Se presentó una línea base energética e IDEn para el consumo y el TPA en el 2017 cuyo modelo fue $MWh=0,0068*TPA+119,9$ para la primera y $MWh/TPA=0,6176*TPA^{-0,164}$. Para la segunda. Estas a pesar de no ser reales se pueden tomar como punto de partida para otros estudios.
4. Se propuso una guía para la gestión energética basada en la etapa de planificación que incluye además algunos de los elementos básicos de un sistema de gestión y sirve como punto de partida para la revisión energética dentro del hospital.
5. El plan de acción para reducir el consumo de energía incluyó la sustitución de 3 946 tubos fluorescentes de 40W, y 537 tubos fluorescentes de 20 W. Este debe traer un ahorro de 2 570 260,87 \$/año.

Conclusiones Generales



Conclusiones generales

1. A partir de la revisión bibliográfica se demuestra que la planificación energética y los costos energéticos son potencialmente importantes en el desarrollo de un país, organización o empresa que quiera cuantificar el ahorro energético y económico a obtener en un horizonte temporal, especialmente los estudios de eficiencia energética en instalaciones hospitalarias son un marco esencial para ello.
2. En la caracterización energética para el hospital fue posible determinar que el portador energético electricidad representó para el 2017 y 2018 el (86,72 % y 83,52 %) del consumo total respectivamente, de allí su selección como portador a analizar.
3. Mediante la realización del censo de carga se determinó el primer piso como el de mayor potencia instalada (1733,97 kW) el 47,6% de la potencia total instalada en el hospital. Por otra parte, el local de clima centralizado perteneciente a este piso representó el mayor consumidor con el 44,01 % (3 601 kWh/día) del consumo total para el piso, una vez que las bombas centrífugas fueron los equipos mayores consumidores 98,07% (2 131kWh/día).
4. Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar la influencia significativa entre las variables de atención hospitalaria en el consumo de energía para elaborar un modelo de línea base e IDEn para el hospital. Esta permitió demostrar que solo la variable TPA con un nivel de significación $\alpha=0,025\leq 0,05$ tiene alguna influencia en el consumo de energía.
5. Se propuso una guía para la gestión energética basada en la etapa de planificación que incluye además algunos de los elementos básicos de un sistema de gestión y sirve como punto de partida para la revisión energética dentro del hospital.
6. 5. El plan de acción para reducir el consumo de energía en el hospital incluyó la sustitución de 3 946 tubos fluorescentes de 40W, y 537 tubos fluorescentes de 20 W. Este debe traer un ahorro de 2 570 260,87 \$/año y un PSRI de 0,07 años.

Recomendaciones



Recomendaciones

1. Analizar otras actividades dentro del hospital con marcada influencia en el consumo de energía con vistas a elaborar la línea base energética e IDEn definitivos para la entidad.
2. Presentar la guía y la caracterización energética realizada al energético para su valoración.

Bibliografia

Bibliografía

- Achee. (2018). *Manual de Gestor en Eficiencia Energética Sector Hospitalario*. Chile: Achee.
- Carretero, A. (2012). SISTEMAS DE GESTIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ISO 50001:2011. *Cumbre de Gestión Sostenible* (p.1-56). Madrid: MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO.
- Cubasolar;. (abr.-jun., 2017). *Un paso más hacia la independencia energética en Cuba*. Havana: Tú, Energía y. doi:1028-9925
- De Laire, M., Fiallos, Y., & Aguilera, Á. (diciembre de 2017). Beneficios De Los Sistemas De Gestión De Energía basados en ISO 50001 y casos de éxito. (J. Pablo Payero, D. Rojas, R. Celis, O. Gonzalez, & A. Silva, Edits.) *ACHEE*, 4, p.1-29.
- Flavin, C., & Lenssen, N. (1994). *Nuevas orientaciones de la industria eléctrica*. World Wacth Institute, Chicago.
- García Reyes, D. R. (2016). Análisis del sistema energético del Hospital Provincial "Gustavo Aldereguía Lima" de Cienfuegos para implementar un sistema de gestión energética basado en la NC ISO 50001 (Tesis de Grado). Universidad Cienfuegos Carlos Rafael Rodriguez". Cienfuegos. Cuba.
- Lamadrid, I. G. (2016). *Caracterización del sistema energético en el Hospital "Arnaldo Milián Castro"*. (Trabajo de Diploma)Universidad Central de Las Villas " Marta Abreu", Villa Clara. Cuba.
- Löhr, W., Gauer, K., Serrano, N., & Zamorano, A. (2009). Eficiencia energetica en hospitales publicos. *GTZ-Dalkia*, p.1-46.
- López Cristià, M. (2011). Hosoitales eficientes una revisión del consumo energetico óptimo . (Tesis Doctoral).Málaga, España.
- May, A. (2017). Las mayores economías del mundo se quedan atrás a la hora de ofrecer energía segura, accesble y sostenible. *Word Economic Forum*, 30.Recuperado de hhttps://www.eleconomista.com.
- Morell, A. (2018). ISO 50001. Sistemas de la gestión de la energía. *Creara*, p.1-44. Recuperado de www.creara.es

- `` Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial `` y MEER
 ``Ministerio de Eficiencia Enegetica``. (2014). Guía Práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. *Global Environment Facilit*, p.1-76.
- Riquelme, R. (2017). Informe sobre el Índice de Rendimiento de la Arquitectura Energética Mundial. *El economista*, 1-11. doi:04-2010-062510353600-203
- Romero C, A. (2018). Eficiencia energetica enhospitales publicos. *GTZ-Dalkia*. p (1-46).
- Suárez, A. B. (junio de 2016). Análisis del sistema energético del Hospital Pediátrico "Paquito González Cueto" de Cienfuegos para implementar un sistema de gestión energética basado en la NC ISO 50 001. Cienfuegos , Cienfuegos , Cuba .
- Tejera Oliver, J. L. (2017). *La contribución de las normas internacionales de la serie ISO 50000 a la Eficiencia Energética*. AENOR, Desarrollo y Unidad de Cambio Climático, Madrid, España.
- Infante V. A. «Perspectivas de la situación energética mundial. Las oportunidades para Colombia». *Revista de Ingeniería* (2007): pp. 74-95.
- Casals, X. G. «Aplicaciones de las energías renovables al sector de la edificación». España.
- Cristià, M. L. (2011). «Hospitales eficientes: Una revisión del consumo energético óptimo».(Tesis Doctoral). Universidad de Salamanca, España.
- Marcos, D. et al. (2016) «Proyecto de Eficiencia Energética no Hospital de Clínicas da UNICAMP». *SENDI*. Belo Horizonte, p.12.
- García, M. H, Marianella M. J., y Gonzalo S. R. (2018). «Estudio La Gestión Energética en la Estrategia: Identificando Oportunidades de Valor.» *Agencia Chilena de Eficiencia Energética*. pp. 1-32.
- Olger, G. A. B. (2015) «Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema electico del hospital IESS-Ibara». Maestría en energías renovables. ESPE Universidad De Las Fuerzas Armadas Innovación Para La Excelencia,
- Goldemberg, J, y Lucon, O. (2006). «Energias renováveis: um futuro sustentável». *REVISTA USP, São Paulo* 72 p.6-15.
- Gonçalves, V. A. Da S. (2017). «Sistema de gestão da energia ISO 50001:2011 e desenvolvimento sustentável energético». Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Qualidade e Ambiente - MEQA. ISEL

Instituto Superior De Engenharia De Lisboa, Portugal.

«ISO 50001:2011 y la Gestión de la Energía». *Medio Ambiente y. Web.*

De Laire, M. Fiallos, Y. y Aguilera, Á (2017). «Beneficios de los Sistemas de Gestión de Energía basados en ISO 50001 y casos de éxito». *ACHEE* 4. p. 1-29.

---. «Beneficios de los Sistemas de gestión de Energía basados en ISO 50001 y casos de éxito». (2017): *Agencia Chilena de Eficiencia Energética* Cuarta Edición. p. 1-29.

---. «Guía Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía basados en ISO 50001». (2018): *Agencia de Sostenibilidad Energética* Cuarta Edición. n. p. 54

Lamadrid, I. G. (2016). «*Caracterización del sistema energético en el Hospital "Arnaldo Milián Castro"*». (Trabajo de Diploma). Universidad Central "Marta Abreus" de Las Villas.

LENSSSEN, FLAVIN C. (1994). «Nuevas orientaciones de la industria eléctrica». p. 58

Löhr, W. et al. (2009). «Eficiencia Energética en Hospitales Públicos». *Santiago de Chile*, p. 46.

Oliver, J. L. T. «La contribución de las normas internacionales de la serie ISO 50000 a la Eficiencia Energética»: n. p. 98

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ``ONUDI`` y Gestión de eficiencia Energética ``GEF``. (2014). «Guía Práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía». p. 1-76.

Peña, A. C. «Sistema de Gestión de eficiencia energética ISO 50001:2011». *AENOR* ``Asociación española de Normalización `` 6 jun. 2012: p.1-56.

Peña, A. C, y Sánchez, J. M. G. (2012). «Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora». *AENOR* ``Asociación española de Normalización. p. 89 Web.

Pinto, Á. B. A. «A gestão da energia com a norma ISO 50001». (2014) Pós-Graduação Engenharia De Energia. Universidad Federal De Itajubá, Brasil.

«Plan de acción nacional energías renovables de España (PANER). 30 jun. 2012: n. p. 82

Rivera, Ó. R, y Fundación Laboral de la Construcción. (2015). «Sistemas de energía renovables en edificios». 1ª edi. p.1-240.

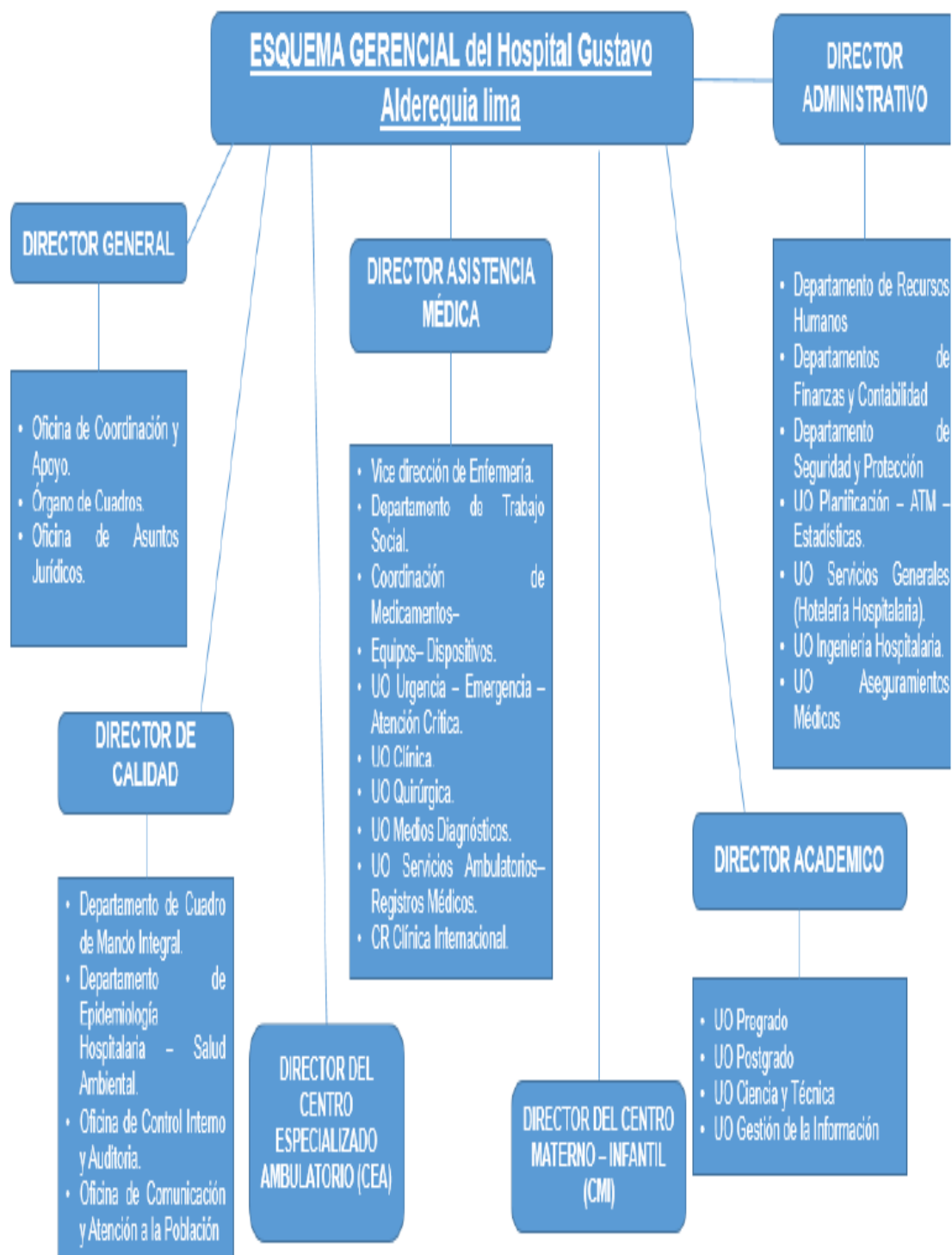
- Salgado, P. D. R. (2015). «Auditoría energética del Hospital Metropolitano de Quito». (Tesis de Maestría) en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética. Universidad De Barcelona, España.
- Santos, D. F. dos et al. «EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM HOSPITAIS: UM LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NO MUNDO». *VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Brasil, p.7.
- Soares, I. *Eficiência Energética e a ISO 50001*. Edições Sílabo, Lda. 1ª Edição. Lisboa: Manuel Robalo. (2015). Web. 390924/15.
- Soto, J. C. et al. (abril, 2014) «Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011». p. 38-47.
- Vázquez, M. y Santamaría, J. (2017). «Un paso más hacia la independencia energética en Cuba». *Revista científico-popular trimestral de Cuba solar, abril, jun.* 2(78) p. 48.
- Viana, Maciel, Marielce de C. R. T, y Rodrigo R de F. (2017). «Análise de gestão energetica conforme a ISO 50001: Um estudo bibliométrico». *CEUNES/DETEC* 3.2. p.141-154.
- Central Quintero de Endesa – Caso de Éxito. Guía ISO 50001 Chile. Recuperado de <http://guiaiso50001.cl/caso-exito-central-quintero/>.
- Consejo Mundial de la Energía. (2014). Eficiencia Energética: Estudio Mundial, Indicadores, Políticas, Evaluación. Informe del Consejo Mundial de la Energía en colaboración con ADEME. Ginebra.
- Copenhagen Centre on Energy Efficiency. (2015). Accelerating Energy: Initiatives and Opportunities - Latin America and Caribbean.
- Correa S, J., y Rodríguez, A. M. D (2013). Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011.
- Department of Trade, Investment and Innovation. (2014). Industry 4.0. Opportunities and Challenges of the New Industrial Revolution for Developing Countries and Economies in Transition. Ginebra.
- Rodríguez, A. M. D (2012). Propuesta de Norma para la implementación de la NC ISO 50001:2011 a partir de su integración con el Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía. (Tesis de Grado)

- Diferencias entre monitorización energética y gestión de la energía | SMARKIA.
Recuperado de <http://www.smarkia.com/es/blog/tag/iso-50001>.
- Domínguez Claro, Z. (2014). Tendencias de la educación energética en la formación de profesores en Cuba. La Habana, Cuba.
- Eficiencia energética. Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/temas/la-eficiencia-enegetica>
- Empresas certificadas ISO 50001 | Asociación de Empresas de Eficiencia Energética.
<http://www.asociacion3e.org/empresas-certificadas/administracion@asociacion3e.org>.
- Escuadero, T. (2001). *Indicadores: Información Estratégica para el Sistema Universitario Español*. España. Recuperado de <http://www.crue.org/>
- García, M. P. (2014). Análisis de los indicadores de desempeño energético en los Centros de Educación Superior en Cuba adscritos al MES. Cienfuegos, Cuba.
- González, Y. (2015). Propuesta de Indicadores de Gestión para la Universidad de Cienfuegos (Tesis de Grado)
- Granados, A. (2004). *Propuesta para la construcción de indicadores de gestión de la universidad pública a partir de la experiencia de la Universidad Nacional de Colombia*. Oficina Nacional de Planeación, Universidad Nacional de Colombia. (tesis de Maestría)
- Moya G. E. (2003). La demanda residencial de energía eléctrica en la Comunidad Autónoma de Andalucía: un análisis cuantitativo. Universidad de Sevilla, España.
- International Organization for Standardization, 2010. ISO 50001 Futura Norma de Gestión Energética.

Anexos

ANEXOS

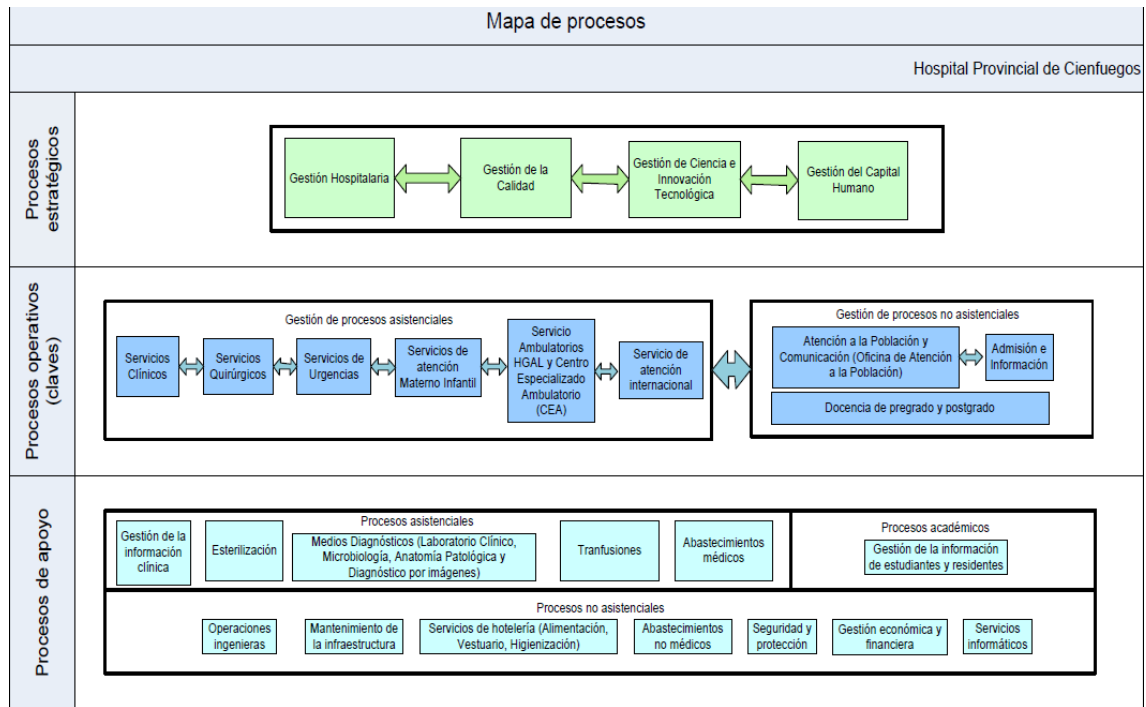
Anexo 1: Organigrama del Hospital Gustavo Aldereguia Lima. **Fuente:** Depatamento de Recusos Humanos de Hospital.



Anexo 2: Cantidad de trabajadores por categoría ocupacional. **Fuente:** Depatamento de Recusos Humanos de Hospital.

CATEGORÍA OCUPACIONAL	PLANTILLA APROBADA	PLANTILLA CUBIERTA	VACANTES	CONTRATOS
Operario	184	138	48	6
De ellos Mujeres		27		1
Tecnicos	2499	2096	403	86
De ellos Mujeres		1546		65
Administradores	146	85	61	20
De ellos Mujeres		80		20
Servicios	892	500	392	33
De ellos Mujeres		374		26
Dirigentes	89	55	4	
De ellos Mujeres		30		
Número de trabajadores según registro	822	3874	908	145
De ellos Mujeres		2057		112

Anexo 3: Mapa de Procesos del hospital. **Fuente:** Elaboración propia.



Anexo 4: Demanda Energética para el hospital. **Fuente:** Departamento de Ingeniería del Hospital.

Fecha lectura	2013	2014	2015	Potencia GEE kW
Enero	496	744	651	720
Febrero	883	878	562	720
Marzo	820	594	790	720
Abril	615	597	726	720
Mayo	860	752	700	720
Junio	671	821	967	720
Julio	702	655		720
Agosto	889	890		720
Septiembre	744	696		720
Octubre	773	790		720
Noviembre	621	691		720
Diciembre	727	762		720

Anexo 5: Tabla de los Portadores energéticos para los años 2015, 2016 ,2017 y 2018 respectivamente. **Fuente:** Elaboración propia.

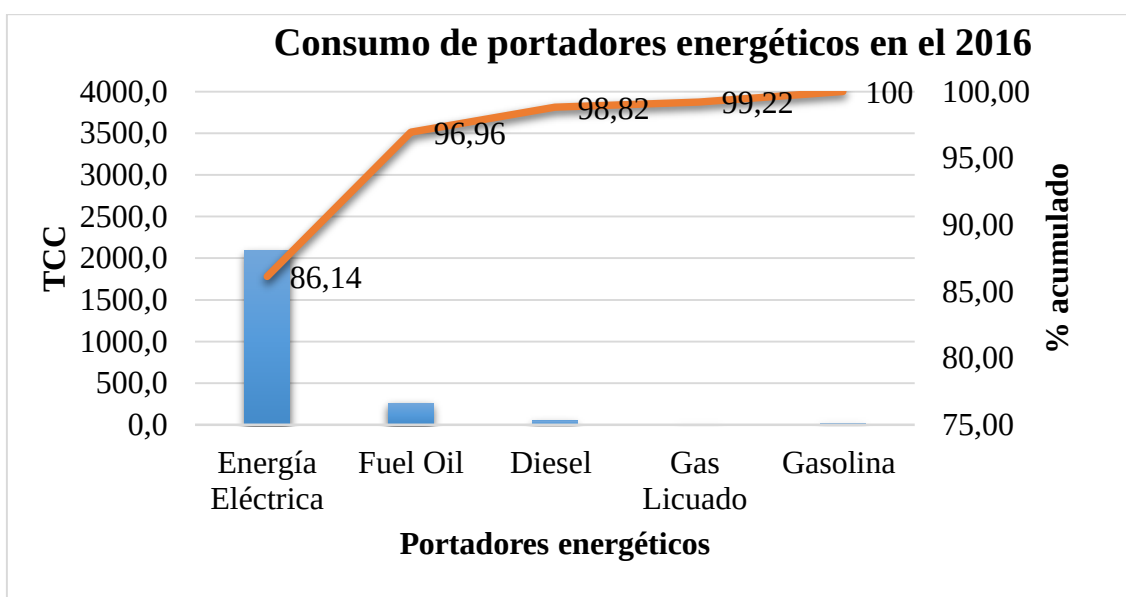
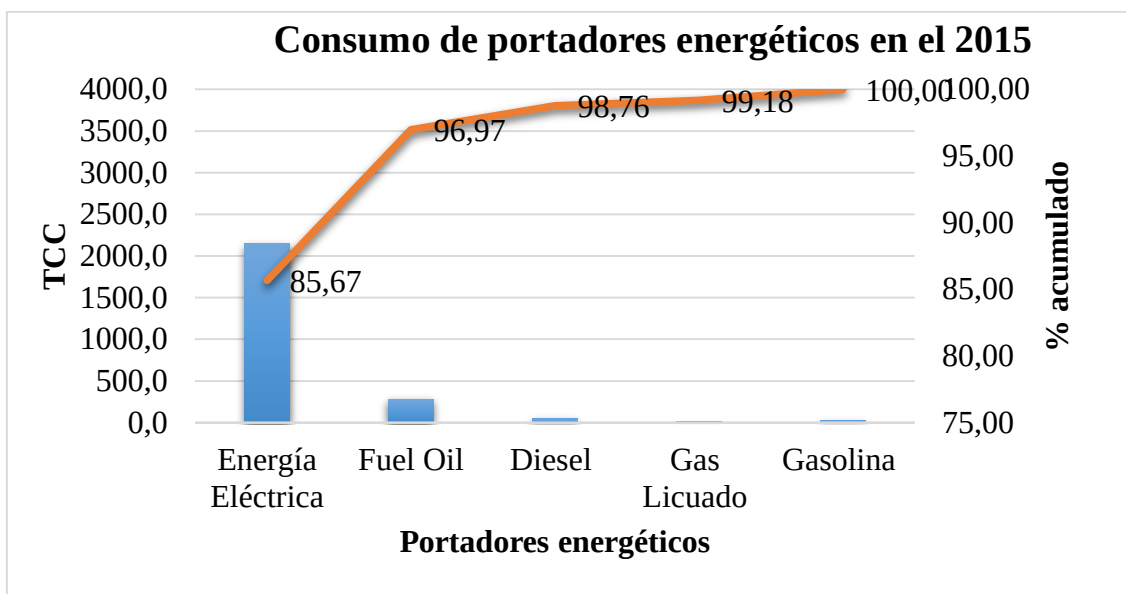
Portadores	U/M		Consumo	TCC	%	% acumulado
Energía Eléctrica	MW h	0,3502	6134,46	2148,3	85,67	85,67
Fuel Oil	T	0,9903	286,04	283,3	11,30	96,97
Diésel	T	1,0534	42,68	45,0	1,79	98,76
Gas Licuado	T	1,1631	8,95	10,4	0,42	99,18
Gasolina	T	1,3576	15,2	20,6	0,82	100,00
Total			6487,3	2507,6	100,0	

Portadores	U/M	Factor de conversión	Consumo	TCC	%	% acumulado
Energía Eléctrica	MW h	0,3502	5980,62	2094,4	86,14	86,14
Fuel Oil	T	0,9903	265,72	263,1	10,82	96,96
Diésel	T	1,0534	43,04	45,3	1,86	98,82
Gas Licuado	T	1,1631	8,29	9,6	0,40	99,22
Gasolina	T	1,3576	13,96	19,0	0,78	100
Total			6311,63	2431,49	100	

Portadores	U/M	Consumo	TCC	%	% acumulado
Energía Eléctrica	MW h	5513,226	1930,73	86,72	86,72
Fuel Oil	T	251,7	249,26	11,20	97,91
Diésel	T	17,37	18,30	0,82	98,74
Gas Licuado	T	6,94	8,07	0,36	99,10
Gasolina	T	14,8	20,09	0,90	100,00
Total		5804,0	2226,5	100,00	

Portadores	U/M	Consumo	TCC	%	% acumulado
Energía Eléctrica	MW h	4964,978	1738,74	83,52	83,52
Fuel Oil	T	306,44	303,47	14,58	98,10
Diésel	T	13,7	14,43	0,69	98,79
Gas Licuado	T	8,3	9,65	0,46	99,26
Gasolina	T	11,39	15,46	0,74	100
Total		5304,8	2081,8	100	

Anexo 6: Diagrama de Pareto para los portadores energéticos para el año 2015. **Fuente:** Elaboración propia.



Anexo 7: Tabla del consumo por locales del primer piso del hospital Gustavo Aldereguía Lima. **Fuente:** Elaboración Propia.

Pisos	Locales	Consumo W	%	%Acumulado
	Clima centralizado	3601120	44,01	44,01
	Centro de Diagnóstico de Imágenes	1945128,5	23,77	67,79
	Centro de Cirugía Oftalmologica	537162	6,57	74,35
	Planta Electrica	332525	4,06	78,42
	Centro Capacitación	262795,40	3,21	81,63
	Lavanderia	256240	3,13	84,76
	Central de Esterilización de Oftalmología	161120	1,97	86,73
	Almacen Viveres	141080	1,72	88,45
	garita 2	116160,4	1,42	89,87
	Biblioteca	115213,00	1,41	91,28
	Dispensario	107104,85	1,31	92,6
	Cocina	107104,85	1,31	93,90
	Teatro	84288,00	1,03	94,93
	Calderas	80700	0,99	95,92
	Oficina Ingenieria	77585,4	0,95	96,86
	Puesto Mando	68356,80	0,84	97,70
	Información	44640	0,55	98,25
	Oficina Atención a la población	43640,50	0,53	98,78
	almacen Medicamentos	28381,2	0,35	99,13
	Planta de Agua	19320	0,24	99,36
	Taller Costura	14555	0,18	99,54
	Banco de gases medicinales	7800	0,10	99,63
	Almacen Efectos médicos	5420	0,07	99,70
	Almacen Sueros	3720	0,05	99,75
	Almacen Construcccion	3680	0,04	99,79
	Planta Agua	3644	0,04	99,84
	Electromedicina	3166	0,04	99,87
	Taller Eléctrico	3092	0,04	99,91
	Almacen Aseo	2880	0,04	99,95
	Taller Mecanica y soldadura	2480	0,03	99,98
	Taller clima	1812,5	0,02	100,00
Total		8181915,4	100	

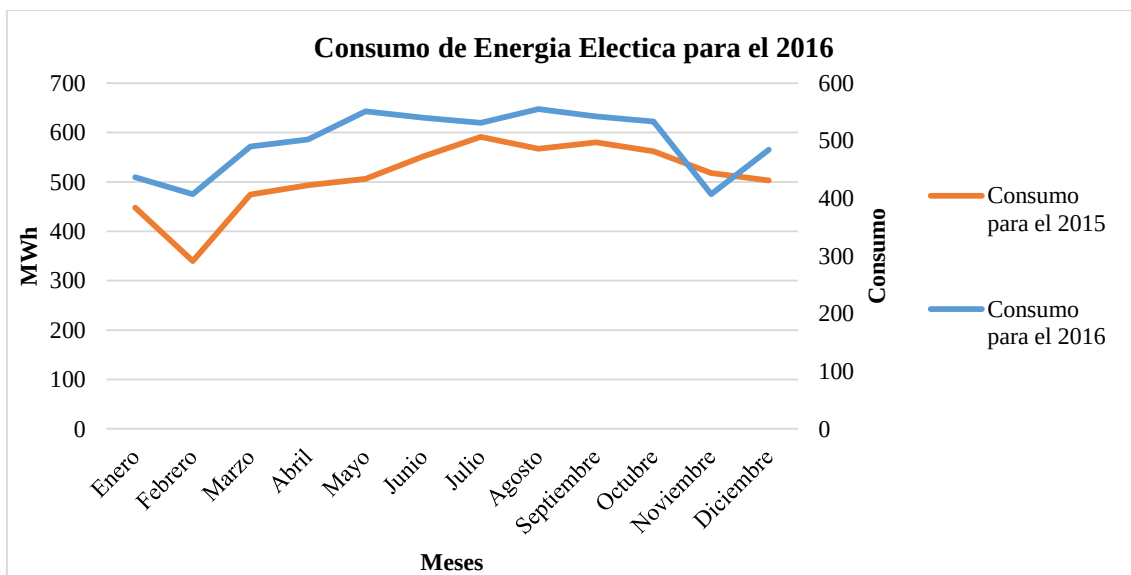
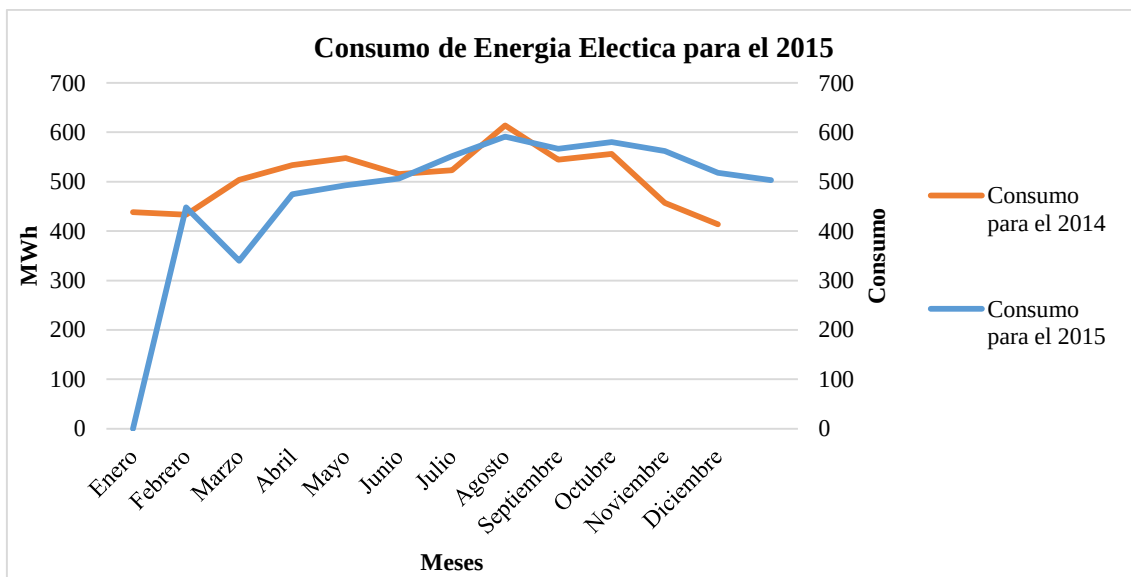
Anexo 8: Tabla de equipos mayores consumidores de energía eléctrica para el local de clima centralizado. **Fuente:** Elaboración propia

Equipos local Clima Centralizado	Consumo W	%	%Acumulado
bombas centrífugas	2131200	98,07	98,07
manejadoras	36800	1,69	99,76
tubos 40 w	5120	0,24	100,00
aire acondicionado	0	0	
Total	2173120	100	

Anexo 9: Tabla del Consumo de energía eléctrica para los distintos meses para los en el año 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018. **Fuente:** Departamento de Ingeniería del Hospital

Mes	Cons (MWh)	Cons (MWh)	Cons (MWh)	Cons (MWh)	Cons (MWh)
	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Enero	438,14	448,14	436,5	446,2	314,705
Febrero	433,24	339,79	407,13	386,4	339,807
Marzo	503,87	474,35	490,15	474,7	409,495
Abril	533,67	493,03	502,32	503,7	474,98
Mayo	547,82	506,27	551,11	539	484,246
Junio	515,63	551,48	539,8	532,1	452,875
Julio	523,22	591,25	531,21	546,6	425,947
Agosto	613,94	566,9	555,03	526,4	418,771
Septiembre	544,86	579,95	542,41	422,11	421,749
Octubre	556,34	561,95	533,2	438,83	443,573
Noviembre	457,73	518,12	407,21	370,9	416,586
Diciembre	413,73	503,16	484,49	374,72	362,244
Tot	6081,7	6134,4	5980,6	5513,2	4964,978

Anexo 10: Consumo de energía eléctrica para el año 2015 y 2016. **Fuente:** Elaboración propia.



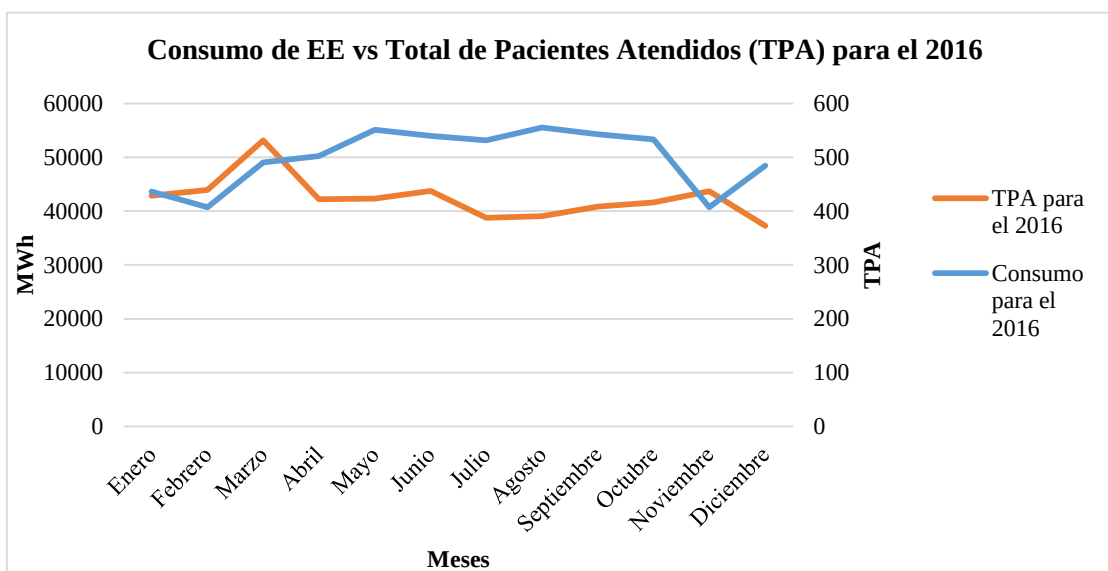
Anexo 11: Tabla de los gráficos de control de energía eléctrica para el año de 2017 y 2018.

Fuente:

	Cons (MWh)	Media 2017	Desviacion 2017	LCS	LCI
Mes					
	Año 2017				
Enero	446,2	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Febrero	386,4	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Marzo	474,7	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Abril	503,7	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Mayo	539	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Junio	532,1	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Julio	546,6	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Agosto	526,4	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Septiembre	422,11	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Octubre	438,83	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Noviembre	370,9	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Diciembre	374,72	463,47	6,608E+01	5,96E+02	3,31E+02
Tot	5513,2	463,47			

	Cons (MWh)	Media 2018	Desviacion 2018	LCS	LCI
Mes					
	Año 2018				
Enero	314,705	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Febrero	339,807	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Marzo	409,495	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Abril	474,98	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Mayo	484,246	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Junio	452,875	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Julio	425,947	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Agosto	418,771	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Septiembre	421,749	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Octubre	443,573	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Noviembre	416,586	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Diciembre	362,244	413,75	5,164E+01	5,17E+02	3,10E+02
Tot	4964,978	413,75			

Anexo 12: Consumo de EE vs TPA 2016. **Fuente:** Elaboración propia



Anexo 13: Consumo de energía eléctrica del hospital GAL. **Fuente:** Departamento de Ingeniería

	Cons (MWh)	Cons (MWh)	Cons (MWh)	Cons (MWh)	Cons (MWh)	Cons (MWh)	Cons (MWh)
Mes							
	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Enero	365,41	385,52	438,3	448,14	436,5	446,2	314,705
Febrero	402,49	353,95	433,24	339,79	407,13	386,4	339,807
Marzo	448,05	366,95	503,87	474,35	490,15	474,7	409,495
Abril	451,88	440,78	533,67	493,03	502,32	503,7	474,98
Mayo	405,94	475,4	547,82	506,27	551,11	539	484,246
Junio	512,46	461,57	515,63	551,48	539,8	532,1	452,875
Julio	501,35	520,07	523,22	591,25	531,21	546,6	425,947
Agosto	507,64	535,45	613,94	566,9	555,03	526,4	418,771
Septiembre	407,64	517,64	544,86	579,95	542,41	422,11	421,749
Octubre	422,94	565,67	556,34	561,95	533,2	438,83	443,573
Noviembre	398,49	503,83	457,15	518,12	407,21	370,9	416,586
Diciembre	399,29	485,38	413,73	503,16	484,49	374,72	362,244
Tot	5223,5	5612,2	6081,7	6134,4	5980,6	5513,2	4964,978

Anexo 14: Tabla del total de pacientes atendidos para los años 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 del hospital GAL. **Fuente:** Departamento de estadística del hospital

Mes	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Enero	42441	41472	38079	42425	42880	45029	40495
Febrero	43533	37839	39356	33167	43928	37608	33170
Marzo	37789	39237	36630	43992	53122	45316	40478
Abril	33623	42203	38248	43382	42224	46113	40941
Mayo	37160	38508	44456	39738	42353	46325	39045
Junio	40189	36957	43550	41687	43731	49464	40954
Julio	36073	37116	37652	46846	38748	42087	39918
Agosto	34036	37053	31429	36412	39061	42990	35532
Septiembre	35623	40851	40632	46528	40848	38560	43029
Octubre	39451	41093	41819	46827	41601	42635	40325
Noviembre	40289	39521	41577	44528	43680	43909	41864
Diciembre	33324	34830	32706	36431	37274	36026	31645
Tot							

Anexo 15: Días Camas del hospital GAL en los años 2016, 2017, 2018. **Fuente:** Departamento de Estadística del Hospital

Mes	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Enero	14030	15873	14362
Febrero	19610	14374	13347
Marzo	15912	14837	15038
Abril	14690	13625	14161
Mayo	14978	14557	14380
Junio	14168	15170	8321
Julio	14577	17138	15118
Agosto	14048	15566	16860
Septiembre	15890	13354	15608
Octubre	16052	16201	17247
Noviembre	15659	15265	17070
Diciembre	14394	13834	15230
Tot	184008	179794	

Anexo 16: Días camas de los años 2016, 2017, 2018 del hospital GAL.

Fuente: Departamento de Estadística del Hospital

Mes	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Enero	20904	21987	19255
Febrero	14041	19545	17740
Marzo	21364	20552	19447
Abril	19631	18823	19034
Mayo	20087	19518	19868
Junio	19148	15170	11636
Julio	19859	21472	20209
Agosto	20296	20287	21207
Septiembre	20934	19963	19777
Octubre	22115	20536	20995
Noviembre	21390	18968	21249
Diciembre	21394	19350	2204
Tot			

Anexo 17: Tabla de ingresos de los años 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, y 2018 del hospital GAL. **Fuente:** Departamento de Estadística del Hospital

Mes	Año 2012	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Enero	2046	2262	2466	2506	2290	2917	2420
Febrero	1959	1921	2261	2408	2489	2461	2179
Marzo	2031	2009	2328	2570	2812	2436	2449
Abril	1935	2171	2471	2430	2445	2257	2278
Mayo	1983	2189	2770	2507	2767	2707	2194
Junio	1885	2038	2606	2621	2466	2745	1327
Julio	1974	2234	2540	3067	2298	3072	2475
Agosto	1974	2043	2669	2629	2454	2661	2719
Septiembre	2152	2380	2884	2697	2785	2280	2547
Octubre	2511	2600	2757	2672	3036	2709	3014
Noviembre	2427	2577	2455	2803	2765	2590	3037
Diciembre	2062	2506	2373	2376	2529	2264	2698
Tot							

Anexo 18: Tabla del total de egresos de los años 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 del hospital GAL. **Fuente:** Departamento de Estadística del Hospital

Mes	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Enero	2262	2466	2506	2290	2644	2223
Febrero	1921	2261	2408	2425	2524	2202
Marzo	2009	2328	2570	2820	2467	2489
Abril	2171	2471	2430	2519	2275	2282
Mayo	2189	2770	2507	2681	2621	2209
Junio	2038	2606	2621	2499	2746	1172
Julio	2234	2540	3067	2337	3050	2354
Agosto	2043	2669	2629	2416	2749	2748
Septiembre	2380	2884	2697	2727	2256	2538
Octubre	2600	2757	2672	3035	2668	2942
Noviembre	2577	2455	2803	2784	2603	3073
Diciembre	2506	2373	2376	2775	2452	2930
Tot						

Anexo 19: Análisis de brechas NC ISO 50001:2011. **Fuente:** Elaboracion Propia

Verificación del cumplimiento de los requisitos	<u>CALIFICACIÓN</u>			
	1. No cumple 2. En proceso 3. Cumple	Responsable	Evidencia	Observaciones
4.1. REQUISITOS GENERALES	1,67			
¿La organización ha establecido, documentado, implementado, mantenido y mejorado un SGEN de acuerdo con la NC ISO 50001?	2			
¿La organización ha definido y documentado el alcance y los límites de su SGEN?	2			
¿Existe suficiente evidencia para concluir que el SGEN está completamente implementado y que se hace seguimiento a su eficiencia? (Verificar por lo menos un período de tres meses de evidencia objetiva)	1			
4.2. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN	2,24			
¿La alta dirección ha demostrado su compromiso de apoyar el SGEN y mejorar continuamente su eficacia cumpliendo con sus responsabilidades?	3			
¿Define, implementa y mantiene una política energética?	2			
Nombra un representante de la dirección y aprueba la formación de un equipo	2			

de gestión de la energía.				
Proporciona los recursos necesarios para establecer, implementar y mantener el SGEN.	2			
Identifica el alcance y los límites que se abordan en el SGEN	2			
Comunica a los miembros de la organización la importancia de la gestión de energía.	2			
Se asegura que los objetivos y metas de la eficiencia energética se establecen.	1			
Se asegura que los IDEn (Indicadores de Desempeño Energético) son adecuados para la organización.	1			
Considera la gestión energética en la planificación a largo plazo.	2			
Se asegura que los resultados se miden y se informan a intervalos determinados.	2			
Realiza revisiones periódicas al sistema de gestión.	2			
Representante de la dirección				
La alta dirección ha designado a un representante de la dirección con las habilidades y competencias adecuadas para asegurar que el SGEN se establece, se implementa, mantiene y mejora continuamente de acuerdo a los	3			

requisitos de la NC ISO 50001.				
El representante de la dirección informa sobre el desempeño energético y el desempeño del SGEa a la alta dirección.	3			
El representante asegura que la planificación de las actividades de gestión de la energía es diseñada para apoyar la política energética de la organización.	3			
Define y comunica responsabilidades y autoridades para facilitar la gestión eficiente de la energía.	3			
Determina los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control del SGEa son eficaces.	2			
Promueve la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización.	3			
4.3. POLÍTICA ENERGÉTICA				
¿La política energética es apropiada a la naturaleza, escala, uso y consumo de la energía de la organización?	2			
¿Incluye un compromiso para asegurar la disponibilidad de información, de los recursos necesarios para alcanzar los objetivos, metas y para cumplir con los	1			

requisitos legales y otros requisitos suscritos por la organización relacionados con sus usos y consumos de energía?				
¿Esta política proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y metas energéticas?	2			
¿Esta política apoya la adquisición de productos y servicios energéticos eficientes y el diseño para la mejora del desempeño energético?	2			
¿Existe una práctica o procedimiento para comunicar ésta a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella?	2			
¿La política energética es revisada periódicamente? ¿Se actualiza cuando es necesario?	2			
4.4. PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA	2			
Generalidades				
¿Se establece y documenta un proceso de planificación energética?	1			
¿La planificación es coherente con la política energética y conduce a las actividades de mejora continua del desempeño energético?	1			
¿Esta planificación energética incluye una revisión de las	1			

actividades de la organización que pueden afectar el desempeño energético?				
Requisitos legales y otros requisitos				
¿Se identifica, implementa y se tiene acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus usos, consumos de energía y su eficiencia energética?	1			
¿Se determina como se aplican estos requisitos a sus usos, consumos de energía y eficiencia energética?	2			
¿Se tiene en cuenta estos en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su SGE?	2			
¿Los requisitos legales y otros requisitos son revisados periódicamente?	1			
Revisión energética				
¿Se realiza, registra y mantiene una revisión (caracterización) energética?	2			
¿Se establece y documenta la metodología y los criterios utilizados para realizar la revisión (caracterización) energética?	2			
¿Se registra y analiza el uso y consumo de energía basado en la medición y otros datos?	3			

¿Se identifican las fuentes actuales de energía?	3			
¿Se evalúa el uso y consumo de energía pasado y presente?	3			
¿Se identifican las áreas y consumo significativo de energía?	3			
¿Se identifican las instalaciones, equipos, sistemas, procesos y personal que trabaja para o en nombre de la organización que afectan de manera significativa el uso y consumo de energía?	3			
¿Se identifican otras variables pertinentes que afectan los usos significativos de energía?	2			
¿Se determina el desempeño actual con respecto a la energía de las instalaciones, equipos, sistemas y procesos relacionados con los usos significativos de energía identificados?	2			
¿Se estima el uso y consumo futuro de energía?	2			
¿Se identifican, priorizan y registran oportunidades para la mejora del desempeño energético?	2			
¿Se actualizan a intervalos definidos la información y los análisis de la revisión energética y en respuesta a cambios importantes en las instalaciones, equipos, sistemas o procesos?	2			

Línea de base energética				
¿Se establece una o varias línea(s) de base energética con la información de la revisión energética inicial considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y el consumo de energía de la organización?	2			
¿Se miden y registran los cambios en el desempeño energético en relación a la(s) línea(s) base energética?	2			
¿Se realizan ajustes a la(s) línea(s) base energética, cuando los IDEn ya no reflejan el uso y consumo de energía de la organización, cuando hay cambios importantes en el proceso, en los patrones de operación, o en los sistemas de energía, o de acuerdo a un método predeterminado?	2			
¿Se mantienen y registran la(s) línea(s) base energética?	2			
Indicadores de desempeño energético (IDEn)				
¿Se identifican los IDEn apropiados para el seguimiento y la medición del desempeño energético?	2			
¿Se establece, registra y revisa con regularidad la metodología para	2			

determinar y actualizar los IDEn?				
¿Los IDEn se revisan y comparan con la línea base energética de forma apropiada?	2			
Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción.				
¿Se han establecido, implementado y mantenido objetivos y metas de energía documentados en los niveles, funciones pertinentes, procesos o instalaciones de la organización?	2			
¿Se establecen plazos para el logro de los objetivos y metas?	2			
¿Los objetivos y metas son coherentes con la política energética?	2			
¿Las metas son coherentes con los objetivos?	2			
¿Se tienen en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético para el establecimiento y revisión de los objetivos y metas?	2			
¿Se considera el estado financiero, operativo, condiciones comerciales, las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas para el establecimiento de objetivos y metas energéticas?	2			

¿Se establecen, implementan y mantienen planes de acción para el logro de los objetivos y metas? ¿Estos planes de acción incluyen: • La designación de la responsabilidad • Los medios y plazos previstos para lograr las metas individuales • Una declaración del método por el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético • Una declaración del método para verificar los resultados?	2				
¿Los planes de acción son documentados y actualizados periódicamente?	2				
4.5. IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN	1,84				
General					
¿Se utilizan los planes de acción y los otros elementos resultantes del proceso de planificación para la implementación y las operaciones?	2				
Competencia, formación y toma de conciencia					
¿Se han identificado que personas (las cuales realicen tareas para la organización o en su nombre) están relacionadas con los usos significativos de la energía?	3				
¿Es este personal competente, tomando como base su educación, formación o	3				

experiencias adecuadas? ¿Se mantienen los registros asociados?				
¿Se han identificado las necesidades de formación relacionadas con el control de los usos significativos de energía y con la operación del SGEN?	2			
¿Se ha impartido la formación o se ha emprendido las acciones necesarias para satisfacer las necesidades identificadas? ¿Se mantienen los registros asociados?	2			
¿La organización se ha asegurado de que las personas que trabajan para o en su nombre son conscientes de: • La importancia de la conformidad con la política energética, los procedimientos y los requisitos del SGEN. • Sus funciones, responsabilidades y autoridades para cumplir con los requisitos del SGEN • Los beneficios de la mejora del desempeño energético • El impacto real o potencial, con respecto al uso y consumo de la energía de sus actividades • Cómo sus actividades y comportamiento contribuyen a alcanzar los objetivos y metas energéticas.	2			

Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados?				
Comunicación				
¿La organización establece un mecanismo de comunicación interna con relación a su desempeño energético y el SGEN? 2				
¿Se establece e implementa un proceso por el cual toda persona que trabaje para, o en nombre de la organización puede hacer comentarios o sugerencias para la mejora del SGEN? 2				
¿La organización ha documentado su decisión de comunicar o no externamente la información acerca de la política, desempeño energético y del SGEN? 2				
Si la decisión ha sido comunicarla, ¿Se han definido o implementado métodos para su realización? 1				
Documentación				
¿Se establece, implementa y mantiene la información en papel, en formato electrónico o en cualquier otro medio, para describir los elementos fundamentales del SGEN y su interacción? 2				
La documentación del SGEN incluye: 2 El alcance y los límites del SGEN				

• La política energética • Los objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción • Los documentos, incluyendo los registros requeridos por la norma internacional • Otros documentos determinados por la organización como necesarios?				
Control de documentos				
¿Existen procedimientos para controlar los documentos del SGE?	2			
Los documentos son/están: • Aprobados con relación a su adecuación antes de su emisión • Revisados y actualizados cuando es necesario • Identificados los cambios y el estado de revisión actual de los documentos • Disponibles en las versiones pertinentes en los puntos de uso. • Legibles y fácilmente identificables • Identificados cuando son de origen externo y cuando son necesarios para la planificación y operación del SGE y se controla su distribución	2			
¿Se encuentran identificados los documentos obsoletos?	1			
Control operacional				

¿La organización ha identificado y planificado aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que están relacionadas con sus usos significativos de la energía y que son conscientes con su política energética, objetivos, metas y planes de acción?	2				
¿La organización ha establecido y fijado criterios para la eficaz operación y mantenimiento de los usos significativos de la energía, donde su ausencia podría llevar a desviaciones significativas de la eficiencia energética?	2				
¿La operación y mantenimiento de instalaciones, procesos, sistemas y equipos se realiza de acuerdo a los criterios operacionales?	2				
¿Se ha comunicado adecuadamente los controles operacionales al personal que trabaja para, o en nombre de la organización?	2				
Diseño					
¿La organización ha considerado las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en el diseño de instalaciones nuevas, modificadas o renovadas, de equipos, sistemas y procesos?	2				

¿Se incorporan los resultados de la evaluación del desempeño energético en el diseño, especificaciones y actividades de adquisición de proyecto(s) relevante(s)?	1				
¿Se mantiene el registro de actividades de diseño o modificaciones de equipos, sistemas y procesos?	2				
Compra de servicios de energía, productos, equipos y energía.					
¿Al adquirir servicios de energía, productos y equipos que tengan, o puedan tener, un impacto en usos significativos de la energía se informa a los proveedores que las compras serán evaluadas sobre la base del desempeño energético?	1				
¿Se establecen e implementan criterios para evaluar el uso, consumo y eficiencia de la energía durante la vida útil, al comprar productos, equipos y servicios que usen energía, que se espera que tengan un impacto significativo en el desempeño energético de la organización?	1				
¿Se ha definido y documentado las especificaciones de compra de energía?	1				
4.6. VERIFICACIÓN	2,43				

Seguimiento, medición y análisis	3			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran los resultados de la revisión de energía?	3			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran los usos significativos de energía y otros elementos resultantes de la revisión energética?	3			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran las variables relevantes relacionadas al uso significativo de la energía?	2			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran los IDEn?	2			
¿Se monitorea, mide, analiza y registra la eficacia de los planes de acción para alcanzar los objetivos y metas?	2			
¿Se monitorea, miden, analizan y registran la evaluación del consumo energético real versus el esperado?	2			
¿La organización ha definido e implementado el plan de medición energético apropiado a su tamaño y complejidad?	2			
¿Se define y revisa periódicamente las necesidades de medición?	2			
¿Los equipos de seguimiento y medición proporcionan la información exacta y repetible? ¿Existen registros de las calibraciones y de otras	1			

formas de establecer la exactitud y repetibilidad?				
¿Se ha investigado sobre las desviaciones significativas en el desempeño energético? ¿Se ha dado respuesta a estas desviaciones?	3			
Evaluación de requisitos legales y otros requisitos				
¿Se evalúa periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos relacionados con su uso y consumo de energía?	1			
Auditoría Interna del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn).				
¿Se realizan auditorías internas a intervalos planificados para asegurar que el SGEn: • Cumple con los planes de gestión de energía, incluidos los requisitos de la Norma ISO 50001. • Cumple con los objetivos y metas energéticas establecidas • Sea efectivamente implementado, mantenido y mejore el desempeño energético?	2			
¿Se establece un calendario y un plan de auditorías teniendo en cuenta el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, así como los resultados de las auditorías previas?	2			

¿La selección de auditores y la realización de las auditorías aseguran la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría?	2				
¿Se mantienen registros de los resultados de la auditoría y se le informa de estos a la alta dirección?	3				
No Conformidad, Corrección, Acción Correctiva y Acción Preventiva.					
¿Se identifican y revisan las no conformidades reales y potenciales?	3				
¿Se determinan las causas de las no conformidades reales y potenciales?	3				
¿Se establecen medidas para asegurar que las no conformidades no vuelvan a ocurrir o se repitan?	3				
¿Se determinan e implementan las acciones apropiadas?	3				
¿Se mantienen registros de acciones correctivas y preventivas?	3				
¿Las acciones correctivas y preventivas son apropiadas a la magnitud de los problemas reales o potenciales y a las consecuencias del desempeño energético?	3				
¿Se aseguran que cualquier cambio	2				

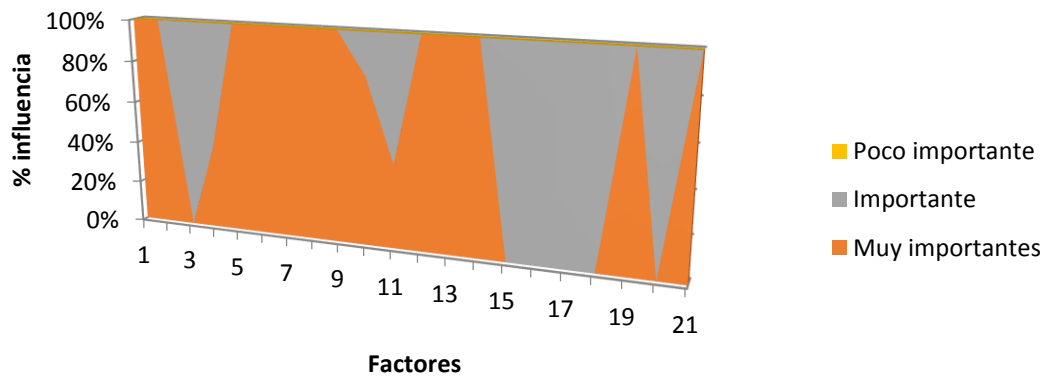
necesario sea incorporado al SGEN?				
Control de Registros				
¿Los registros son suficientes para demostrar la conformidad con los requisitos de su SGEN de la norma internacional y los resultados del desempeño energético alcanzado?	2			
¿La organización ha definido e implementado controles para la identificación, recuperación y retención de los registros?	2			
¿Los registros son legibles, identificables y trazables a las actividades relevantes?	3			
Revisión de la dirección				
¿La alta dirección revisa a intervalos definidos el SGEN para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continua?	3			
¿Se mantienen registros de las revisiones por la dirección?	3			
¿En las revisiones por la dirección se han considerado como entradas: • Las acciones de seguimiento de revisiones por la dirección previas; • La revisión de la política energética; • La revisión del desempeño energético	3			

y de los IDEn relacionados; • Los resultados de la evaluación de cumplimiento de los requisitos legales y cambios en los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscribe; • El grado de cumplimiento de los objetivos y metas energéticas; • Los resultados de auditorías del SGEN; • El estado de las acciones correctivas y preventivas • El desempeño energético proyectado para el próximo período • Las recomendaciones para la mejora?				
Resultados de la revisión				
¿Los resultados de las revisiones incluyen decisiones y acciones tomadas relacionadas con: • Los cambios en el desempeño energético de la organización • Los cambios en la política energética • Los cambios en los IDEn • Los cambios en los objetivos, metas u otros elementos del SGEN consistentes con el compromiso de la organización, con la mejora continua y la asignación de recursos.	2			
	$CPT = \frac{\sum_{4.1}^{4.6} Ev}{6}$			$\% \text{avances} = \frac{\sum N^{\circ} \text{Req. con 3}}{N^{\circ} \text{Req. total}} \times 100$

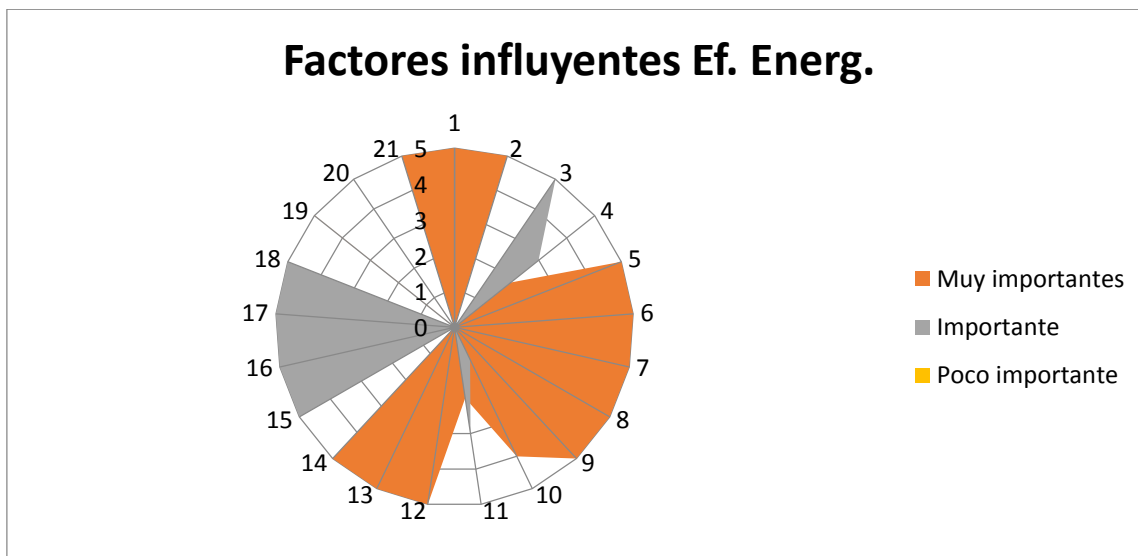
CALIFICACIÓN PROMEDIO TOTAL DE LA EMPRESA			% de avance	
	41,58477124			75,67567568

Anexo 20: Factores influyente Ef. Energética hospital GAL. **Fuente:** Elaboración Propia

Factores influyente Ef. Energ.



Anexo 21: Factores influyente Ef. Energética del hospital GAL. **Fuente:** Elaboración Propia



Anexo 22: Proceso encuesta a técnicos. HGAL. 2019. **Fuente:** Entrevistados del Hospital

Nº	Preguntas	Si	%	No	%	No conozco	%
1	¿Se tiene información sobre la norma NC ISO 50001?	10	100	0	0	0	0
2	¿Se han realizado acciones para la implementación de la norma NC ISO 50001?	10	100	0	0	0	0
3	¿Se cuenta con un sistema de gestión energética (SGEn) documentado?	0	0	10	100	0	0
4	¿Existen experiencias en la aplicación de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía?	10	100	0	0	0	0
5	¿Se han obtenido resultados favorables en las supervisiones energéticas realizadas por la UNE?	10	100	0	0	0	0
6	¿Se han obtenido resultados favorables en las supervisiones energéticas realizadas por CUPET?	10	100	0	0	0	0
7	¿Se tiene implementado y certificado el sistema de gestión de calidad por la norma NC ISO 9001?	10	100	0	0	0	0
8	¿Se tiene implementado y certificado el sistema de gestión ambiental por la norma NC ISO 14001?	0	0	10	100	0	0
9	¿Existe un sistema integrado de gestión o se trabaja con vistas a implementarlo?	10	100	0	0	0	0
10	¿Existe una política energética?	10	100	0	0	0	0
11	¿Está la política energética documentada?	10	100	0	0	0	0
12	La política energética es de conocimiento del personal a todos los niveles de la organización?	10	100	0	0	0	0
13	¿Se cuenta con un representante de la dirección (energético) para la gestión energética con funciones, responsabilidades y autoridad definidas?	10	100	0	0	0	0
14	¿Este representante de la dirección tiene dedicación total para la gestión energética?	10	100	0	0	0	0

15	¿El representante de la dirección posee formación de nivel superior en ramas técnicas?	10	100	0	0	0	0
16	¿El representante de la dirección ha recibido capacitación especializada sobre gestión energética?	10	100	0	0	0	0
17	¿El representante de la dirección dispone de los medios de cómputo y otros recursos requeridos para la gestión energética?	10	100	0	0	0	0
18	¿Se cuenta con un equipo de gestión de la energía? (comité de energía, comisión de ahorro de energía, consejo energético, etc.)	10	100	0	0	0	0
19	¿Los miembros del equipo han recibido capacitación especializada sobre gestión energética?	0	0	10	100	0	0
20	¿El equipo de gestión de la energía funciona sistemáticamente?	0	0	10	100	0	0
21	¿Se cuenta con registros históricos de los consumos energéticos?	10	100	0	0	0	0
22	¿Se conoce y maneja la estructura de consumo de portadores energéticos?	10	100	0	0	0	0
23	¿Están identificados las instalaciones, sistemas y equipos que representan los mayores consumos de energía?	10	100	0	0	0	0
24	¿Se cuenta con equipos de medición de los consumos de energía en las instalaciones, sistemas y equipos que representan los mayores consumos de energía?	0	0	10	100	0	0
25	¿Se cuenta con un sistema de indicadores para monitorear y controlar el desempeño energético?	1	10	9	90	0	0
26	¿El sistema de monitoreo y control energético incluye indicadores hasta el nivel de los sistemas y equipos mayores consumidores?	0	0	10	100	0	0
27	¿La instrumentación existente en los sistemas y equipos mayores consumidores permite controlar los factores operacionales que determinan su desempeño energético?	7	70	3	30	0	0

28	¿Está identificado el personal clave que decide en la eficiencia de los mayores consumos de energía?	10	100	0	0	0	0
29	¿Ha recibido el personal clave capacitación especializada sobre eficiencia energética?	3	30	7	70	0	0
30	¿Existe algún sistema de estimulación para el personal clave en función del desempeño energético?	7	70	3	30	0	0
31	¿Se ha realizado la caracterización energética y analizada la evolución y tendencias en el consumo y la eficiencia energética en los últimos años?	3	30	7	70	0	0
32	¿Han mejorado los índices de consumo y eficiencia energética en los últimos años?	0	0	10	100	0	0
33	¿Se han realizado diagnósticos o auditorías energéticas en los últimos años?	7	70	3	30	0	0
34	¿Se realizan análisis comparativos (benchmarking) de los índices de consumo y eficiencia energética con otras organizaciones similares?	10	100	0	0	0	0
35	¿Se han definido objetivos para la mejora del desempeño energético?	3	30	7	70	0	0
36	¿Existen metas para la mejora del desempeño energético referidas a un período base?	7	70	3	30	0	0
37	¿Los objetivos y metas son conocidos por el personal clave que incide en su cumplimiento?	10	100	0	0	0	0
38	¿Existe un plan de acción con medidas y proyectos para la mejora del desempeño energético?	10	100	0	0	0	0
39	¿Los proyectos de mejora del desempeño energético cuentan con evaluaciones económicas y estudios de factibilidad debidamente fundamentados?	10	100	0	0	0	0
40	¿La alta dirección controla periódicamente el cumplimiento de los objetivos, metas y planes de acción?	10	100	0	0	0	0

41	¿El mantenimiento tiene incorporados criterios y acciones en función de la eficiencia energética?	10	100	10	100	0	0
42	¿Se consideran las oportunidades de mejora del desempeño energético y del control operacional en los nuevos diseños y proyectos?	0	0	10	100	0	0
43	¿Están establecidos los criterios y procedimientos para considerar la eficiencia energética al adquirir productos, equipos y servicios?	0	0	10	111	0	0
44	¿Se ha ejecutado o se planea ejecutar algún proyecto para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía?	0	0	10	111	0	0
45	¿Existe algún mecanismo que posibilite y estimule que las personas que trabajan para la organización realicen propuestas y sugerencias para la mejora de la eficiencia energética?	0	0	10	111	0	0
46	¿La alta dirección realiza acciones, a intervalos planificados, para asegurar la conveniencia, adecuación, eficacia y mejora continua del SGen?	0	0	10	111	0	0
	Totales	298		172			470
	%	65,64		37,89		0,00	103,524229
		% Si		% No		% No se	
		65,64		37,89		0,00	

Anexo 23: Encuesta ISO 50001:2011 a la Alta dirección. **Fuente:** Entrevistados del Hospital

Nº	Factor	Muy importante	Importante	Poco importante
1	Compromiso de la alta dirección	5		
2	Existencia de un sistema de gestión energética	5		
3	Política del organismo		5	
4	Existencia de una estrategia a largo plazo	2	3	
5	Alto impacto de los costos energéticos	5		
6	Sistema de incentivos al personal en función del desempeño energético	5		
7	Clima de dirección participativa existente en la empresa	5		
8	Eficiencia energética integrada a los nuevos proyectos y compras	5		
9	Resultados positivos alcanzados con proyectos de eficiencia energética	5		
10	Marco legal y regulatorio vigente en el país	4	1	
11	Concientización del personal de la empresa sobre el ahorro y uso racional de la energía	2	3	
12	Liderazgo, competencia e influencia del energético	5		
13	Objetivos energéticos integrados a procedimientos de operación y mantenimiento	5		
14	Proyección ambiental de la empresa	5		
15	Experiencias positivas con otros sistemas de gestión		5	
16	Acciones de la supervisión energética		5	
17	Experiencias en la planificación y control de la energía basadas en índices de consumo		5	
18	Exigencias del mercado		5	
19	Costo creciente de la electricidad	5		
20	Necesidad de cumplir los planes de energía asignados		5	
21	Capacitación recibida en eficiencia energética	5		