

REPÚBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE INGENIERÍA



TRABAJO DE DIPLOMA

Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Mecánico

Título: Planificación energética de acuerdo a la norma cubana NC ISO 50 001 en la Empresa Copextel Cienfuegos.

Autor: Carlos Adrián Padilla Valdivia

Tutores: Ing. Reinier Jiménez Borges

Dr.C José P. Monteagudo Yanes

Curso 2015-2016

**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 Mecánica 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.

Los hombres superficiales creen en la suerte y las circunstancias. Los fuertes creen en las causas y sus efectos.

Henry Ford.

Este trabajo está dedicado a mi familia, a todos los que de una forma u otra hicieron lo posible para ayudarme.

En especial a mi abuelo quien fue siempre mi motivo de inspiración.

A mi familia por estar siempre pendiente de mí, en especial a mis padres y abuelos.

A todos los profesores que aportaron a mi formación académica.

A mis tutores por su dedicación y apoyo.

A mis compañeros de estudio por su apoyo en los momentos más difíciles.

Resumen

La presente investigación se realiza en Copextel División Territorial Cienfuegos, perteneciente a la Corporación Copextel, S.A. donde el objetivo general de la misma es dar cumplimiento a los requisitos de la planificación energética necesarios para implementar un sistema de gestión de la energía según la Norma NC-ISO 50001:2011. Para dar cumplimiento a esto se realiza un censo de cargas en la empresa, obteniendo la áreas, locales y equipos más consumidores de energía, se analiza la tarifa eléctrica contratada, se verifica si la demanda contratada es la correcta para la institución, se compara la correlación existente entre la energía consumida por la empresa (kWh) y el área de esta afectada por los días grados ($m^2 \cdot DG$). A partir de esta comparación se establece la línea de base energética e indicador de desempeño a utilizar en la entidad. También queda establecida la línea meta energética e índice de desempeño energético meta, el objetivo energético y los planes de acción para disminuir el consumo de energía eléctrica en la empresa.

Palabras Claves:

- ❖ Gestión
- ❖ Energía
- ❖ Planificación

Abstract

This research is conducted in Cienfuegos Copextel Territorial Division, belonging to the Copextel Corporation, S.A. where the general purpose of it is to comply with the requirements for energy planning necessary to implement a system of energy management according to the NC-ISO 50001: 2011. To comply with this a census of loads is performed in the company, obtaining the areas, buildings and equipment more energy consumers in the company, the electricity tariff contracted analyzed, verified whether the contracted demand is right for the institution, the correlation between the energy consumed by the company compares (kWh) and the area is affected by degree days ($m^2 \cdot DG$). From this comparison the energy

baseline and performance indicator used in the institution is established. It is also goal established energy and energy performance index target line, the energy target and action plans to reduce energy consumption in the company.

Keywords

- Management
- Energy
- Planning

Introducción.....	1
Capítulo I: Estado del Arte.....	3
I.1 Surgimiento y Caracterización de la Norma ISO 50001: 2011.....	3
I.2 Funcionamiento, Beneficios e Importancia de la Norma Internacional ISO 50001:2011.....	5
I.3 Antecedentes para la implementación de la norma internacional ISO 50001:2011 en Cuba.	8
I.4 Resoluciones Energéticas en Cuba.	11
I.4.1 Recomendaciones de Políticas de Eficiencia Energética para América Latina y el Caribe:	12
I.4.2 Importancia de la gestión energética y el ahorro de energía en los edificios públicos.	13
I.4.2.1 Ahorros potenciales.....	14
I.5 Experiencias de la implementación de la norma en las empresas de este tipo.....	14
I.6 Planificación Energética.....	16
I.6.1 Revisión energética.....	17
I.7 Conclusiones Parciales.....	18
Capítulo II: Planificación energética. Materiales y métodos para su ejecución.....	19
II.1 Planificación energética.	21
II.2 Requisitos legales y otros requisitos.....	22
II.3 Revisión energética.	23
II.3.1 Análisis del uso y consumo de la energía.	26
II.3.2 Equipos de medición a utilizar en la revisión.....	27
II.4 Línea de base energética.	28

II.5 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía.....	31
II.6 Indicadores de eficiencia energética en los edificios.	32
Índices de Consumo	33
Índices de Potencia.....	33
Índices de Eficiencia	34
Índices Económico-Energéticos	34
Otros Indicadores de Eficiencia Energética.....	34
II.7 Establecimiento de metas.....	37
II.8 Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM).	38
II.9 Conclusiones parciales	43
Capítulo III: Resultados	45
III.1 Caracterización de la División Territorial Copextel Cienfuegos.	45
III.2 Descripción del caso de estudio.	46
III.3 Caracterización energética preliminar.....	46
III.4 Revisión Energética.	48
III.4.1 Censo de carga.	52
III.4.2 Análisis del consumo de energía eléctrica.	53
III.5 Análisis de la potencia instalada en cada área de la empresa	54
III.6 Análisis del consumo de energía eléctrica y demanda contratada.	55
III.6.1 Análisis de la demanda contratada.	56
III.7 Línea base consumo de E. Eléctrica vs. $m^2 \cdot DG$	67
III.8 Indicador de Desempeño Energético (IDEn).	70
III.9 Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM).	71
III.10 Objetivos energéticos, metas y planes de acción para la gestión de la energía.....	72

III.10.1 Objetivos energéticos:	73
III.10.2 Oportunidades de ahorro.	73
III.11 Propuestas de sustitución de equipos.	75
III.12 Conclusiones parciales.....	79
Conclusiones Generales	81
Recomendaciones.....	82
Anexos	86

Introducción

En los últimos 10 años el consumo de energía en el mundo ha incrementado, se prevé que este consumo experimente un aumento medio de un 2,5% por año hasta el 2030 (www.energiasrenovables.ciemat.es). De forma general, algunas naciones han concientizado la necesidad de disminuir el consumo energético, y de maximizar la eficiencia del mismo, es por ello que en el 2011 surge la Norma Internacional ISO 50 001, la cual proporciona beneficios para las organizaciones grandes y pequeñas, en los sectores público y privado, en la manufactura y los servicios, también establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales, institucionales y gubernamentales, y organizaciones enteras para gestionar la energía.

Existen varias normas internacionales como son la ISO 9000 (calidad) y la ISO 14000 (medio ambiente), las cuales en estos tiempos se pretende unificar en un solo sistema de gestión.

En nuestro país las dificultades económicas resultantes de la crisis del período especial influyeron de forma determinante en las reformas emprendidas en el sector energético, es por ello que en el año 2006 queda decretada la Revolución Energética, constituyendo en esencia una transición hacia un nuevo paradigma.

En los edificios destinados a la actividad terciaria, la energía es básicamente utilizada para iluminación, datos, acondicionamiento térmico, transporte de personas, bombeo de agua y funcionamiento del equipamiento instalado en las diferentes áreas. Aún en los edificios en los que se ha implementado todo un conjunto de proyectos técnicos de mejora de su eficiencia, se requiere de una gestión energética que garantice el aprovechamiento máximo y sostenido de las inversiones realizadas.(Borroto, 2008a)

El sector empresarial también ha sido beneficiado con esta revolución energética, auxiliado además con el Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía (SGTEE) y la implementación de la norma NC - ISO 50001:2011. Debido a la importancia que representa la reducción de gastos y el aumento en la eficiencia energética en el sector empresarial cubano, la División Territorial Cienfuegos de

Copextel mostró interés en el desarrollo de investigaciones en este sentido. El objeto social de esta empresa es, la comercialización y arrendamiento de productos no alimenticios, ejecutar las operaciones de comercio exterior relacionadas con la exportación e importación de bienes y servicios. Como continuación a esas investigaciones es que surge este trabajo, teniendo como meta fundamental contribuir a completar la propuesta del sistema de gestión energética de Copextel.

❖ **Problema científico:**

En la empresa Copextel Cienfuegos no existe un sistema de gestión de la energía que monitoree eficientemente la utilización de los recursos energéticos

❖ **Hipótesis:**

Un sistema de gestión eficiente de la energía permitirá a la empresa elevar indicadores de eficiencia, presentar propuestas de mejora, así como planificar posibles ahorros de los recursos energéticos.

❖ **Objetivo general:**

Desarrollar los requisitos de la planificación energética necesarios para implementar un sistema de gestión de la energía según la Norma NC-ISO 50001:2011 en la Empresa Copextel Cienfuegos.

❖ **Objetivos específicos:**

1. Realizar una búsqueda bibliográfica acerca de la Norma Internacional ISO 50001:2011 y de su implementación en las empresas de servicios.
2. Establecer los métodos y herramientas necesarias para lograr la planificación del sistema de gestión de la energía según la NC-ISO 50001:2011.
3. Ejecutar los requisitos de la planificación energética y analizar los resultados obtenidos.

Capítulo I

Capítulo I. Estado del Arte

I.1 Surgimiento y Caracterización de la Norma ISO 50001: 2011.

La Organización Internacional de Normalización (ISO), tiene como miembros a alrededor de 160 organismos nacionales de normalización de países grandes y pequeños, industrializados, en desarrollo y en transición, en todas las regiones del mundo. La cartera de ISO de más de 18 600 normas que ofrece a las empresas, gobiernos y a la sociedad herramientas prácticas para las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, ambiental y social. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

Esta norma contribuye positivamente al mundo en el que vivimos, facilitan el comercio, difunden el conocimiento, promueven los avances innovadores en tecnología y comparten las buenas prácticas de gestión de evaluación de la conformidad. Esta nos proporciona soluciones y obtienen beneficios para casi todos los sectores de actividad, incluida la agricultura, construcción, ingeniería mecánica, fabricación, distribución, transporte, dispositivos médicos, tecnologías de información y comunicación, medio ambiente, energía, gestión de calidad, evaluación de la conformidad y servicios. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

La solicitud a ISO para desarrollar una Norma Internacional de gestión de la energía provino de Oficina de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), quién reconoció que la industria necesita montar una respuesta efectiva al cambio climático y la proliferación de normas nacionales de gestión de la energía.

Los expertos de los organismos nacionales de 44 países miembros de ISO participaron en el desarrollo de la norma ISO 50 001 en ISO/PC 242, junto con otros 14 países en calidad de observadores. La norma también se benefició de la participación de organizaciones de desarrollo, entre ellas ONUDI y el Consejo Mundial de Energía (CME).

La norma ISO 50 001 se basa en numerosas normas de gestión de la energía nacionales o regionales, especificaciones y regulaciones, incluyendo las

desarrolladas en China, Dinamarca, Irlanda, Japón, República de Corea, Países Bajos, Suecia, Tailandia, EE.UU. y la Unión Europea. ISO 50001:2011, Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso, es una Norma Internacional voluntaria desarrollada por ISO. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

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

Se estima que la norma, dirigida a una amplia aplicabilidad a través de los sectores económicos nacionales, podría influir hasta en un 60% del consumo de energía del mundo. (Organización Internacional de Normalización, 2011)

La norma tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones un reconocido marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión. Las organizaciones multinacionales tendrán acceso a una norma única y armonizada para su aplicación en toda la organización con una metodología lógica y coherente para la identificación e implementación de mejoras. Por lo cual tiene por objeto:

- Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía.
- Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos.
- Promover las mejores prácticas de gestión de la energía y reforzar las buenas conductas de gestión de la energía.
- Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética.
- Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como el ambiental, de salud y seguridad.

I.2 Funcionamiento, Beneficios e Importancia de la Norma Internacional ISO 50 001:2011.

Esta Norma Internacional se basa en el ciclo de mejora continua Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización, (Organización Internacional de Normalización, 2011b), tal como se ilustra en la figura I.1:

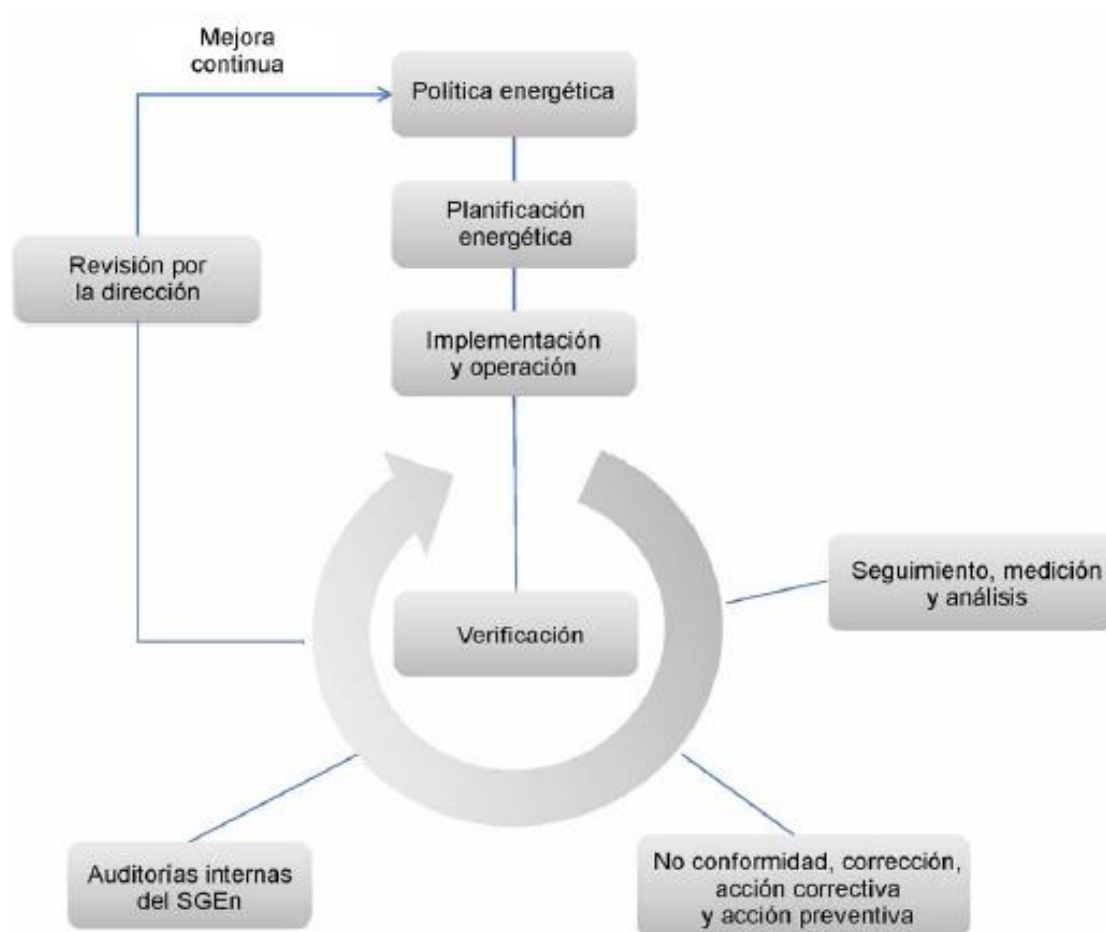


Fig.I.1 Modelo de Sistema de Gestión de la Energía. Fuente: Organización Internacional de Normalización, 2011.

- ❖ En el contexto de la gestión de la energía, el enfoque PHVA puede resumirse de la siguiente manera:
 - Planificar: Realizar la revisión y establecer la línea base de la energía, indicadores de desempeño energético (IDEn), objetivos, metas y planes de acción necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las oportunidades para mejorar la eficiencia energética y la política de energía de la organización.
 - Hacer: Poner en práctica los planes de acción de la gestión de la energía.
 - Verificar: Monitorear y medir los procesos y las características claves de sus operaciones que determinan el rendimiento de la energía con respecto a la política energética y los objetivos e informar los resultados.
 - Actuar: Tomar acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética y el SGE.

Como todas las normas de sistemas de gestión, ISO 50 001:2011 ha sido diseñada para ser aplicada por cualquier organización, sea cual sea su tamaño o actividad, ya sea en el sector público o privado, independientemente de su ubicación geográfica.

La Norma ISO 50 001 establece un marco internacional para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía, incluidos su uso y adquisición, por parte de las instalaciones industriales y comerciales, o de las compañías en su totalidad. Las organizaciones pueden decidir integrar la Norma ISO 50 001 con las de otros sistemas de gestión, tales como las de gestión de calidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional, responsabilidad social u otras. (Lapido Rodríguez, M., 2015)

Esta no fija objetivos para mejorar la eficiencia energética. Esto depende de la organización usuaria, o de las autoridades reguladoras. Esto significa que cualquier organización, independientemente de su dominio actual de gestión de la energía, puede aplicar la Norma ISO 50 001:2011 para establecer una línea de base y luego mejorarla a un ritmo adecuado a su contexto y capacidades, entre

sus principales beneficios se encuentran los siguientes: (Organización Internacional de Normalización, 2011)

Energéticos y Ambientales

- Optimización del uso de la energía (consumo eficiente de la energía).
- Fomento de la eficiencia energética de las organizaciones.
- Disminución de emisiones de gases CO₂ a la atmósfera.
- Reducción de los impactos ambientales.
- Adecuada utilización de los recursos naturales.
- Impulso de energías alternativas y renovables.

❖ De liderazgo e imagen empresarial

- Imagen de compromiso con el desarrollo energético sostenible.
- Refuerzo de la imagen de empresa comprometida frente al cambio.

La energía es fundamental para las operaciones de una organización y puede representar un costo importante para estas, independientemente de su actividad. Se puede tener una idea al considerar el uso de energía a través de la cadena de suministro de una empresa, desde las materias primas hasta el reciclaje. Además de los costos económicos de la energía para una organización, la energía puede imponer costos ambientales y sociales por el agotamiento de los recursos y contribuir a problemas tales como el cambio climático.

El desarrollo y despliegue de tecnologías de fuentes de energía nuevas y renovables puede tomar tiempo. Las organizaciones individuales no pueden controlar los precios de la energía, las políticas del gobierno o la economía global, pero pueden mejorar la forma como gestionan la energía en el aquí y ahora. Mejorar el rendimiento energético puede proporcionar beneficios rápidos a una organización, maximizando el uso de sus fuentes de energía y los activos relacionados con la energía, lo que reduce tanto el costo de la energía como el consumo. La organización también contribuye positivamente en la reducción del

agotamiento de los recursos energéticos y la mitigación de los efectos del uso de energía en todo el mundo, tal como el calentamiento global.

ISO 50 001 proporcionará a las organizaciones del sector público y privado estrategias de gestión para aumentar la eficiencia energética, reducir costos y mejorar la eficiencia energética.(Organización Internacional de Normalización, 2011)

I.3 Antecedentes para la implementación de la norma internacional ISO 50001:2011 en Cuba.

El previsible agotamiento de los combustibles fósiles y el daño irreversible que se ocasiona al medio ambiente, exige la adopción de nuevas estrategias en materia de energía, como base de un modelo de desarrollo sostenible, que permita satisfacer las necesidades energéticas de la generación actual y preservar las posibilidades para que las futuras generaciones puedan también encontrar soluciones para satisfacer las suyas. Un modelo que posibilite mejorar la calidad de la vida con más y mejores servicios energéticos, que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico, pero de una forma racional que permita respetar y cuidar las comunidades de seres vivos, no sobrepasar los límites de la capacidad del planeta para suplir fuentes de energía y asimilar los residuos de su producción y uso; un modelo que posibilite, en definitiva, integrar el desarrollo y la conservación del medio ambiente.(Gestión y Economía Energética, 2006)

El incremento de los costos de la energía y los impactos del cambio climático, son manifestaciones de la grave crisis política y económica en que está sumido el mundo de hoy.

Consolidar las estrategias y acciones de la Red de Eficiencia Energética para promover en el país el establecimiento y operación de sistemas de gestión energética (SGEn) en sus instalaciones y las del sector productivo y de los servicios, con el fin de incrementar la eficiencia energética, la productividad y la competitividad de las empresas, es una acción prioritaria del Ministerio de Educación Superior en Cuba (MES). (Lapido, 2015)

Durante más de 20 años el Centro de Estudios de Energía y Medioambiente (CEEMA) de la Universidad de Cienfuegos ha trabajado en procesos de investigación-acción buscando mejorar los sistemas existentes en el país; como parte de sus resultados desarrolló la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGTEE) que basada en los principios de gestión de la calidad es capaz de desarrollar un proceso de mejora continua que persigue la interrelación de la supervisión y control con el diagnóstico en la secuencia de aplicación y demuestra beneficios relacionados con la capacidad de ahorro y la mejora del impacto ambiental y social.

La aplicación de un sistema de gestión energética, al igual que de otros sistemas como el de gestión de calidad, requiere de una guía, una norma que estandarice lo que hay que hacer para implementarlo, mantenerlo y mejorarlo continuamente, con la menor inversión de recursos, en el menor tiempo y la mayor efectividad. (Lapido, 2015)

La Norma ISO 50001 establece un marco internacional para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía, incluidos su uso y adquisición, por parte de las instalaciones industriales y comerciales, o de las compañías en su totalidad. La eficiencia energética como parte integrante del nuevo modelo de desarrollo de carácter sustentable es fundamental para la preservación, uso y consumo racional de los recursos energéticos en beneficio de la sociedad y por tanto expresión de una concepción ética en la justa distribución de los recursos energéticos del planeta en resguardo de las generaciones presentes y futuras. (Borroto, 2013)

En el año 2006 se puso en práctica las nuevas concepciones para el desarrollo de un sistema de gestión electroenergético nacional más eficiente y seguro, y un uso racional y eficiente de la energía en todos los sectores de la sociedad cubana, haciendo del ahorro de la energía el sustento fundamental del desarrollo del país. La asamblea Nacional del Poder Popular acordó nombrar este año: "*Año de la Revolución Energética en Cuba*".(Gestión y Economía Energética, 2006). El Estado cubano en aras de reducir los impactos ambientales, económicos y lograr

una mejor calidad de vida y confort se ha trazado tres direcciones principales para conformar una política energética acorde al desarrollo sostenible:

- Elevación de la eficiencia energética, eliminando esquemas de consumo irracionales, usando equipos de alta eficiencia, reduciendo la intensidad energética en los procesos industriales, aprovechando las fuentes secundarias de bajo potencial, utilizando sistemas de cogeneración y empleando en general la energía de acuerdo a su calidad.
- Sustitución de fuentes de energía, por otras de menor impacto ambiental, en particular por fuentes renovables, tales como energía solar, energía eólica, energía geotérmica, hidroenergía, biomasa, energía de los océanos, etc.
- Empleo de tecnologías para atenuar los impactos ambientales, o tecnologías limpias, como son los sistemas depuradores de gases de la combustión o las tecnologías de la gasificación del carbón en ciclos combinados con turbinas de gas.

Cuba posee un grupo de resultados que pueden contribuir a la implementación de la ISO 50 001, basados en experiencias de la ONN, la Red de Eficiencia Energética y la ONURE (figura I.2).



Fig. I.2 Fortalezas nacionales para implementar la norma ISO 50001. Fuente: Elaboración Propia.

I.4 Resoluciones Energéticas en Cuba.

Resolución 328/07 del Ministerio de la Industria Básica.

Esta Resolución estableció la existencia de un Plan Anual de Consumo de los Portadores Energéticos para todos los Organismos de la Administración Central del Estado y los Consejos de Administración Provinciales, aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación en base a los Índices de Consumo Técnicamente fundamentados y los niveles de actividad previstos. Adicionalmente, dispuso la creación de las Direcciones de Supervisión y Control de los Portadores Energéticos, así como estableció sus obligaciones y facultades legales.

Resolución 136 del Ministerio de la Industria Básica. Reglamento Técnico de Eficiencia Energética.

El Reglamento Técnico tuvo como objetivo establecer y controlar los requisitos técnicos de eficiencia energética, seguridad eléctrica y tropicalización a los equipos de Uso Final de la Energía Eléctrica importados, fabricados o ensamblados en el país por personas jurídicas nacionales o extranjeras, para fomentar el Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica, protegiendo al consumidor mediante la utilización de equipos de alta eficiencia energética y calidad. Este reglamento estableció el proceso de Aceptación Técnica, Autorización Técnica, Inspección y Control, Violaciones, Penalidades y Etiquetado de Eficiencia energética.

Norma Cubana NC 220 Edificaciones. Requisitos de diseño para la eficiencia energética.

Se estableció en Cuba con carácter obligatorio mediante la Resolución 316 del 2008 del Ministerio de la Construcción para todas las nuevas edificaciones una norma que garantiza la eficiencia en el diseño de las mismas. Esta Norma abarca los siguientes tópicos:

Parte 1. Envoltente del edificio.

Parte 2. Potencia eléctrica y alumbrado.

Parte 3. Ventilación y Aire acondicionado. Sistemas y Equipamiento.

Parte 4. Suministro de agua caliente.

Parte 5. Administración de energía.

I.4.1 Recomendaciones de Políticas de Eficiencia Energética para América Latina y el Caribe.

La serie de recomendaciones de políticas presentadas son un aporte muy valioso para los diálogos políticos regionales sobre eficiencia energética llevados a cabo por la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), así como para los estados miembros, contribuyendo a mejorar en su conjunto los marcos de gobernanza en la región. (Agencia Internacional de Energía, 2014)

Políticas Transversales

- Designar instituciones líderes para la planificación, coordinación, implementación y monitoreo de políticas y programas de eficiencia energética
- Establecer la recopilación regular de datos e indicadores de eficiencia energética
- Eliminar los subsidios energéticos ineficientes
- Estimular la inversión en eficiencia energética
- Desarrollar campañas de sensibilización e información y programas educativos

Edificaciones

- Mejorar la eficiencia energética de los componentes y los sistemas de las edificaciones.
- Mejorar el desempeño energético de las edificaciones.
- Implementar medidas de etiquetado, certificados o divulgación del consumo energético.
- Apuntar hacia un consumo energético neto nulo en edificaciones.

Iluminación, Aparatos Eléctricos y Equipos

- Implementar estándares mínimos de eficiencia energética y el etiquetado energético obligatorios para iluminación, aparatos eléctricos y equipos
- Eliminar gradualmente productos menos eficientes

- Colaborar y armonizar estándares regionalmente, así como protocolos de pruebas
- Promover políticas de transformación del mercado

Industria

- Promover los sistemas de gestión de la energía y proyectos de eficiencia energética
- Promover equipos y sistemas industriales de alta eficiencia
- Fomentar el desarrollo de productos y servicios de eficiencia energética para pequeñas y medianas empresas.

I.4.2 Importancia de la gestión energética y el ahorro de energía en los edificios públicos.

En los edificios destinados a la actividad terciaria, la energía es básicamente utilizada para iluminación, datos, acondicionamiento térmico, transporte de personas, bombeo de agua y funcionamiento del equipamiento instalado en las diferentes áreas.

Usos de la energía

El uso de energía en un edificio está determinado fundamentalmente por:

- Sus características constructivas y ubicación.
- El clima del lugar.
- El perfil de uso.
- Los servicios energéticos que se presten.
- Comportamiento de los ocupantes.
- Equipamiento tecnológico.
- La gestión del edificio.

Muchas veces se subestima la influencia de la gestión en el consumo de energía y se absolutiza el papel del diseño del edificio y de las tecnologías eficientes. Es frecuente encontrar edificios bien diseñados operando deficientemente producto de una pobre gestión energética. O en otros casos, edificios que han sido mal

diseñados, pero en los que mediante buenas prácticas de gestión se logra mejorar sustancialmente su comportamiento energético. Aún en los edificios en los que se ha implementado todo un conjunto de proyectos técnicos de mejora de su eficiencia, se requiere de una gestión energética que garantice el aprovechamiento máximo y sostenido de las inversiones realizadas. (Borroto, 2008)

I.4.2.1 Ahorros potenciales

Los programas de ahorro de energía orientados al sector público ofrecen un gran potencial de generar ahorros económicos y beneficios ambientales derivados del uso eficiente de la energía, pero, por otra parte, las acciones de ahorro de energía en el sector público constituyen un importante soporte para los programas nacionales de eficiencia energética, dada la fuerza moral que da el ejemplo.

La experiencia internacional indica que, en muchos casos, mediante una buena gestión energética e inversiones con atractivos indicadores de rentabilidad, se puede reducir la factura energética en un edificio entre el 15 y el 25 %.

1.5 Experiencias de la implementación de la norma en las empresas de este tipo.

Considerando las fortalezas que tiene el país para implementar la NC ISO 50001: 2011 se creó un Comité para su implementación, cuya tarea inicial consiste en preparar un Programa de Capacitación con la finalidad de detectar previamente las necesidades de formación en eficiencia energética en el sector empresarial, iniciando el proceso con las empresas mayores consumidoras del país a partir de las experiencias acumuladas en el tema de gestión energética por más de 20 años. Dicho comité es integrado por la Oficina Nacional de Normalización (ONN), la Oficina Nacional de Uso Racional de la Energía (ONURE) y la Red de Eficiencia Energética del MES. (Lapido, 2015)

La eficiencia energética, entendida como la eficiencia en la producción, distribución y uso de la energía, necesaria para garantizar calidad total, es parte

del conjunto de problemas que afectan la competitividad de las empresas o instituciones.

Eficiencia Energética implica lograr un nivel de producción o servicios, con los requisitos establecidos por el cliente, con el menor consumo y gasto energético posible, y la menor contaminación ambiental por este concepto.

Los aspectos básicos que determinan la competitividad de una empresa o institución son la calidad y el precio de sus productos o servicios. La posición en el mercado y la estrategia de cambio de posición vienen determinadas por la relación calidad - precio con respecto a otras empresas de la competencia. (*Gestión y Economía Energética*, 2006)



Fig. I.3 Gráfico de posición en el mercado de una empresa. Fuente: *Gestión y economía Energética*, 2006.

El objetivo estratégico de todo empresario es ubicarse en el cuadrante de "buena posición", y dentro de este, en la punta de la competencia, logrando mayor calidad y menor precio, o en el caso de precios fijados por un mercado globalizado, mantener una alta calidad con los menores costos posibles, para aumentar las utilidades. Un programa de aumento de la eficiencia energética reduce los costos, permite disminuir el precio o aumentar las utilidades, asegurando la calidad y mejorando la competitividad de la empresa, es decir su posición en el mercado.

Diferentes empresas nacionales y extranjeras han trabajado de forma independiente en la implementación de la norma ISO 50001, aplicando sus diferentes etapas en función de las características de la empresa.(Lapido, 2015)

Ejemplo de empresas cubanas que han implementado la Norma ISO 50001:

- En la Empresa Cementos Cienfuegos S. A., se desarrolló una experiencia con el objetivo general de integrar el sistema de gestión energética al sistema de gestión de la empresa.
- En procesos de producción de vapor también se encuentran referencias como las del trabajo de (Madrigal y col. 2012), quienes elaboraron un documento con las principales herramientas para la implementación de dicha norma en procesos de producción y uso del vapor, a través de un caso de estudio en la Lavandería Unicornio. A partir de la caracterización energética definieron la línea de base energética y línea meta a utilizar en la implementación de la norma ISO 50001.(Lapido, 2015)
- En los centros universitarios también se han realizado acciones para comenzar la implementación de esta norma. Por ejemplo, en la Universidad de Cienfuegos en el 2011 se elaboró una norma empresarial de Gestión Energética utilizando la ISO 50001 como norma de referencia.

I.6 Planificación Energética

La planificación en un sistema de gestión, implica la identificación de un problema u oportunidad y a partir de allí, la planificación de las acciones necesarias para resolver dicho problema o para aprovechar la oportunidad. En un sistema de gestión de la energía, el proceso de planificación es medular para todo el sistema, tanto para su alto componente técnico, como para los resultados que en él se obtienen.

El proceso de planificación comienza por conocer en detalle la situación energética de la organización a partir de mediciones y análisis de todas las actividades y factores que afectan el desempeño energético. Esto posibilita

identificar oportunidades de mejora y establecer los objetivos, metas y planes de acción para la mejora continua del desempeño energético, elementos centrales del sistema de gestión (Borroto, 2013). En la figura. I.4 se muestra un diagrama conceptual que ilustra una planificación energética.

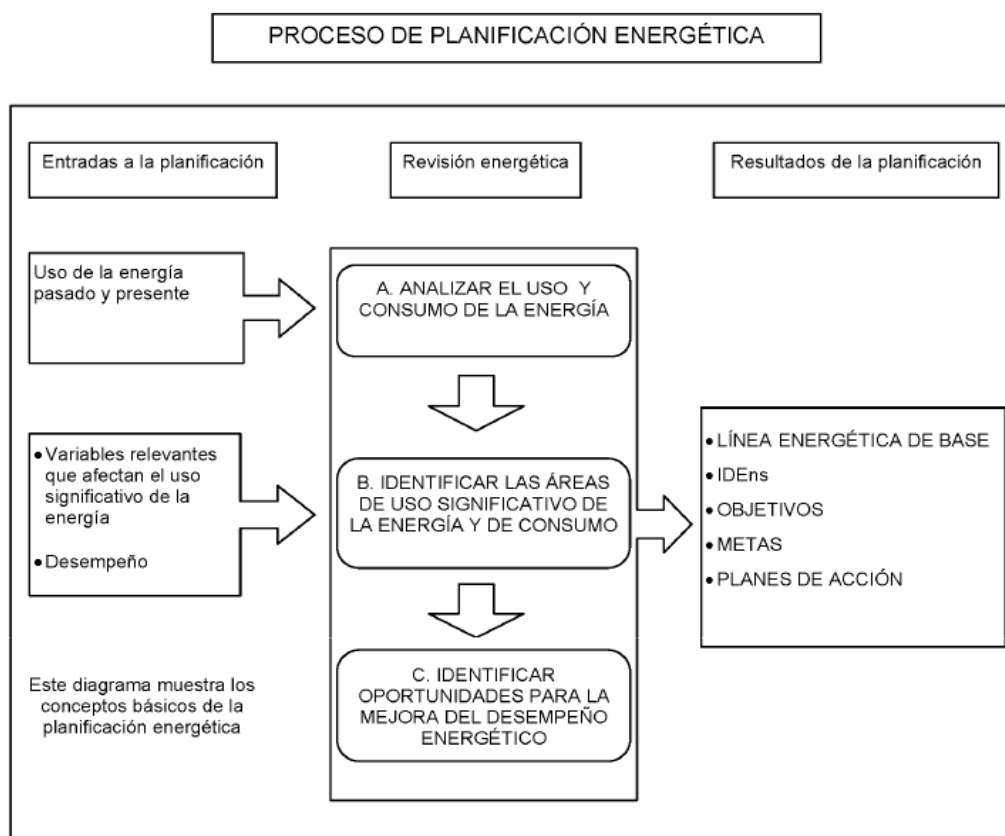


Fig. I.4: Diagrama conceptual del proceso de planificación energética Fuente: Norma cubana NC - ISO 50 001.

I.6.1 Revisión energética

La revisión energética implica la recolección y el análisis de un conjunto de datos para caracterizar la situación energética de la organización y ofrecer la información necesaria para soportar las otras actividades y decisiones de la etapa de planificación.

La revisión energética comprende los siguientes aspectos:

- Identificación de las fuentes de energía (portadores energéticos)

- Análisis de su uso y su consumo pasados.
- Análisis de su uso y consumo presentes.
- Estimación de su uso y consumo futuros.
- Determinación de los usos significativos de la energía.
- Diagnóstico del comportamiento de los procesos, sistemas, equipos e instalaciones asociadas con los usos significativos de energía.
- Identificación de las variables relevantes que afectan los usos significativos de la energía.
- Estimación del uso y consumo futuros para el uso significativo de la energía.
- Identificación y priorización de la oportunidad para la mejora del desempeño energético.
- La metodología y los criterios utilizados para desarrollar la revisión energética deben estar documentados. La revisión energética debe actualizarse a intervalos definidos, usualmente con frecuencia anual, o en respuesta a cambios sustanciales en los procesos tecnológicos, sistemas o equipos energéticos, conservando registros de las revisiones energéticas realizadas.

I.7 Conclusiones Parciales

1. Se caracterizó la Norma Internacional ISO 50001:2011 para la gestión de energía, su funcionamiento, importancia y beneficios esperados donde experiencias internacionales indican que en muchos casos se logra reducir la factura energética entre un 15 y un 25 %.
2. Se describió la etapa de Planificación Energética, donde a partir de la revisión y el establecimiento de la Línea base de la energía, el Indicador de desempeño energético, objetivos, metas y planes de acción se permite conseguir resultados en las oportunidades de mejoras en la eficiencia energética y la política de energía de la organización.

Capítulo II

Capítulo II. Planificación energética. Materiales y métodos para su ejecución.

La norma NC ISO 50001, al igual que todas las normas de esa organización se basan en la filosofía del ciclo de mejora continua Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA) (Ver figura I.1)

En el contexto de la gestión de la energía, el enfoque PHVA puede resumirse de la manera siguiente:

- **Planificar:** llevar a cabo la revisión energética y establecer la línea de base, los indicadores de desempeño energético (IDEn¹), los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para lograr los resultados que mejorarán el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización.
- **Hacer:** implementar los planes de acción de gestión de la energía.
- **Verificar:** realizar el seguimiento y la medición de los procesos y de las características clave de las operaciones que determinan el desempeño energético en relación a las políticas y objetivos energéticos e informar sobre los resultados.
- **Actuar:** tomar acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético y el SGEN.

La correspondencia de los diferentes componentes de la norma NC ISO 50001:2011 con las etapas del ciclo PHVA son dados en la tabla II.1.

Dado que el objetivo de la presente tesis es el desarrollo del proceso **Planificar** en la empresa COPEXTEL, es necesario destacar que los aspectos medulares de este proceso son los enmarcados en el cuadro de líneas discontinua dados en la tabla II.1 y los cuales serán ampliados en el desarrollo del presente capítulo

¹**IDEn.** Indicador de desempeño energético Valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo defina la organización

Capítulo II. Planificación energética. Materiales y métodos para su ejecución.

Tabla II.1: Contenidos de la NC ISO 50001 en el ciclo Planificar-Hacer- Verificar-Actuar. (PHVA). Fuente: Organización Internacional de Normalización, 2011.

Componentes del ciclo PHVA	Contenidos de la NC ISO 50001.
Requisitos generales	<u>4.1 Requisitos generales</u> 4.2 Responsabilidad de la dirección 4.2.1 Alta dirección 4.2.2 Representante de la dirección 4.3 Política Energética
Planificar	<u>4.4 Planificación energética</u> 4.4.1 Generalidades 4.4.2 Requisitos legales y otros requisitos 4.4.3 Revisión energética 4.4.4 Línea base energética 4.4.5 Indicadores de desempeño energético 4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía
Hacer	<u>4.5 Implementación y operación</u> 4.5.1 Generalidades 4.5.2 Competencia, formación y toma de consciencia 4.5.3 Comunicación 4.5.4 Documentación 4.5.5 Control operacional 4.5.6 Diseño 4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía.
Verificar	<u>4.6 Verificación</u> 4.6.1 Seguimiento, medición y análisis 4.6.2 Evaluación de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos 4.6.3 Auditoría interna del SGE

	4.6.4 No-conformidades, corrección, acción correctiva y preventiva 4.6.5 Control de registros
Actuar	<u>4.7 Revisión por la dirección</u> 4.7.1 Generalidades 4.7.2 Información de entrada para la revisión por la dirección 4.7.3 Resultado de la revisión por la dirección

II.1 Planificación energética.

La organización debe llevar a cabo y documentar un proceso de planificación energética. La planificación energética debe ser coherente con la política energética y debe conducir a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético. La planificación energética debe incluir una revisión de las actividades de la organización que puedan afectar al desempeño energético.

Se sugiere:

1. Establecer forma y contenidos a documentar en el proceso de planificación energética. Debe quedar recogido en un documento en copia dura o en un archivo en forma digital los componentes del proceso de planificación energética.
2. De ser un proceso productivo debe elaborarse el diagrama energético productivo, señalando en las condiciones actuales las entradas y salidas de las corrientes energéticas y las producciones en cada área del proceso.
3. En la documentación del proceso de planificación energética debe reflejarse:
 - a. La política energética
 - b. Costos de energía
 - c. Requisitos legales y otros

- d. Diagrama energético productivo
- e. Energía y producción por área productiva. Energía y producción final.
- f. Análisis del uso de la energía y de variables productivas para el monitoreo y control.
- g. Personal determinante en el uso de la energía.
- h. Oportunidades de mejoras energéticas.

Otros puntos vitales en el uso eficiente de la energía, no reflejados en los anteriores, pueden ser determinados durante el proceso de planificación y deben ser documentados.

II.2 Requisitos legales y otros requisitos.

La organización debe identificar, implementar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con su uso y consumo de la energía, y su eficiencia energética.

La organización debe determinar cómo se aplican estos requisitos a su uso y consumo de la energía, y a su eficiencia energética, y debe asegurar que estos requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba se tengan en cuenta al establecer, implementar y mantener el SGE. Los requisitos legales y otros requisitos deben revisarse a intervalos definidos.

Se sugiere que:

1. La organización debe identificar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con el uso, consumo de la energía y eficiencia energética. Ya sean legales o acordados por la organización y reflejados en su política energética.
2. La organización debe cumplir con los requisitos legales establecidos para cada portador energético que este en uso en sus instalaciones tales como:
 - a. Tarifas vigentes para cada portador, observando las particularidades de las tarifas en función del tamaño y características de las

- instalaciones de la organización. (Para el caso cubano ver las tarifas eléctricas.)
- b. Normas de gestión técnica y de seguridad e higiene del trabajo del uso del portador energético. (Sistema eléctrico, sistema de almacenamiento y distribución y uso de combustibles líquidos y gaseosos, etc.)
 - c. Cuando se procede al diseño o reposición de nuevas instalaciones o equipos, la organización debe observar las legislaciones establecidas para el cumplimiento del etiquetado eficiente que la política energética define, tanto para instalaciones de proceso como de transporte.
 - d. Cuando las instalaciones han alcanzado el fin de su ciclo de vida y se decide la modernización en busca de incrementos de la eficiencia energética la organización debe realizar valoraciones de proyectos de cogeneración y trigeneración, o de utilización de corrientes energéticas de desechos industriales o empresariales.

II.3 Revisión energética.

La organización debe desarrollar, registrar y mantener una revisión energética. La metodología y el criterio utilizados para desarrollar la revisión energética deben estar documentados. Para desarrollar la revisión energética, la organización debe:

a) Analizar el uso y el consumo de la energía basándose en mediciones y otro tipo de datos, es decir:

- Identificar las fuentes de energía actuales.
- Evaluar el uso y consumo pasados y presentes de la energía.

b) Basándose en el análisis del uso y el consumo de la energía, identificar las áreas de uso significativo de la energía, es decir:

- Identificar las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal que trabaja para, o en nombre de, la organización que afecten significativamente al uso y al consumo de la energía.

- Identificar otras variables pertinentes que afectan a los usos significativos de la energía.
 - Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos relacionados con el uso significativo de la energía.
 - Estimar el uso y consumo futuros de energía.
- c) Identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar el desempeño energético.

La revisión energética debe ser actualizada a intervalos definidos, así como en respuesta a cambios mayores en las instalaciones, equipamiento, sistemas o procesos.

Se sugiere:

1. La organización puede considerar que un buen punto de partida para la revisión energética lo constituye una auditoría energética.
2. En el caso cubano desde inicios de la década del 2000 se realiza la caracterización energética de la organización haciendo uso de la “Prueba de la Necesidad” (Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. Prueba de Necesidad., 2005), la cual puede ser usada para los trabajos de implementación de la norma.
3. Otro documento a utilizar que complementa el documento “Prueba de la Necesidad” los constituye el documento “Informe de la Prueba de la Necesidad”. (Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. Prueba de Necesidad., 2005)
4. En la revisión energética debe considerarse donde se produce un uso significativo de la energía como aquella área, sección del proceso o equipos donde existe un alto consumo energético y donde existen por tanto altos potenciales para mejorar el desempeño energético.
5. La forma más común de identificar los usos significativos de energía está dado por conocer quien tiene las mayores porciones del consumo

energético. Para el caso cubano una forma muy usada cuando se aplica un SGE_n, es emplear la Regla de Pareto (80/20). (*Gestión y Economía Energética*, 2006)

6. Es necesario precisar que la NC ISO 50001 establece que es la Organización la que establece el criterio de que se considera uso significativo de energía para la misma.
7. En la tabla II.2 se sugiere el flujo de organización de la revisión energética, que complementado con los documentos señalados en los incisos 2 y 3 pueden contribuir a una efectiva revisión energética.

Tabla II.2: Elementos a considerar en la Revisión Energética. Fuente: Organización Internacional de Normalización, 2011.

Flujo de actividades para la Revisión Energética de la Organización	
<u>Actividades</u>	<u>Acciones</u>
Preparación	• Definir el alcance técnico² • El ámbito físico • Las fuentes y canales de información • Establecer el programa de trabajo y planificar la campaña de medidas
Visita a instalaciones e inspección	• Estado técnico de las instalaciones • Análisis de los suministros energéticos • Criterios de utilización de equipos y portadores energéticos
Recogida de datos	• Características de las energías utilizadas. Energía eléctrica, combustibles, otras. • Autoproducción de energía • Otras fuentes energéticas • Particularidades del proceso de producción o los servicios • Tecnologías horizontales y de servicios • Medición y recogidas de datos
Contabilidad	• Generación, consumos energéticos y costos

² 3.26 alcance. Extensión de actividades, instalaciones y decisiones cubiertas por la organización a través del SGE_n, que puede incluir varios límites.

energética	anuales. • Balances energéticos de los consumos por tipos de instalaciones. • Razón de generación, consumo y/o consumos específicos
Propuestas de mejoras	• Análisis de las propuestas de mejoras. Desarrollo de proyectos. • Elaboración de la cadena de mejoras. Ordenamiento por impacto y costos • Recomendaciones y propuestas de buenas prácticas.
Informe final	• Definición del objeto y alcance del informe • Metodología y generalidades • Estado de las instalaciones • Contabilidad y análisis energético • Análisis de propuesta de mejoras.

II.3.1 Análisis del uso y consumo de la energía.

El objetivo central de este requisito es identificar patrones y tendencias globales en el uso y el consumo de todas las fuentes de energía utilizadas por la organización. Ello posibilita comprender como ha sido y como es actualmente el desempeño energético, estimar comportamientos futuros, establecer diferencias con los valores reales, y decidir hasta qué punto sus variaciones son aceptables. Este análisis permite, además, tener una primera impresión de las áreas de mayor consumo y de algunos potenciales de mejora.

El cumplimiento de ese objetivo depende en gran medida de la calidad de los datos a que la organización tenga acceso, pues ello definirá el tipo de análisis que se puede realizar. De cualquier modo, estos datos deben, inicialmente, permitir describir de manera general la situación pasada y presente del sistema energético de la organización. Se recomienda que los datos abarquen al menos un período de dos años de operación.

Antes de realizar cualquier tipo de análisis es recomendable filtrar y normalizar para de esta manera subsanar posibles errores en las mediciones, así como tener

en cuenta la influencia de factores relevantes, tales como el nivel de producción y la temperatura ambiente, en el desempeño energético.

Dentro de las herramientas posibles a utilizar para gestionar y presentar los datos recopilados se encuentran:

- Listas, tablas, gráficas, hojas de cálculo en general.
- Software especializado para la gestión de datos

Y para normalizar los datos se pueden usar:

- Filtrado de datos (filtrado de outliers).
- Técnica de la producción equivalente.
- Técnica de horas-grados o (días-grados).

Para analizar las tendencias y patrones del consumo de energía y de sus variables de influencia las posibles herramientas a emplear incluyen:

- Diagrama de Pareto
- Gráfico de consumo de energía y producción en el tiempo.
- Análisis de regresión.
- Análisis de CUSUM.
- Gráfico base 100.

II.3.2 Equipos de medición a utilizar en la revisión.

- **Analizador de redes eléctricas:** Miden directamente o calculan los diferentes parámetros eléctricos de una red: tensión, intensidad, potencia y energía activas y reactivas, factor de potencia, etc. Permite realizar análisis de calidad de la energía.

Tabla II.3 Características técnicas del Analizador de redes eléctricas empleado en la empresa. Marca EXTECH, Modelo PQ3450. Fuente: Elaboración propia.

Función	Gama	Resolución	Precisión
Tensión AC	10.0 V a 600.0 V	0.1 V	$\pm(0.5\% + 0.5 \text{ V})$
Corriente AC	0.2 a 6000 A	0.001 a 1A	$\pm (0.5\% + 5 \text{ chifres})$
Factor de Potencia	0.00 a 1.00	0.01	± 0.04
Ø de fase	-180° a 180°	0.1°	$\pm 1^\circ$
Frecuencia	45 a 65 Hz	0.1Hz	0.1 Hz

II.4 Línea de base energética.

La organización debe establecer una(s) línea(s) de base energética utilizando la información de la revisión energética inicial y considerando un período para la recolección de datos adecuado al uso y al consumo de energía de la organización. Los cambios en el desempeño energético deben medirse en relación a la línea de base energética.

Deben realizarse ajustes en la(s) línea(s) de base cuando se den una o más de las siguientes situaciones:

- Los IDEns ya no reflejan el uso y el consumo de energía de la organización;
- Se hayan realizado cambios importantes en los procesos, patrones de operación, o sistemas de energía; o
- Sí lo establece un método predeterminado.

La(s) línea(s) de base energética debe mantenerse y registrarse.

Para la elaboración de la línea base se sugiere:

1. Debe revisarse lo que plantea la propia norma en su punto 3 términos y definiciones y en punto A.4.4. del anexo A (Organización Internacional de Normalización, 2011). Ello puede dar ideas, cuando se conoce el proceso, de que elementos pueden servir para definir la **línea base**.

2. Para el caso cubano en los sistemas de gestión elaborados a partir del SGTEE ³ se considera una buena práctica hacer uso de un gráfico de correlación del portador energético que desea ser estudiado vs. La producción relacionada al mismo. Este gráfico también se ha denominado en el sistema como gráfico de Energía vs. Producción. Un ejemplo del mismo se da en la figura II.2.

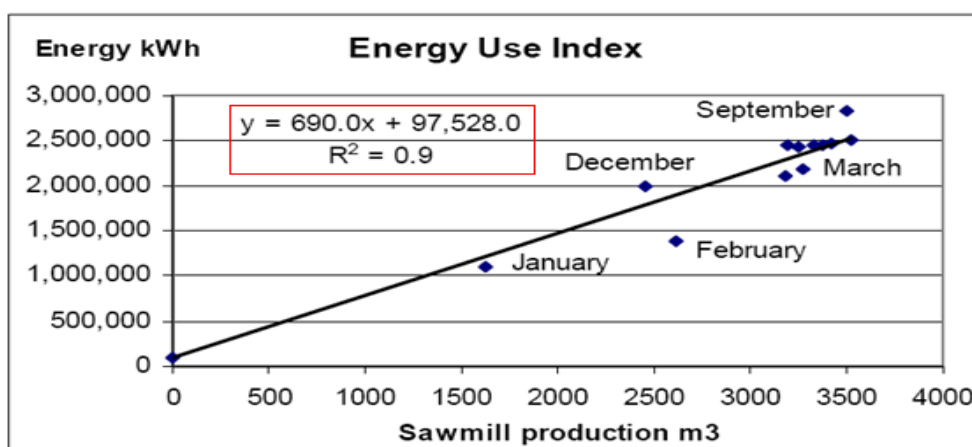


Figura II.2: Energía eléctrica (kWh) vs. Producción del aserradero (m³). Fuente: *Energy Audit Manual*, 2007)

3. Constituye este gráfico una valiosa herramienta para establecer la línea base porque:
- Da el comportamiento del consumo energético en función de la producción para un período de tiempo establecido. Para el ejemplo dado en la figura II.2, toma el consumo energético y la producción mes a mes para el análisis del año. (El período de tiempo del análisis es fijado por la alta dirección al realizar la Planificación Energética).
 - Ofrece la posibilidad de tener la ecuación de la energía de la organización estudiada y el Coeficiente de determinación (R^2) (cuadro

³ SGTEE. Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. Sistema elaborado por el CEEMA. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

rojo de la figura II.2) que indica lo adecuado del modelo de regresión. Para los estudios energéticos se acepta como bueno un valor de $R^2 \geq 0,75$. (*Gestión y Economía Energética*, 2006)

- c. El término independiente en la ecuación de energía representa la energía no asociada al proceso productivo o dicho de otra forma es el gasto energético fijo de la empresa para cualquier nivel de producción. Su reducción constituye una buena oportunidad para la mejora del desempeño energético.
 - d. En la ecuación de la energía el término que acompaña a la producción (**690,0**) representa la pendiente de la línea y muestra la rapidez de cambio del consumo energético ante variaciones del nivel productivo.
 - e. La ecuación de energía obtenida de este gráfico, si $R^2 \geq 0,75$, permite ser usada para realizar pronóstico de consumo energético para los diferentes niveles productivos.
4. Indicaciones de cómo construir el gráfico de Energía vs. Producción la puede consultar en (*Gestión y Economía Energética*, 2006). La figura II.3 muestra el gráfico de Energía vs. Producción para una empresa productora de una sustancia líquida cuya unidad de medida es hectolitro (Hl). Esta figura muestra la línea base de la organización.

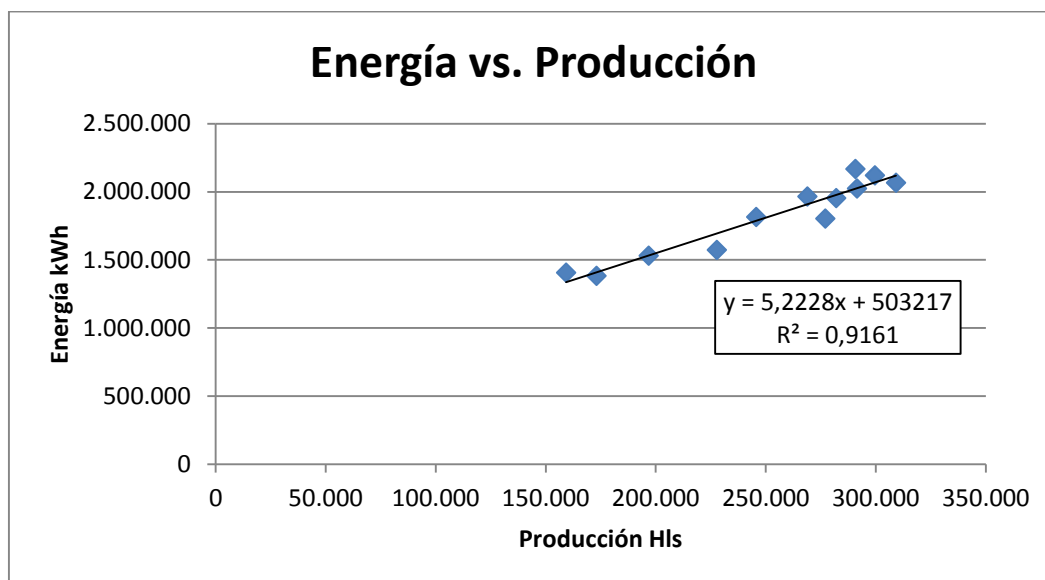


Figura II.3: Línea base de la organización con su ecuación de energía y su coeficiente de determinación $R^2 \geq 0,75$. Fuente: *Gestión y Economía Energética*, 2006.

5. Es de gran utilidad esta herramienta porque si $R^2 \geq 0,75$, lo cual indica un adecuado ajuste del modelo a los puntos experimentales, la ecuación de energía en función de la producción puede ser empleada para definir el Indicador de Desempeño Energético (IDEn) de la organización o del proceso en estudio.
6. Si $R^2 \leq 0,75$ puede ocurrir que otros factores pueden estar influyendo en el consumo energético y no solo el nivel productivo. Para el caso cubano se ha definido y utilizado el concepto de Producción Equivalente. La forma de cómo proceder en este caso puede ser estudiada en (*Gestión y Economía Energética*, 2006).

II.5 Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción para la gestión de la energía

La organización debe establecer, implementar y mantener objetivos energéticos y metas energéticas documentados correspondientes a las funciones, niveles,

procesos o instalaciones pertinentes dentro de la organización. Deben establecerse plazos para el logro de los objetivos y metas.

Los objetivos y metas deben ser coherentes con la política energética. Las metas deben ser coherentes con los objetivos. Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, la organización debe tener en cuenta los requisitos legales y otros requisitos, los usos significativos de la energía y las oportunidades de mejora del desempeño energético, tal y como se identifican en la revisión energética. También debe considerar sus condiciones financieras, operacionales y comerciales, así como las opciones tecnológicas y las opiniones de las partes interesadas.

La organización debe establecer, implementar y mantener planes de acción para alcanzar sus objetivos y metas.

Los planes de acción deben incluir:

- La designación de responsabilidades.
- Los medios y los plazos previstos para lograr las metas individuales.
- Una declaración del método mediante el cual debe verificarse la mejora del desempeño energético.
- Una declaración del método para verificar los resultados.

Los planes de acción deben documentarse y actualizarse a intervalos definidos.

II.6 Indicadores de eficiencia energética en los edificios.

Usualmente la eficiencia energética se evalúa a través de los llamados indicadores de eficiencia energética que permiten medir “cuán bien” se utiliza la energía para producir una unidad de producto o prestar un servicio. Un índice energético es un parámetro que indica de qué forma se está utilizando la energía para suplir los servicios energéticos en un edificio, un indicador que posibilita evaluar los consumos energéticos ante una base comparable.

El análisis de su comportamiento histórico, de su evolución y tendencias, permite identificar oportunidades de ahorro de energía y proponer proyectos de mejora.

Los índices energéticos son también usados para comparar la forma de utilización de la energía entre diferentes edificios y entre distintas tecnologías para cubrir un servicio dado, posibilitando establecer metas y generalizar la aplicación de las mejores experiencias.

Los indicadores de eficiencia energética adoptan diferentes formas dependiendo de los objetivos buscados. Se utilizan en general como indicadores de eficiencia energética: los índices de consumo, los índices de potencia instalada, los índices de eficiencia y los índices económico-energéticos.

Índices de Consumo

Un índice de consumo o consumo específico de energía se define como la cantidad de energía por unidad de producción o servicios, medidos en términos físicos (productos o servicios prestados). Estos indicadores relacionan la energía consumida con parámetros característicos de la actividad expresados en unidades físicas. Por ejemplo, en el caso de los edificios se utilizan para el consumo total de energía los índices de $\text{kJ/m}^2\text{-año}$ o kJ/ocupante-año para la parte térmica, y para la electricidad $\text{kWh/m}^2\text{-año}$ o kWh/ocupante-año . En el caso de hospitales se utiliza también el de $\text{kWh/cama ocupada-día}$. Dependiendo de las tareas que se cumplen en el edificio o en la institución se puede determinar otros índices de consumo basados en la unidad de producción o de costo de esa institución, como por ejemplo en una universidad podría ser kWh/crédito , o en una central telefónica en $\text{kWh/par telefónico}$. (Borroto Nordelo, A., 2008)

Índices de Potencia

Los índices de potencia instalada se utilizan en las etapas de diseño, en el diagnóstico energético y para realizar análisis comparativos entre diferentes instalaciones. Estos índices en el caso de los edificios expresan la potencia instalada por unidad de área, bien la potencia total o para los diferentes sistemas por separado en W/m^2 . (Borroto, 2008)

Índices de Eficiencia

Los índices de eficiencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de equipos o sistemas específicos. Pueden expresarse de forma adimensional en fracción o en porcentaje, o por la relación de dos dimensiones de energía o potencia. Así se puede expresar que una caldera tiene una eficiencia de 85 % o que una unidad de aire acondicionado tiene una razón de eficiencia energética (Energy Efficiency Ratio) de 0.65 kW/tonelada de refrigeración. (Borroto, 2008)

Índices Económico-Energéticos

Los índices económico-energéticos relacionan una magnitud energética con una económica, tal como la intensidad energética que expresa el consumo de energía por unidad de valor añadido. En otros casos este tipo de índice relaciona dos magnitudes económicas, pero una de ellas relacionada con la energía. Tal es el caso del índice que expresa el porcentaje que representan los gastos energéticos dentro de los gastos totales de operación de un edificio.

Dentro de este tipo de indicador están también los que expresan el gasto energético por unidad de área construida, $USD/m^2\text{-año}$, o por ocupante del edificio, $USD/ocupante\text{-mes}$.

Otros Indicadores de Eficiencia Energética

En los edificios se utilizan también otros indicadores, dentro de los cuales se pueden citar como ejemplos el índice de emisiones, expresado en $kg\ CO_2/m^2\text{-año}$, indicador empleado para la certificación energética de edificios por la Unión Europea, y el indicador de consumo de agua, expresado en $m^3/ocupante\text{-día}$.

En relación con la profundidad del análisis y la interpretación de los resultados, mientras mayor sea el nivel de agregación de la información utilizada, por ejemplo, al nivel del edificio, los indicadores pueden englobar diversos efectos lo que puede hacer más difícil determinar las causas de desviaciones o comportamientos anómalos.

Un monitoreo y control energético efectivo en un edificio público requiere de la utilización de un conjunto de indicadores de diferentes tipos, y no solo al nivel general del edificio, sino estratificados hasta el nivel de las áreas y equipos mayores consumidores. (Borroto, 2008)

En la tabla II.4 se presentan los principales indicadores de eficiencia energética utilizados en los edificios públicos.

Tabla II.4: Principales indicadores de eficiencia energética utilizados en los edificios públicos. Fuente: (Borroto, 2008)

Indicador	Dimensión
Índice de consumo total de energía por área	$\text{kJ/m}^2\text{-año}$
Índice de consumo total de energía por ocupante permanente	kJ/persona-año
Índice de costo total de energía por área	$\text{USD/m}^2\text{-año}$
Índice de costo total de energía por ocupante permanente	USD /persona-año
Índice de consumo de electricidad por área	$\text{kWh/m}^2\text{-año}$
Índice de consumo de electricidad por ocupante permanente	kWh/persona-año
Índice de costo de electricidad por área	$\text{USD/m}^2\text{-año}$
Índice de costo de electricidad por ocupante permanente	USD /persona-año
Índice de consumo de agua por ocupante permanente	$\text{m}^3\text{/persona-día}$
Índice de costo de agua por ocupante permanente	USD/persona-año
Índice de emisiones por área	$\text{kg CO}_2\text{/m}^2\text{-año}$
Índice de costos (costos energéticos con respecto a costos totales)	%

Para el caso cubano ha sido muy utilizado en los procesos industriales y de servicios (generalmente en la hotelería) el Índice de consumo (IC) o Indicador de Desempeño Energético (IDEn) definido a partir del gráfico de correlación de Energía vs. Producción.

De éste gráfico se obtiene la ecuación, $E = m \cdot P + E_0$, con un nivel de correlación significativo, $R^2 \geq 0,75$ la hace válida para el trabajo y valores del término $R^2 \leq 0,75$

no se considera adecuado para considerar aceptable la correlación entre las variables.

La expresión de la función IC o $(IDEn) = f(P)$ se obtiene dividiendo la ecuación de energía entre el valor de la producción (P).

$$IC = E/P = m + E_0/P$$

$$IC = m + E_0/P \quad \text{II.1}$$

El gráfico IC vs. P es una hipérbola equilátera, con asíntota en el eje x, al valor de la pendiente m de la expresión $E = f(P)$, cuando $P \geq P_{\text{nominal}}$. Ver figura II.4.

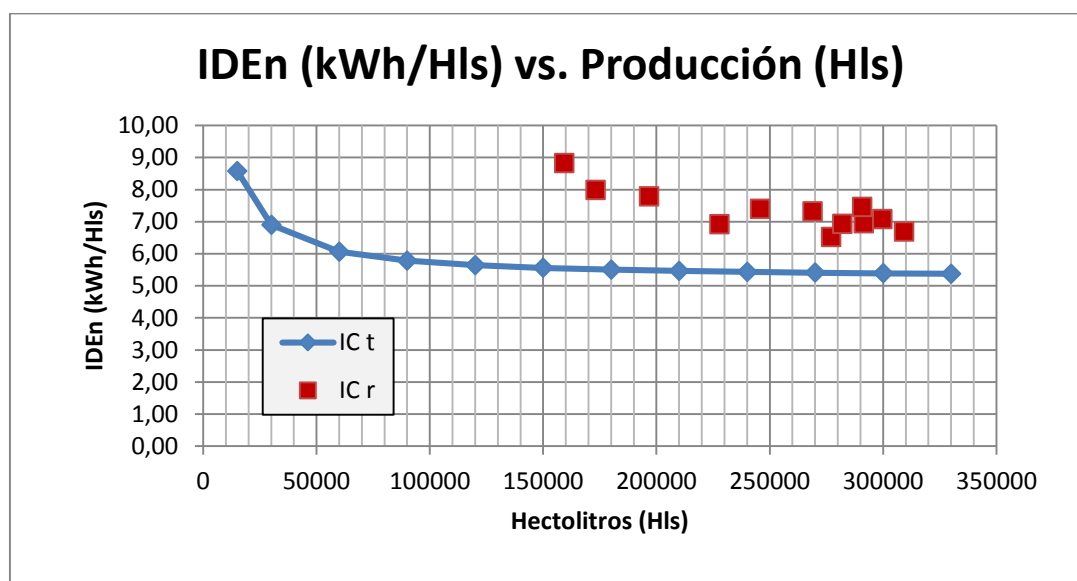


Figura II.4. Herramienta que muestra el Indicador de Desempeño Energético (IDEn) (kWh/Hls) vs. Producción en hectolitros (Hls). Fuente: *Energy Audit Manual*, 2007.

La figura II.4 muestra en azul la línea de comportamiento del IDEn en función de la producción sustituyendo valores teóricos de producción, a iguales intervalos de distribución, en la ecuación de energía de la organización. Los puntos en rojo muestran el valor de los IDENs reales obtenidos por la organización.

Es de gran utilidad esta herramienta porque permite realizar la evaluación del proceso comparando el comportamiento real obtenido del indicador con el que debería tener para igual valor de producción.

Indicaciones de cómo construir el gráfico de IDEns vs. Producción la puede consultar en (Gestión y Economía Energética, 2006).

II.7 Establecimiento de metas

Como se ha señalado anteriormente, para que exista la acción de control debe existir un objetivo, una meta a lograr, contra la cual comparar el resultado, determinar las desviaciones y ejecutar las acciones correctivas que correspondan.

Las metas deben ser retadoras y a la vez alcanzables, que impliquen avance, que presenten grados de dificultad, acordadas, colegiadas con el personal involucrado, que constituyan un compromiso de todos. Las metas deben tomar en consideración los ahorros alcanzados producto de medidas organizativas, de mantenimiento e inversiones ejecutadas para la mejora de la eficiencia energética.

Para establecer las metas se pueden utilizar diversas fuentes de información:

- Comportamiento histórico. Mejores valores del comportamiento.
- Datos técnicos del equipo o sistema.
- Benchmarks típicos y de buenas prácticas en función del tipo de edificio, sistema y equipo.
- Pruebas técnicas en condiciones controladas.

Las metas deben ser establecidas por cada centro de costos para estimular acciones positivas de gestión, y deben ser revisadas anualmente.

Usualmente las metas se establecen como parte de la política energética, por ejemplo, alcanzar una reducción del 20 % en el índice general de consumo de energía (kWh/m²-año) en los próximos 5 años, o disminuir los gastos energéticos

en un 10 % con relación al año anterior. (Borroto Nordelo, A., 2008)

Se considera aconsejable la utilización de los mejores valores obtenidos en la elaboración de la Línea Base, para con ellos obtener la Línea Base Meta. La figura II.5 muestra un ejemplo de lo dicho anteriormente.

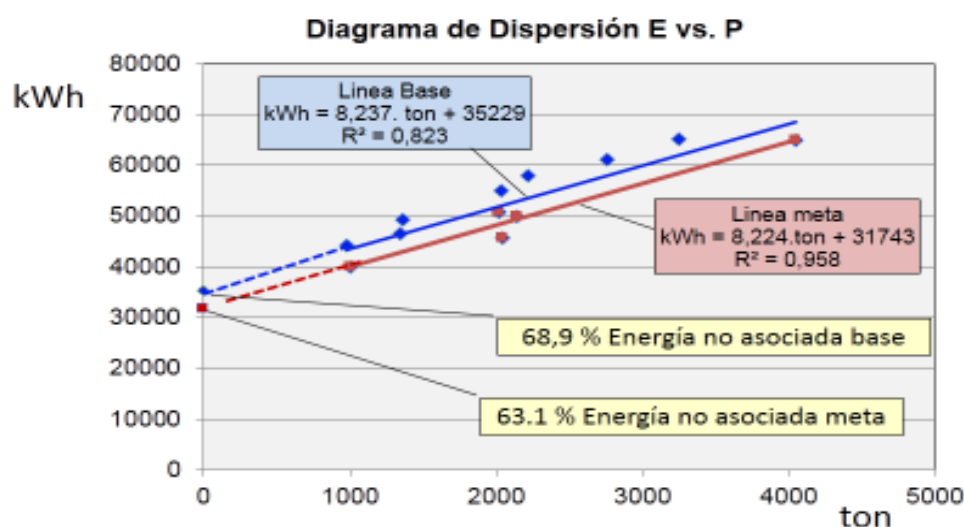


Figura II.5: Elaboración de la Línea Base Meta a partir de la Línea Base de la organización. Fuente: (Borroto Nordelo, A., 2008)

Además de los gráficos ya tratados en la Planificación Energética pueden ser usados otros tipos de gráficos como son:

II.8 Gráfico de tendencia o de 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 periodo base hasta el momento de su actualización. El gráfico de tendencia resulta útil porque permite:

- Conocer la tendencia real de la empresa en cuanto a variación de los consumos energéticos.
- Comparar la eficiencia energética de períodos con diferentes niveles de producción.
- Determinar la magnitud del ahorro o gasto en exceso en un período actual respecto a un período base.
- Evaluar la efectividad de medidas de ahorro de energía.

Para elaborar el gráfico de tendencias o de sumas acumulativas usted debe:

1. Seleccionar el período base de comparación.
2. Determinar para el período seleccionado la expresión de relación del consumo de energía y la producción asociada: $E = m.P + E_o$, con un coeficiente de correlación significativo.
3. Recopilar los valores de E y P para el período actual donde se evaluará la tendencia.
4. Elaborar la tabla de valores de tendencia según el siguiente formato:

Tabla II.5: Valores de tendencia. Fuente: Elaboración propia.

Período (día, mes, año)	E_a	P_a	$E_T = m \times P_a + E_o$	$E_a - E_T$	Suma acumulativa $[(E_a - E_T)_i + (E_a - E_T)_{i-1}]$

Donde:

E_a – energía consumida en el período actual

P_a – producción realizada asociada a E_a , en el período actual.

E_T – energía consumida en el período base si la producción hubiera sido igual a la del período actual, P_a .

m , E_o – pendiente y energía no asociada directamente al nivel de producción de la ecuación de ajuste de la línea recta obtenida para el período seleccionado como base.

$(E_a - E_T)$ – diferencia entre la energía consumidos en el período actual y la que se hubiera consumido en el período base para igual producción.

Suma acumulativa. Se acumula la suma de las diferencias. Es una suma algebraica (si un valor es negativo y otro positivo se resta). El primer período no tiene suma acumulativa; este coincide con el valor de la diferencia $E_a - E_T$.

Elaborar el gráfico en un sistema de coordenadas x, y . En el eje x se registran los períodos (mes 1, mes 2,...) y en el eje y el valor de la suma acumulativa.

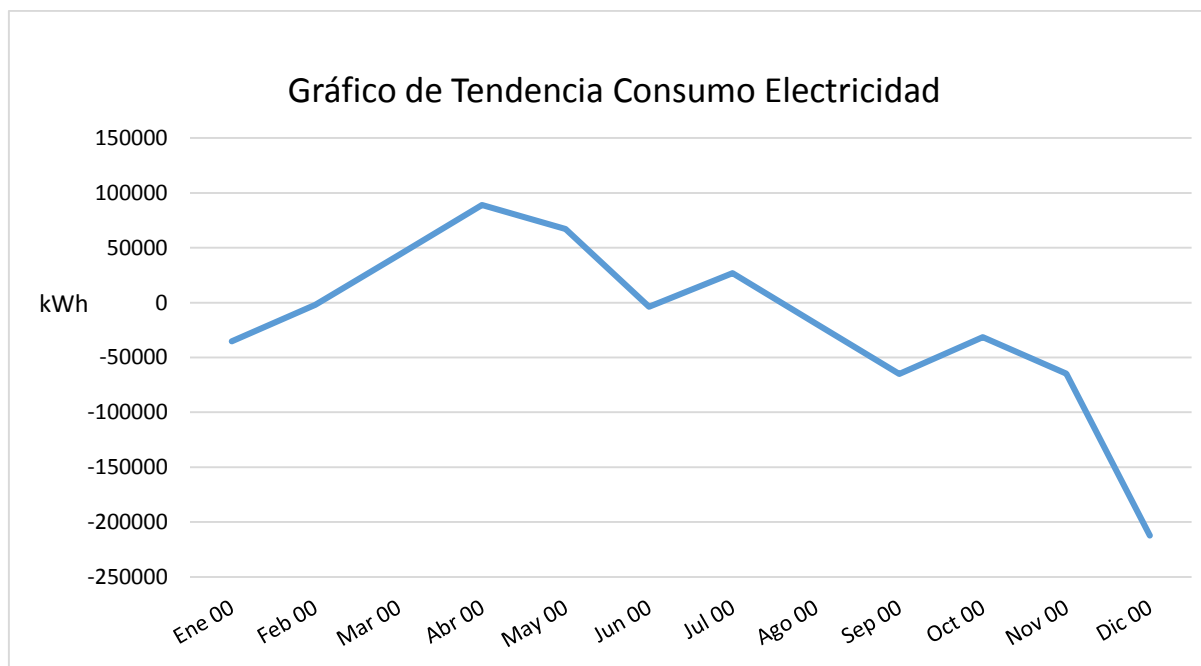


Fig. II.6: Gráfico de tendencia de consumo de electricidad. Fuente: Elaboración propia.

La utilidad del gráfico de tendencia para reducir y controlar los consumos energéticos está dada porque permite:

- Monitorear los consumos energéticos con respecto al año o el semestre anterior a nivel de empresa, área o equipos altos consumidores.
- Evaluar la tendencia de la empresa en eficiencia energética.

- Determinar la efectividad de medidas de ahorro a nivel de empresa, área o equipo.
- Cuantificar las mejoras o disminuciones de la eficiencia energética a nivel de empresa, área o equipo.

DIAGRAMA DE PARETO

Otro gráfico de mucha utilidad en el proceso de Planificación es el diagrama de Pareto. Estos son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en por ciento. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total.

El diagrama de Pareto es muy útil para aplicar la Ley de Pareto o Ley 80 – 20, que identifica el 20% de las causas que provoca el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado.

La utilidad del Diagrama de Pareto está dada porque permite:

- 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.

En el eje horizontal se escriben las categorías en orden descendente de su valor. En el eje vertical izquierdo se dibuja la escala del valor de las categorías; en el eje vertical derecho se dibuja la escala del porcentaje del valor de las categorías. Sobre las barras se escribe el valor del porcentaje de cada categoría respecto al total. Sobre el gráfico de barras se dibuja la línea que une los puntos acumulativos

de los porcentajes de las categorías seleccionados. La figura II.7 muestra un ejemplo de un diagrama de Pareto.

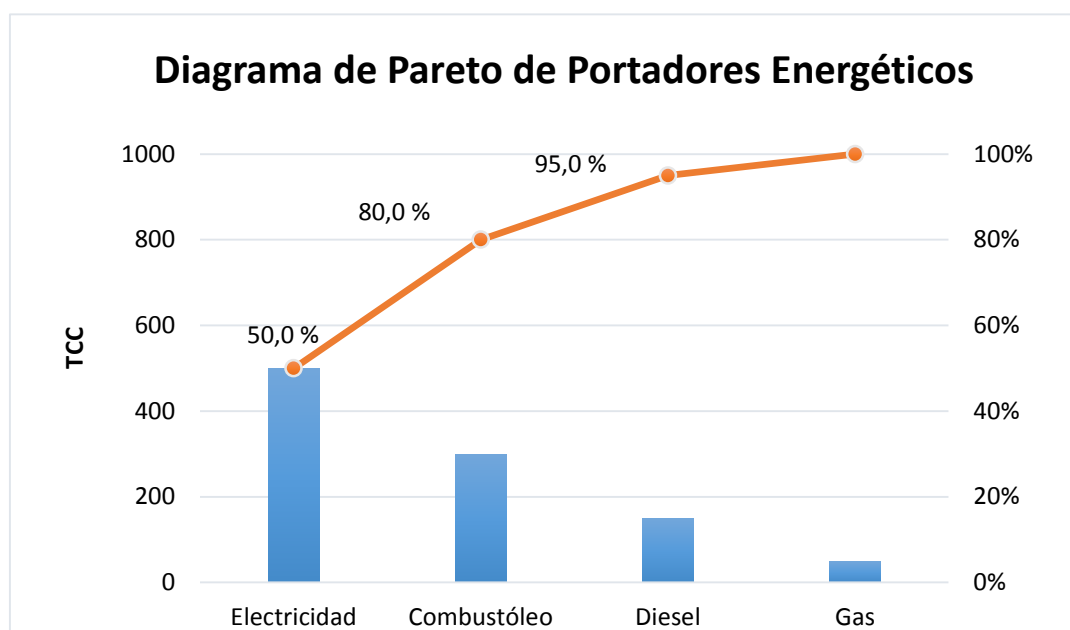


Fig. II.7. Diagrama de Pareto de portadores energéticos. Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de Pareto posibilita:

- Identificar el 20% de los portadores energéticos de las fábricas que producen el 80% del consumo total equivalente, realizando un diagrama de Pareto de los consumos equivalentes de energía (tep) por portador energético.
- Identificar el 20% de las áreas de la empresa que producen el 80% del consumo energético de un portador energético específico, realizando un diagrama de Pareto de los consumos energéticos de ese portador para las diferentes áreas que lo utilizan en la fábrica.
- Identificar el 20% de los equipos que producen el 80% del consumo energético de un portador específico, realizando un diagrama de Pareto de los consumos de ese portador para todos los equipos que lo utilizan.

- Realizar de igual forma que lo explicado en los 3 puntos anteriores, diagramas de Pareto para los costos energéticos.
- Identificar el 20% de los equipos o áreas que producen el 80% de las pérdidas energéticas equivalentes de la empresa, realizando un diagrama de Pareto de las pérdidas energéticas equivalentes para todos los equipos donde estas son significativas.

Haciendo uso del método de estratificación para el control y reducción de los consumos y costos energéticos se puede:

- Identificar el número mínimo de equipos que provocan la mayor parte de los consumos totales equivalentes de energía de la empresa (“Puestos Claves”).
- Identificar el número mínimo de las causas de pérdidas que provocan la mayor parte de los sobreconsumos de energía de la empresa.
- Identificar el número mínimo de áreas o equipos que provocan los mayores costos de energía de la empresa.
- Identificar factores o variables de control que pueden influir sobre los consumos, pérdidas y costos energéticos.
- Identificar causas de comportamientos no esperados de las variaciones de los consumos energéticos.

II.9 Conclusiones parciales

1. Se caracterizó la etapa de planificación energética como una de las más importantes dentro del ciclo (P-H-V-A), incluyéndose dentro de ella requisitos tales como:
 - Requisitos legales y otros requisitos.
 - Revisión energética.
 - Línea base energética.
 - Índices de desempeño energético.
 - Objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía.

2. Se describieron las herramientas a emplear para darle cumplimiento a estos requisitos, siendo estas:
 - Diagrama de Pareto
 - Gráfico de consumo de energía y producción en el tiempo.
 - Análisis de regresión.
 - Análisis de CUSUM.
 - Gráfico base 100.
3. Mediante el análisis del uso y consumo de la energía se puede conocer las áreas de mayor consumo y algunos potenciales de ahorro en cada una de ellas.
4. Para desarrollar una buena revisión energética se debe de analizar el uso y consumo de la energía donde se identifican las fuentes de energía y se evalúe el uso y consumo pasado y presente de la energía.
5. Mediante el gráfico de Energía vs. Producción, se tiene la ecuación energética de la organización y un coeficiente de determinación R^2 aceptable cuando $R^2 \geq 0.75$, entonces se puede tomar esta ecuación para dar futuros pronósticos de energía para diferentes niveles productivos.

Capítulo III

Capítulo III. Resultados

III.1 Caracterización de la División Territorial Copextel Cienfuegos.

La Corporación Copextel, S.A fue fundada el 27 de febrero de 1985, esta corporación tiene divisiones en todas las provincias del país entre ellas se encuentra División Territorial Cienfuegos la cual se encuentra ubicada en los 22°09'43.58" N 80°26'43.49" W, con sede en Calle 63 km 3 Pueblo Griño, Cienfuegos, es una organización flexible y competitiva, con un capital humano motivado y comprometido con sus clientes, la organización y la sociedad. Su objeto social es:

- Ejecutar las operaciones de comercio exterior relacionadas con la exportación e importación de bienes y servicios, según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Exterior y la Inversión Extranjera.
- Comercializar y arrendar productos no alimenticios, tanto importados como adquiridos en el mercado nacional.
- Brindar servicios de diseño, proyectos, integración, instalación y puesta en marcha, de consultoría, capacitación, de asistencia técnica y servicios técnicos de revisión y diagnóstico, así como de reparación y mantenimiento de los equipos y sistemas tecnológicos que se comercializan.
- Producir, ensamblar y comercializar bienes como complemento a los proyectos que realizan.

La figura III.1 muestra esquemáticamente la ubicación geográfica y la empresa.

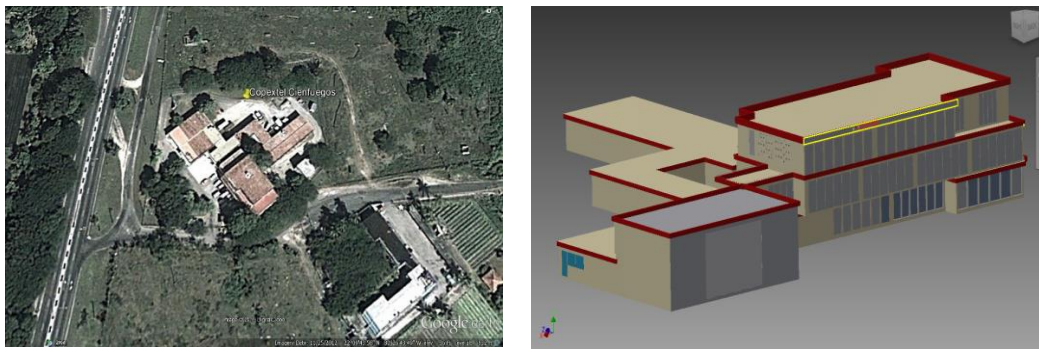


Fig. III.1 Ubicación geográfica y vista de la Empresa Copextel S.A.

III.2 Descripción del caso de estudio.

En la provincia de Cienfuegos una de las principales empresas que presta servicios a la población ya sea servicios técnicos, de ofimática, entre otros, es la División Copextel S.A. Debido a la importancia que representa reducir gastos y aumentar la eficiencia energética en las empresas cubanas surge el interés de la institución de aplicar un SGE en la empresa en junio del 2015.

La Empresa cuenta con un edificio de 3 pisos donde se encuentran las oficinas administrativas, talleres, y un Showroom en el cual se muestran y venden, productos a empresas estatales. (figura III.2)



Fig. III.2 Edificio administrativo de Copextel Cienfuegos.

Esta empresa tiene una característica especial ya que su producción principal es la prestación de servicios a entidades estatales y particulares, la mayoría de estos servicios se prestan son fuera de la institución, factor esencial a la hora de elaborar el Indicador de Desempeño Energético (IDEn).

III.3 Caracterización energética preliminar.

Resulta necesario caracterizar el nivel de la gestión energética que se realiza en el edificio, tanto al inicio de la implementación de un sistema de gestión energética para establecer el punto de partida, la línea base, como periódicamente para evaluar los avances que se logran y las insuficiencias que persisten en el proceso.

La caracterización del nivel de la gestión energética en una institución se puede realizar utilizando diversos métodos y herramientas, pero en general, se evalúa la situación en los seis aspectos claves de la gestión energética:

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

Matriz de Gestión Energética:

En la figura.III.3 se muestra la matriz de gestión energética, para la confección se aplicaron varias entrevistas tanto a la alta dirección como a técnicos de la empresa donde se solicitó información sobre la gestión de la energía. En este método se elaboró una matriz en la que están presentes los seis aspectos claves de la gestión energética. 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 empresa no presenta una integralidad de la gestión energética, a su vez que caracterizó la situación energética en la cual se encuentra. (figura. III.3)

MATRIZ DE GESTIÓN ENERGÉTICA						
	Política Energética	Organización	Información y comunicación	Monitoreo y Control	Divulgación y capacitación	Inversiones
4	Se cuenta con una política y un sistema de gestión energética aprobados por el Consejo de Dirección (CD) que revisa sistemáticamente los resultados.	El sistema de gestión energética está totalmente integrado a la estructura de gestión empresarial, existe una clara delegación de responsabilidades en el control del 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 establece metas, monitorea índices energéticos efectivos en equipos claves e identifica las desviaciones, cuantifica los costos 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 cuenta con una política energética aprobada por el CD. No está implementado un sistema de gestión energética. El CD revisa sistemáticamente el tema energético.	Se tiene un responsable de energía y un comité de energía presidido 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 las áreas y equipos de consumo significativo de energía.	Monitoreo y establecimiento de metas en equipos claves, pero no se cuantifican 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 realizan contactos no vinculantes con los responsables de las áreas y equipos de consumo significativo de energía a través del encargado de energía.	Monitoreo y establecimiento de metas basadas en las mediciones generales y en 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 de energía y algunos responsables de las áreas y equipos de consumo significativo de energía.	Reporte de costos energéticos basado en la facturación.	Contactos informales para promover la eficiencia energética.	Solo se implementan medidas de 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 realiza contacto 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.

Fig.III.3 Matriz de Gestión Energética de la empresa. Fuente: Elaboración propia.

III.4 Revisión Energética.

❖ Balance de Energía

La institución satisface sus necesidades energéticas con el uso de cuatro portadores energéticos: electricidad, diésel, gasolina y gas licuado. En la figura III.4 se muestra un diagrama de bloque con el uso final de cada uno de estos portadores dentro de la empresa. En el **Anexo 1** se resume el consumo mensual de estos durante los años 2014 y 2015.

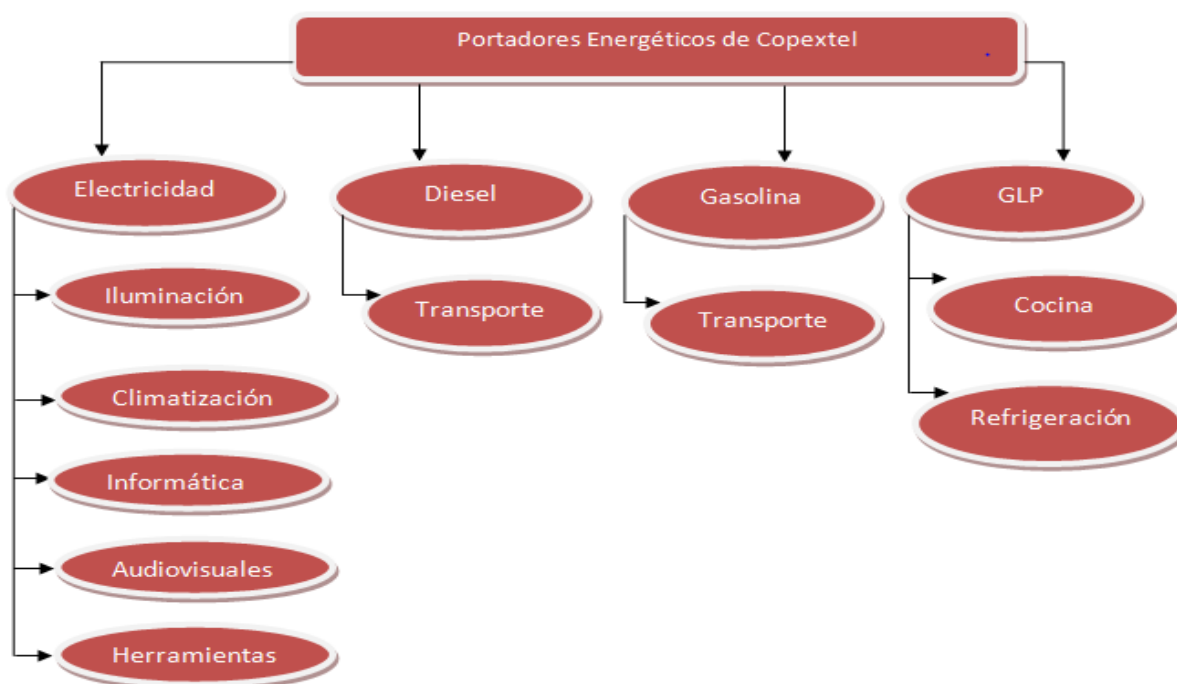


Fig.III.4 Diagrama de bloques del uso de los portadores energéticos en Copextel. (Fuente: Elaboración Propia)

En las tablas III.1 y III.2 se observa el consumo de los portadores energéticos convertidos a toneladas equivalentes de petróleo (TEP) de acuerdo al factor correspondiente para el año 2014 y 2015. Las relaciones de los portadores energéticos son:

1. Electricidad.
2. Diésel.
3. Gasolina
4. Lubricante
5. Gas Licuado

Tabla III.1: Consumo de portadores energéticos en la empresa COPEXTEL en el 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Portador	Unidad	Cantidad	TEP	%	% Acumulado
Electricidad	MWH	200,58	70,24	62,97	62,97
Diésel	Lts	4 0252,00	32,42	29,06	92,03
Gasolina	Lts	14 558,00	7,87	7,06	99,09
Lubricantes	Lts	796,00	0,71	0,64	99,73
Gas Licuado	Lts	657,50	0,31	0,28	100
Total			111,56	100	100

Tabla III.2 Consumo de portadores energéticos en la empresa COPEXTEL en el 2015.

Fuente: Elaboración Propia

Portador	Unidad	Cantidad	TEP	%	% Acumulado
Electricidad	MWH	206,08	72,17	55,42	55,42
Gas Licuado	tn	0,33	0,39	0,30	55,71
Diesel	tn	36,88	38,85	29,83	85,54
Gasolina Esp	tn	6,79	9,22	7,08	92,63
Gasolina Reg	tn	6,55	8,87	6,81	99,43
Lubricantes	tn	0,736877	0,74	0,57	100,00
Total			130,23	100	100

En las figuras III.5 y III.6 se representan en un gráfico de Pareto, el consumo promedio de los portadores energéticos en TEP (Toneladas Equivalentes de Petróleo) del 2014 y 2015 en la empresa. Como se observa la electricidad y el diésel representan más del 90% en el año 2014 y más del 85% en el año 2015. A partir de aquí se identificó el 20% de los portadores energéticos de las fábricas que producen el 80% del consumo total equivalente.

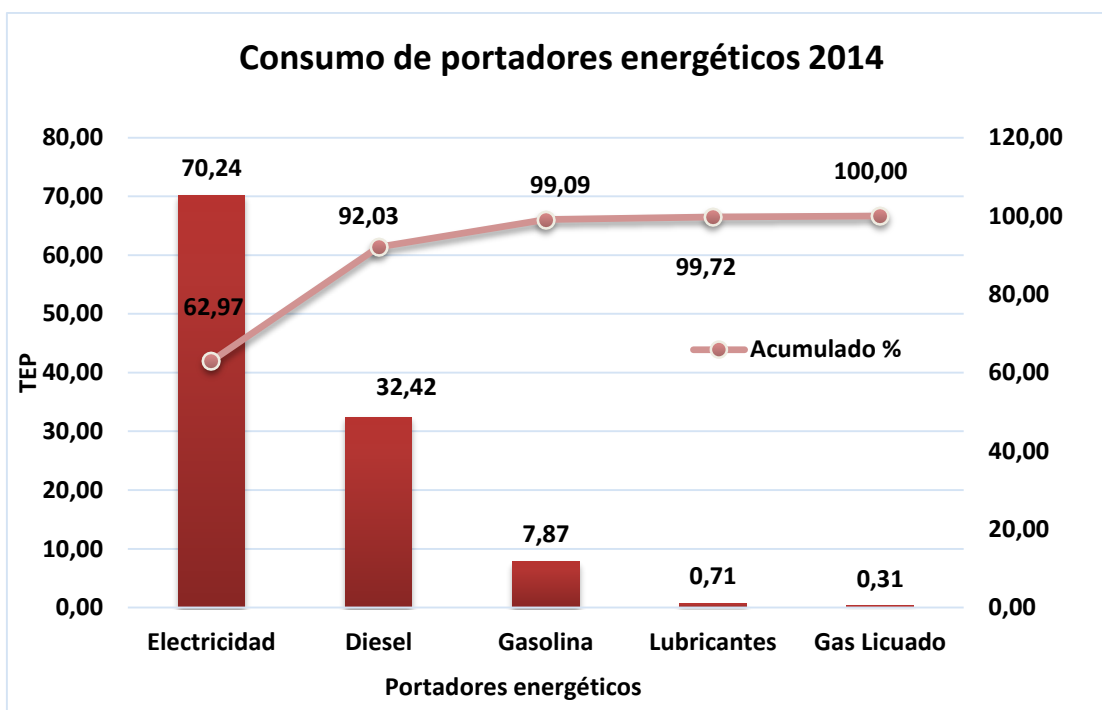


Fig. III.5: Consumo de los portadores energético en el año 2014. Fuente: Elaboración propia.

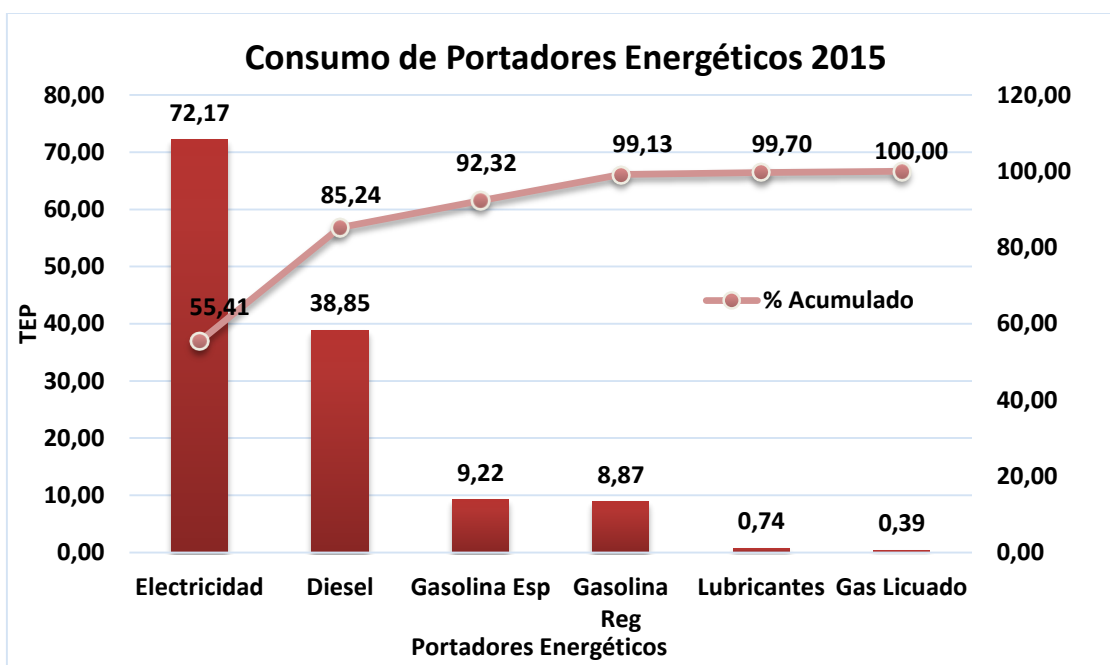


Fig. III.6: Consumo de los portadores energéticos en el año 2015. Fuente: Elaboración propia.

El consumo de energía eléctrica de la empresa se mide a través de un solo metro contador general, que registra el consumo diario para todas las áreas. Por ser el portador energético de mayor impacto en la prestación de servicios, el análisis energético está dirigido a lograr un uso eficiente del mismo.

III.4.1 Censo de carga.

El censo de carga consiste en un inventario realizado por tipo de portador energético (calor, electricidad, etc.) de todos los consumidores de energía por área, que están instalados y son usados en los diferentes procesos de trabajo de la empresa. Este puede ser realizado mediante los datos nominales del equipo y un aproximado del tiempo de funcionamiento o midiendo su consumo directamente

Para la realización del censo de carga en la empresa, se hizo el levantamiento general de los equipos instalados en las diferentes áreas de la empresa. 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.

A partir de este censo se realizaron los diagramas de Pareto los cuales manifestaron que áreas, locales y equipos consumen alrededor del 80% del total de energía consumida en la empresa.

En el **Anexo 2** y **Anexo 3** se muestra el formato realizado para el censo de cargas de equipos eléctricos o térmicos y de alumbrado, mientras que en el **Anexo 4** se encuentran las tablas correspondientes a la potencia instalada tanto de equipos eléctricos como de alumbrado, su consumo diario, mensual y total de áreas y locales de la empresa.

Las áreas seleccionadas en la empresa para el análisis son:

1. 1^{er} Piso
2. 2^{do} Piso

3. 3^{er} Piso
4. Talleres
5. Showroom

III.4.2 Análisis del consumo de energía eléctrica.

Para el análisis del consumo de energía eléctrica se tuvieron en cuenta los datos disponibles del año 2014 y 2015:

Se analizan la tarifa contratada y sus características fundamentales.

La tarifa eléctrica contratada por la empresa es la **M1-C**, la cual brinda un servicio de Media Tensión con una actividad diaria inferior a las 12 horas.

Aplicación: Se aplicará todos los servicios de consumidores clasificados como Media Tensión con actividad menor de 12 horas diarias.

Para cada kWh consumido en cualquier momento del día:

$$(0.0254\$/\text{kWh} \cdot K + 0.064\$/\text{kWh}) \cdot \text{Consumo en cualquier momento (kWh)} \quad 3.1$$

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

- El valor de demanda máxima contratada será en cualquier periodo del día.
- De no contarse con la medición de la demanda máxima, esta se considerará como el 90% de la capacidad en kVA del banco de transformadores que alimenta el servicio, por lo que no habrá penalizaciones por exceso de la demanda máxima.
- Si la demanda máxima registrada 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.
- Solo se permitirá contratar dos valores de demanda al año por dos periodos no menores de tres meses a los consumidores cíclicos.
- Se aplican el factor de potencia y el factor K.

Donde:

Factor K: Se establece trimestralmente por el Ministerio de Finanzas y Precios. La UNE solo puede modificar este mensualmente en valores del 10 %.

En otras consideraciones de la tarifa se aplica el factor de combustible y el factor de potencia: de 0.90 hacia bajo se penaliza, de 0.90-0.92, ni se penaliza ni se bonifica y de 0.92 hacia arriba se bonifica, lo máximo es 0.96. La demanda máxima contratada con la Empresa Eléctrica por Copextel es de 100 kW. (Ministro de Energía y Minas, 2011)

III.5 Análisis de la potencia instalada en cada área de la empresa

En la Tabla III.3 se muestra la potencia instalada en cada área, la cual se pudo determinar a través de los datos recopilados en el censo de cargas realizado.

Tabla III.3: Potencia total instalada en cada área. Fuente: Elaboración propia.

Áreas	Potencia Instalada(kW)	% Total	%Acumulado
2do Piso	118,55	34,15	34,15
1er Piso	103,29	29,75	63,91
3er Piso	65,12	18,76	82,66
Showroom	39,49	11,38	94,04
Taller Serv. Electrodoméstico	20,69	5,96	100,00
Total	347,14		

En la figura. III.7 se muestra el gráfico de Pareto de la potencia instalada en cada una de las áreas de la empresa:

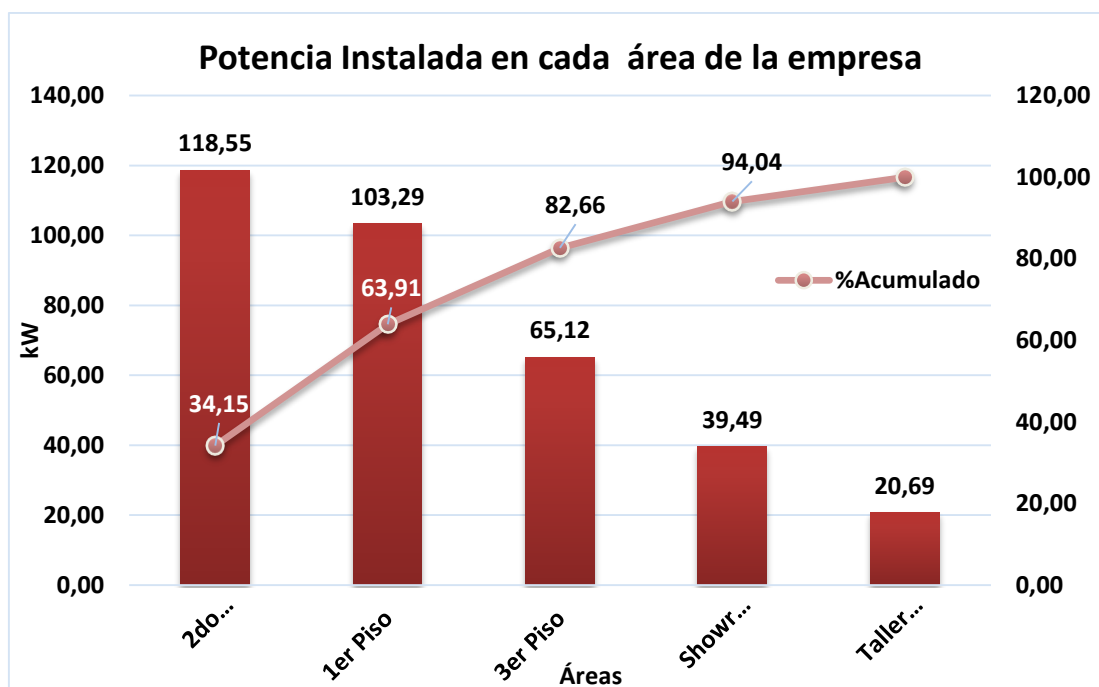


Fig.III.7 Potencia instalada en cada una de las áreas. Fuente: Elaboración Propia.

En la figura III.7 se aprecia que tres de las cinco áreas de la empresa presentan la mayor potencia instalada con más del 80% de la potencia instalada en la empresa. El segundo piso es el área de mayor relevancia en potencia instalada con 118.5 kW, la cual tiene la mayor cantidad de locales estratificados a su vez en el **Anexo 4.1**.

III.6 Análisis del consumo de energía eléctrica y demanda contratada.

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. (*Gestión y Economía Energética*, 2006)

En el gráfico de control realizado tanto el límite inferior como superior fueron de 2σ para hacer el control lo más restringido posible.

Estos gráficos permiten analizar los siguientes aspectos:

- Años de menor y mayor consumo de energía eléctrica.
- Meses de menor y mayor consumo de energía eléctrica.
- Períodos donde ocurren los mayores y menores picos de consumo de energía eléctrica. Observándose el comportamiento del consumo de energía eléctrica en el horario del día.
- Verificar si el consumo de energía eléctrica está bajo control.
- Establece un promedio de consumo de energía eléctrica anual.
- Establecer los límites de control superior e inferior del consumo de energía eléctrica.
- Posibilidad de recontractación de la demanda máxima y obtener ahorros en los costos por este concepto.

III.6.1 Análisis de la demanda contratada.

En la figura III.8 se muestra el comportamiento de la demanda real vs demanda contratada en la empresa. A partir de la representación se pudo analizar que la demanda real para ese año en ningún período superó a la demanda contratada, estando a su vez muy por debajo de la contratada por la empresa de 120 kW, existiendo la posibilidad de recontractar esta última.

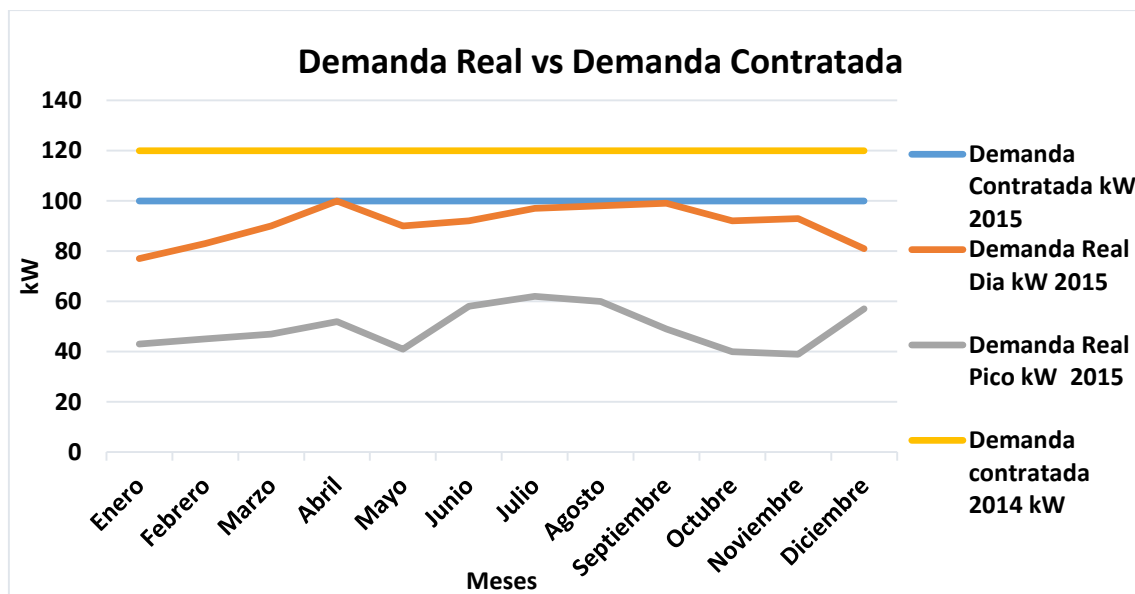


Fig.III.8: Gráfico de demanda real vs demanda contratada. Fuente: Elaboración Propia.

En el año 2014 Copextel realizó una recontractación de la demanda disminuyéndola de 120 kW a 100 kW, en la figura anterior se puede observar que la demanda contratada actualmente se ajusta mejor a la demanda real de la empresa, aunque en algunos meses el valor de esta llega prácticamente al límite de la contratada, este reajuste debería de estudiarse ya que con la incorporación de nuevos equipos eléctricos podrían ser penalizados por sobrepasar la demanda contratada.

A continuación, la figura III.9 y III.10 muestra los gráficos de consumo de energía eléctrica mensual en los años 2014 y 2015 de la empresa a partir del análisis de la factura eléctrica para estos años, caracterizados de tres maneras (Consumo día, pico y madrugada). En el **Anexo 5** se muestran las tablas del consumo por factura eléctrica mensual para ambos años.

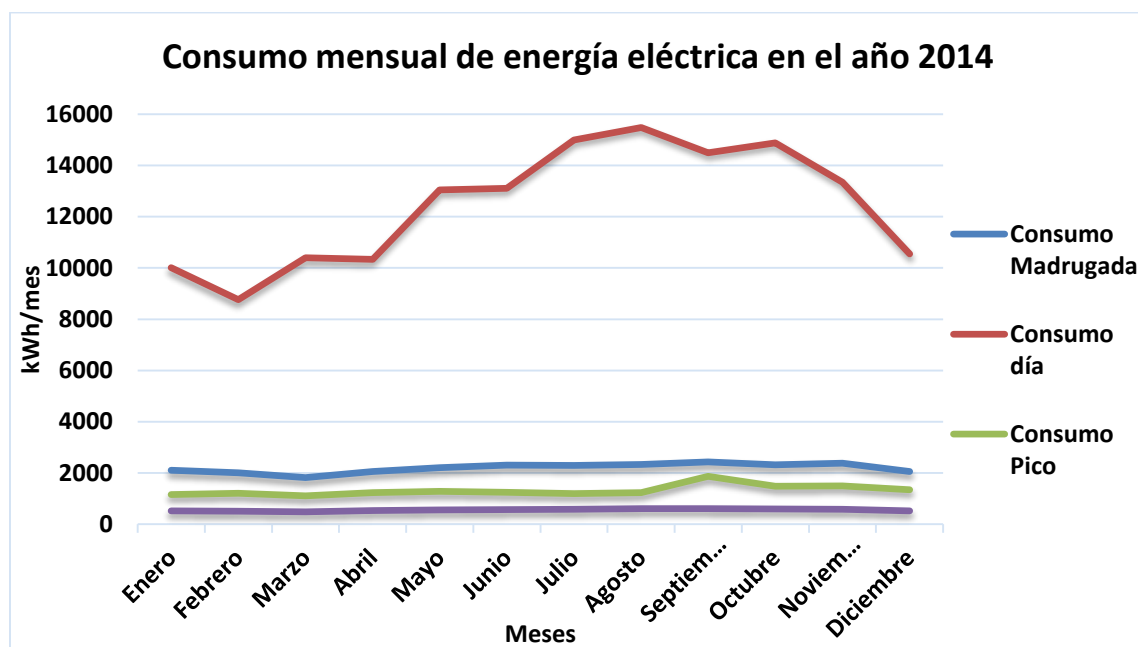


Fig. III.9 Consumo mensual de energía eléctrica en el año 2014. Fuente: Elaboración Propia.

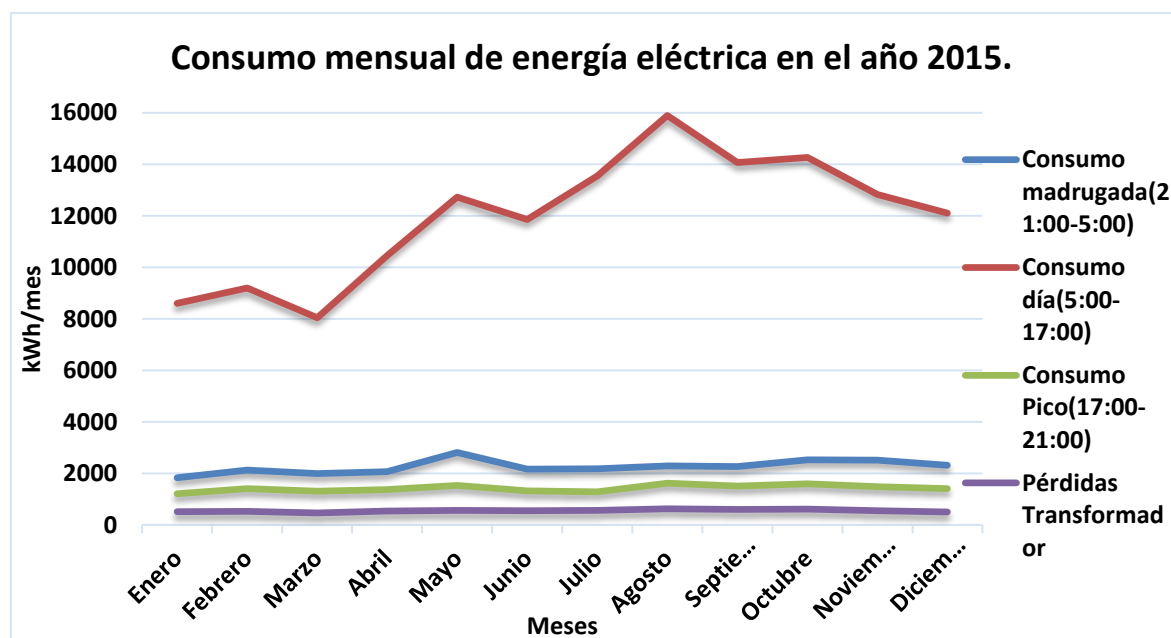


Fig. III.10 Consumo mensual de energía eléctrica en el año 2015. Fuente: Elaboración Propia.

El mes de agosto presentó el mayor consumo de energía eléctrica para los dos años en el horario del día debido a las altas temperaturas, provocando un mayor tiempo de trabajo en los equipos de climatización en oficinas y talleres en este mes. Por otra parte, el mes de menor consumo fue el de marzo 2014, ya que debido al período invernal y a las temperaturas más frescas, se reduce el trabajo de los equipos de climatización lográndose así una disminución en el consumo de energía eléctrica.

El consumo total, es posible analizarlo a partir de un gráfico de control como el de la figura III.11 y III.12:

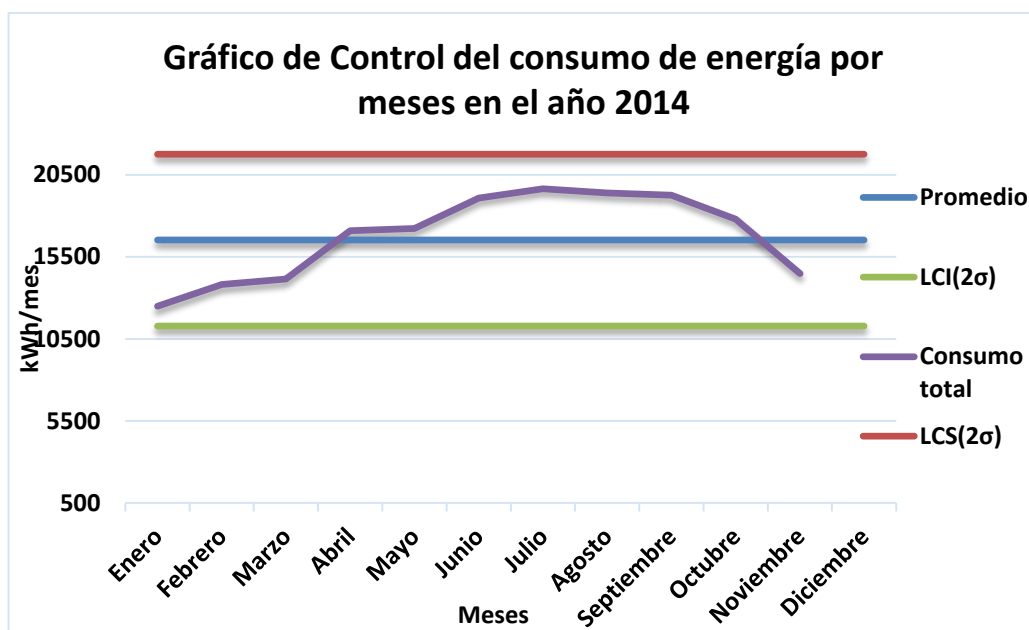


Fig. III.11 Gráfico de control del consumo de energía eléctrica en el año 2014. Fuente: Elaboración Propia.

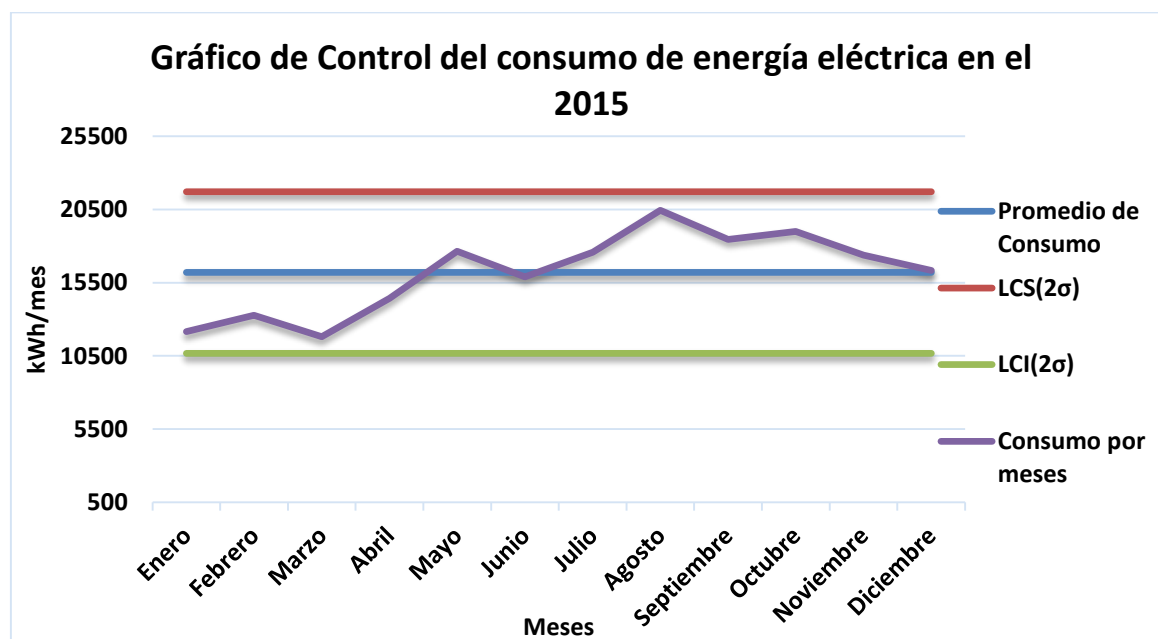


Fig. III.12 Control del consumo de energía eléctrica en el año 2015. Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede observar en la figura III.11 y III.12 el consumo de energía eléctrica estuvo dentro de los límites de control superior e inferior para los dos años, a partir del mes de abril hay un aumento de la línea de consumo sobrepasando el consumo promedio debido a las elevadas temperaturas exteriores y por consiguiente mayor trabajo de los equipos de climatización en los talleres y oficinas, los cuales son los mayores consumidores de la empresa. (Ver figura III.16).

Las figuras. III.13 y III.14 muestran el comportamiento del consumo de energía para los años 2014 y 2015, respaldando que donde se registra el mayor consumo de energía es para la jornada laboral del día representando las $\frac{3}{4}$ partes del consumo total de la entidad.

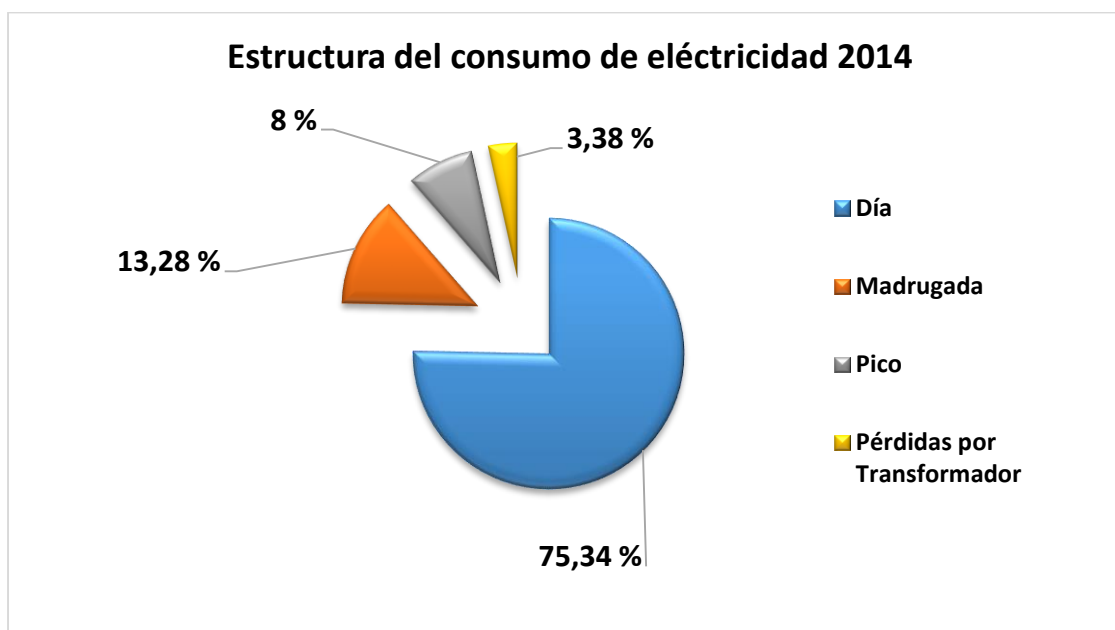


Fig. III.13: Estructura del consumo de electricidad 2014. Fuente: Elaboración Propia.

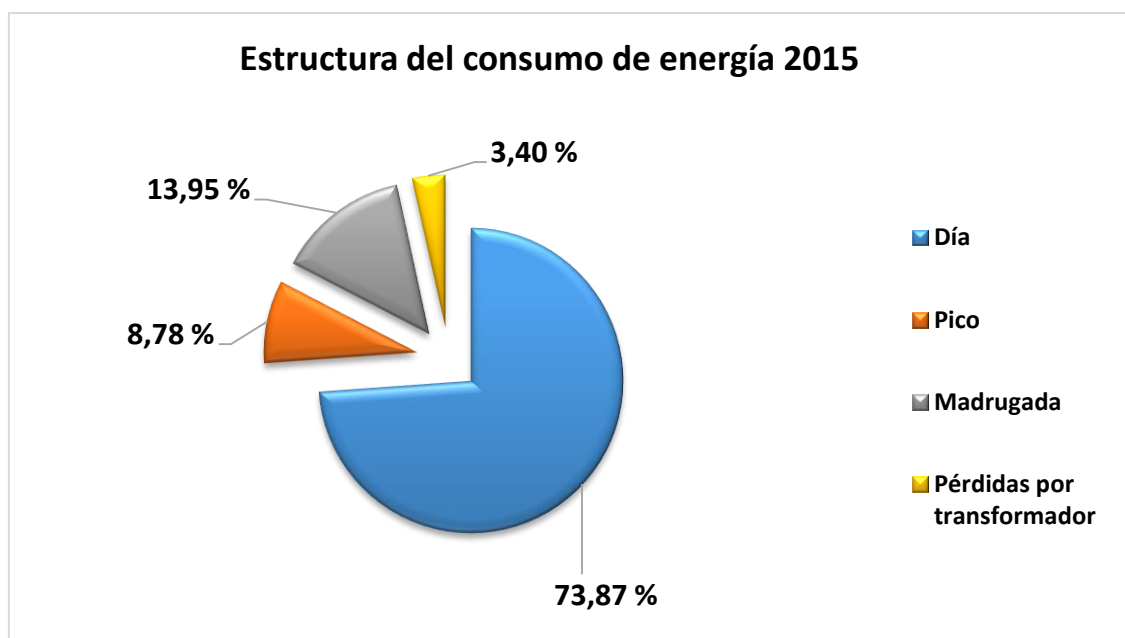


Fig. III.14: Estructura del consumo de electricidad 2015. Fuente: Elaboración Propia.

A partir de quedar caracterizado para ambos años el consumo de electricidad, es necesario enfocar el análisis a las áreas mayores consumidoras. En la figura. III.15 queda caracterizado a partir de un diagrama de Pareto el consumo de energía de todas las áreas de la empresa, este permitirá conocer cuál o cuáles áreas representan el 80 % del consumo total, pudiendo quedar el análisis enmarcado a estas fundamentalmente. En este caso el edificio administrativo se convierte en el centro del estudio, con los tres pisos como áreas más consumidoras sobresaliendo el 2^{do} piso.

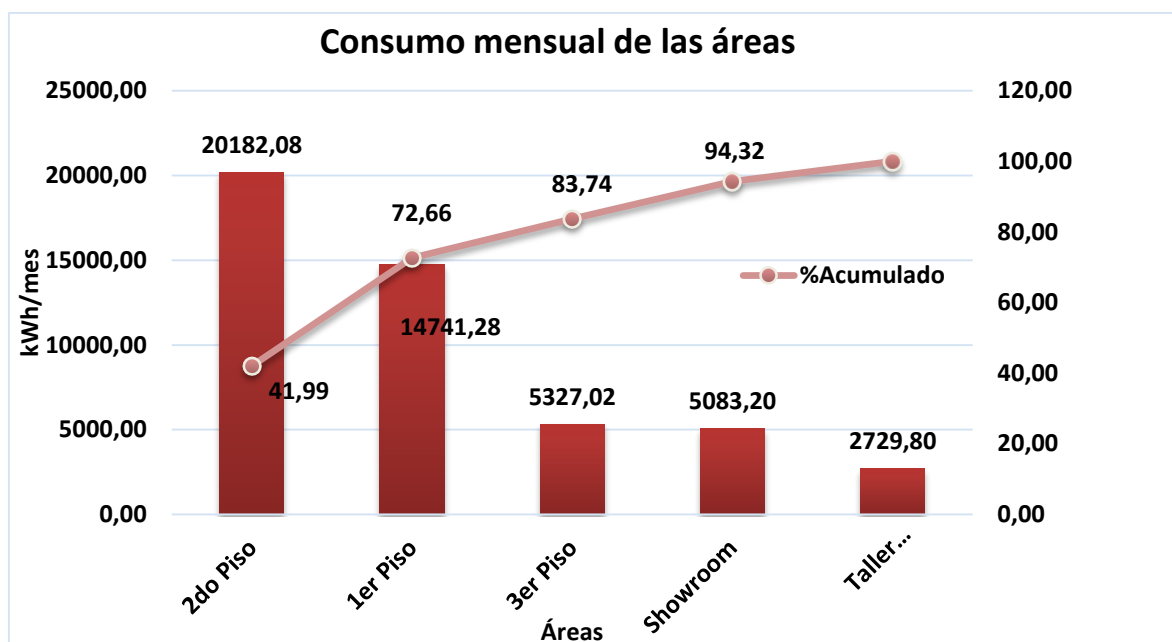


Fig. III.15 Consumo mensual en las áreas de la empresa. Fuente: Elaboración Propia.

Cuando investigamos la causa de un efecto, después de realizar un Pareto identificando la causa general, es necesario realizar una estratificación buscando la causa particular del efecto, aplicando estratos más profundos mediante los Pareto.

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. (*Gestión y Economía Energética*, 2006).

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.

Una vez determinada las áreas más consumidoras, es posible caracterizar los locales y luego equipos más consumidores dentro de estas, todo esto con un peso importante dentro del análisis de la energía debido a que las oportunidades de ahorro pueden estar enfocadas desde un local en particular hasta un equipo determinado. En el **Anexo 6** se muestra la estratificación realizada en cada una de las áreas.

La figura III.16 representa los locales más consumidores de energía eléctrica

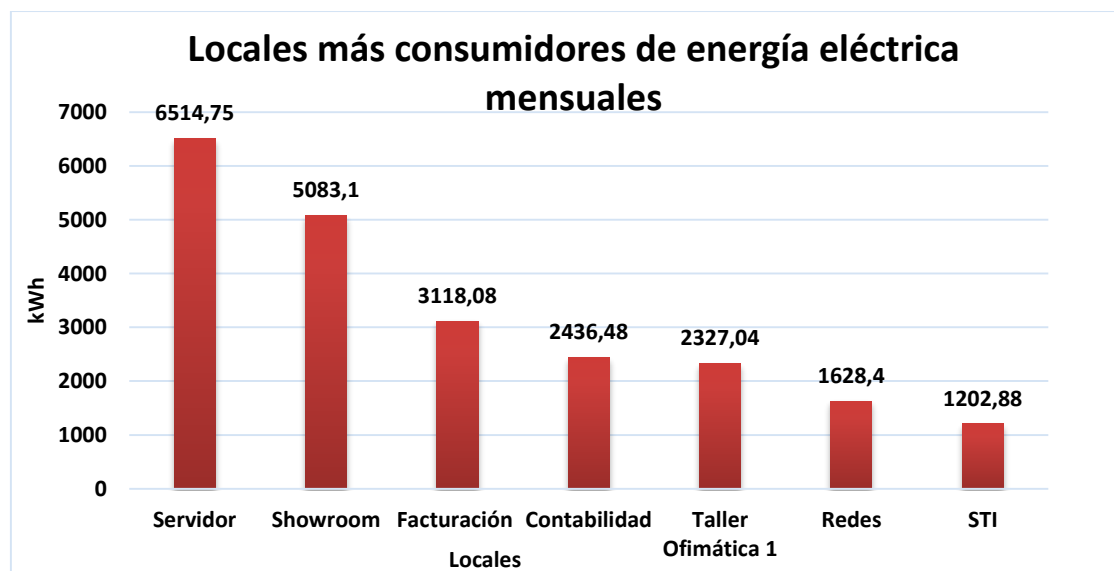


Fig. III.16: Locales más consumidores de energía eléctrica en la empresa. Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en este gráfico, el local más consumidor de toda la empresa es el Servidor ya que por sus características computacionales todos los equipos eléctricos permanecen encendido las 24 horas del día, provocando esto un elevado consumo de energía, además el Showroom debido a ser un espacio con un volumen bastante elevado a climatizar contando con dos unidades Tipo

Split de capacidad 5 TR. La figura III.17 representa el análisis de los equipos de climatización más consumidores de todos los locales.

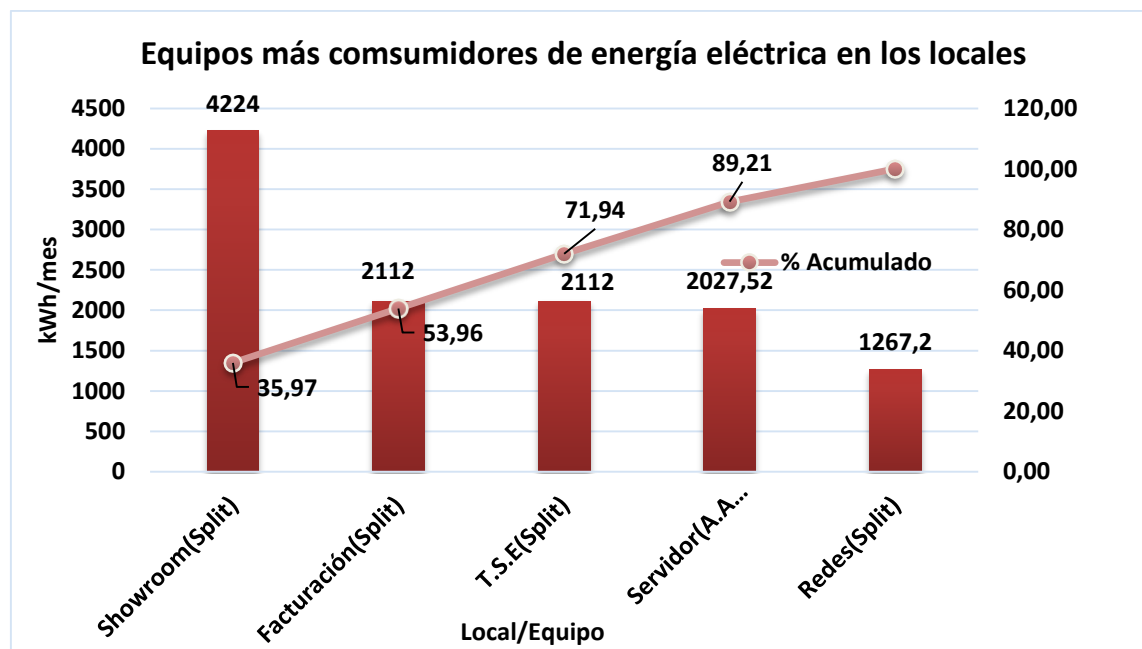


Fig. III.17: Gráfico de los equipos más consumidores en las distintas áreas. Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en el gráfico anterior los equipos de climatización son los más altos consumidores de energía eléctrica en toda la empresa siendo los A.A tipo Split del Showroom los más consumidores. Un análisis del nivel de utilización de estos es fundamental, el menor y mayor factor se corresponde además con el perfil de consumo de energía en función de la temperatura exterior.

La figura III.18 representa el consumo mensual de las áreas por el uso de los equipos de climatización de la empresa. En el **Anexo 7** se muestra el consumo mensual de cada uno de los locales por el uso de la climatización.

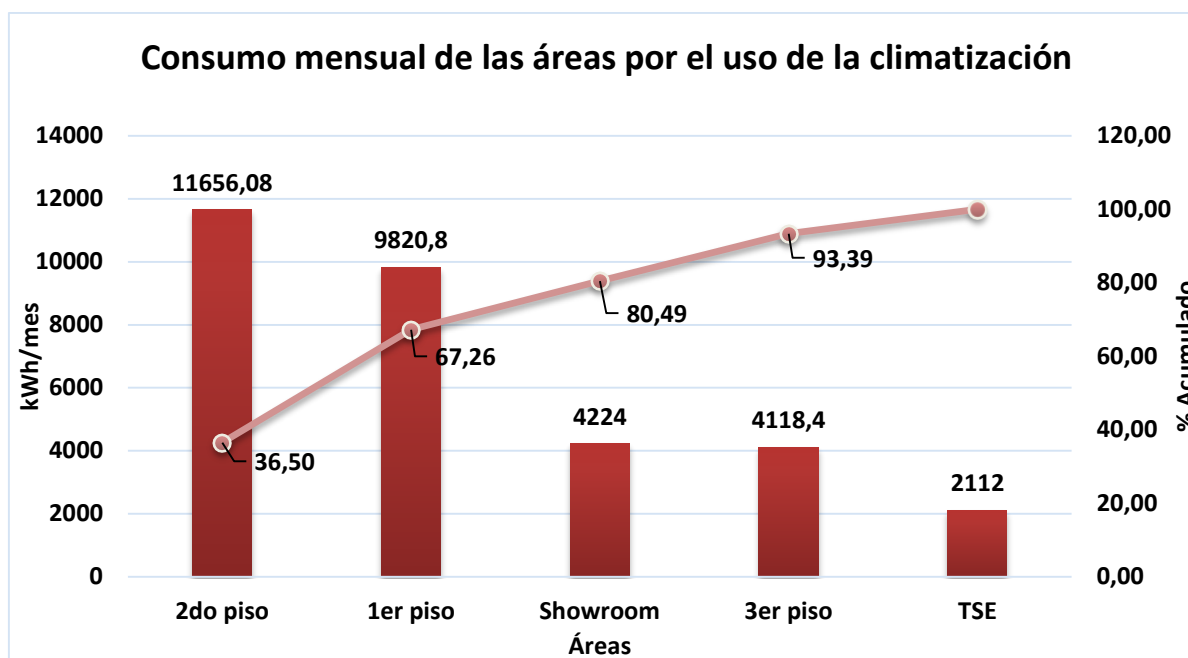


Figura III.18: Consumo mensual de los equipos de climatización. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar el área de mayor impacto por el uso del clima es el 2^{do} piso con un consumo de 11 656,08 kWh/mes. En el 3^{er} piso se encuentra un local cerrado con un A.A tipo Ventana de 2TR, al ser ocupado este local el consumo de clima para esta área aumentaría en 844.8 kWh/mensual con un consumo total de 4 963,2 kWh/mes.

La figura III.19 muestra el consumo de climatización con respecto al total consumido en la empresa, representando esta el 66.44 % aproximadamente 2/3 del consumo total, de aquí el nivel de importancia que representa el establecimiento de medidas de ahorro enfocadas a la reducción del consumo de energía de estos equipos.

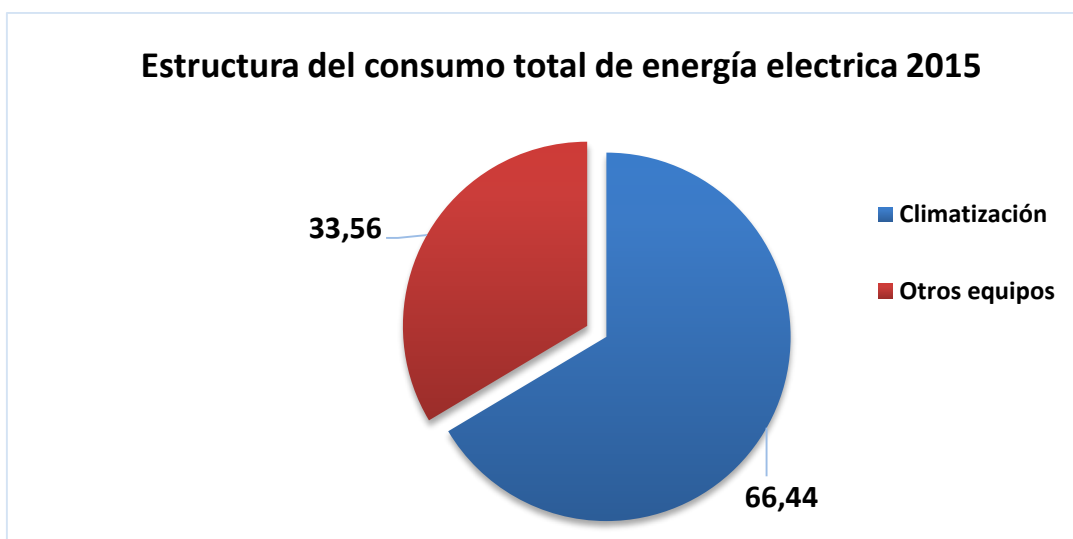


Figura III.19: Estructura de consumo de energía eléctrica en la empresa. Fuente: Elaboración propia.

El consumo obtenido para los equipos de climatización es teórico, ya que se toman valores de potencia y tiempo invariables en el mes, en la figura III.20 se muestra el por ciento de utilización respecto al consumo real de la empresa.

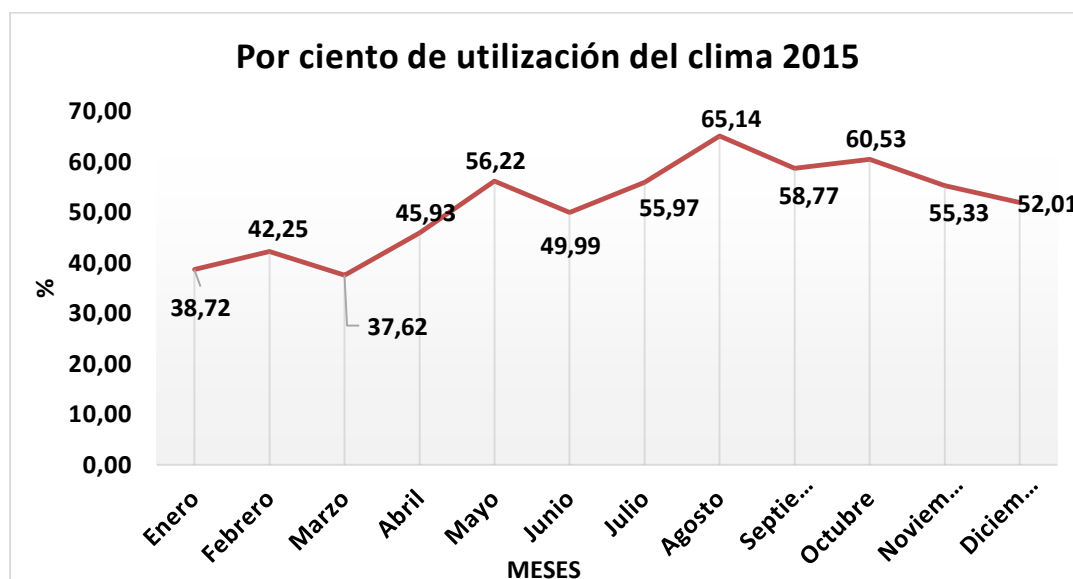


Fig.III.20: Factor de utilización de la climatización para el 2015. Fuente: Elaboración Propia.

III.7 Línea base consumo de E. Eléctrica vs. $m^2 \cdot DG$.

La producción de la empresa Copextel está fundamentada en los ingresos por la prestación de servicios, la mayoría de estos fuera de la entidad, cosa que dificulta la elaboración de una línea base que refleje realmente el comportamiento de la energía. En algunos trabajos la línea base es definida por la relación entre el consumo eléctrico y el área del lugar en cuestión, en nuestro caso al realizarla de esta manera quedaban los puntos de forma tal que era imposible determinar la línea base, como se muestra en la figura III.21:

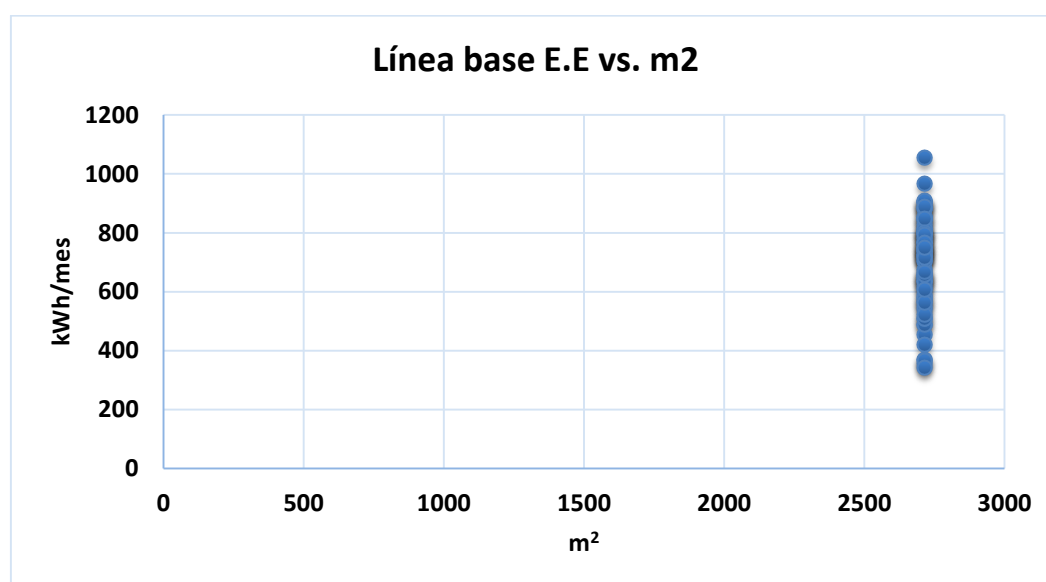


Fig.III.21: Gráfico de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs m^2 . Fuente: Elaboración Propia.

Existen indicadores que relacionan la energía consumida con parámetros característicos de la actividad expresados en unidades físicas. Por ejemplo, en el caso de los edificios se utilizan para el consumo total de energía los índices de $kJ/m^2 \cdot \text{año}$ o $kJ/\text{ocupante} \cdot \text{año}$ para la parte térmica, y para la electricidad $kWh/m^2 \cdot \text{año}$ o $kWh/\text{ocupante} \cdot \text{año}$ (Borroto Nordelo, A., 2008). La figura III.22 representa la línea base para el año 2014 $kWh/m^2 \cdot DG$, analizando la influencia de la variable meteorológica Días Grado (DG) en el comportamiento de la energía.

$$DG(t_{ref}) = (1day) \sum_{n=1}^{\infty} (t_0 - t_{ref})$$

Donde:

t_0 = Valor de la temperatura exterior.

t_{ref} = 18.3 °C (temperatura promedio en edificios típicos).

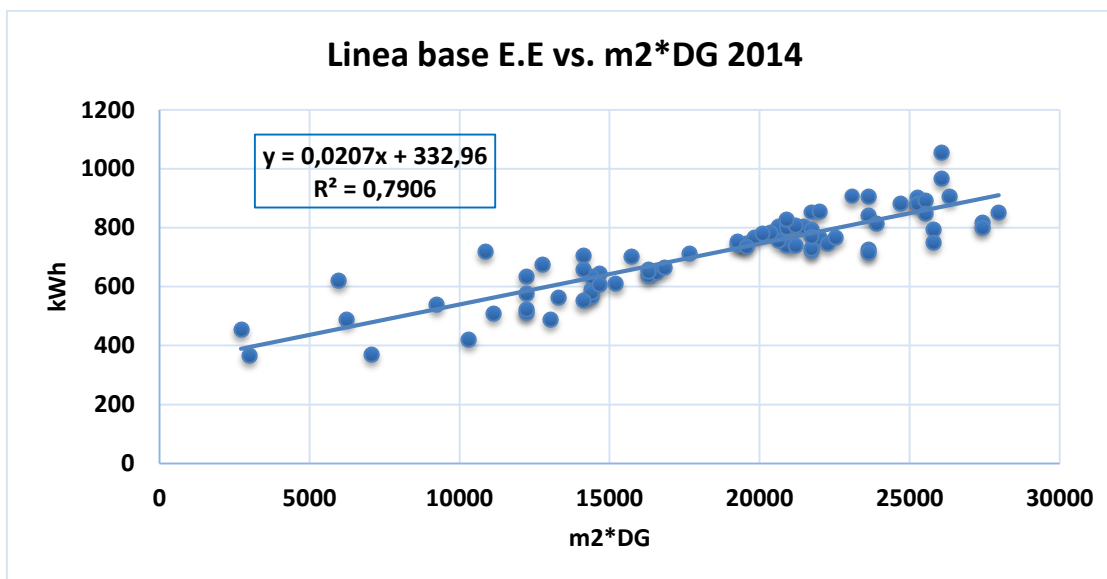


Fig.III.22: Gráfico de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs $m^2 \cdot \text{Días Grado}$ ($m^2 \text{DG}$). Fuente: Elaboración Propia.

Como se muestra en la figura anterior el valor de correlación es aceptable $R^2 \geq 0.75$, de igual manera para el año 2015, representándose en la figura.III.23

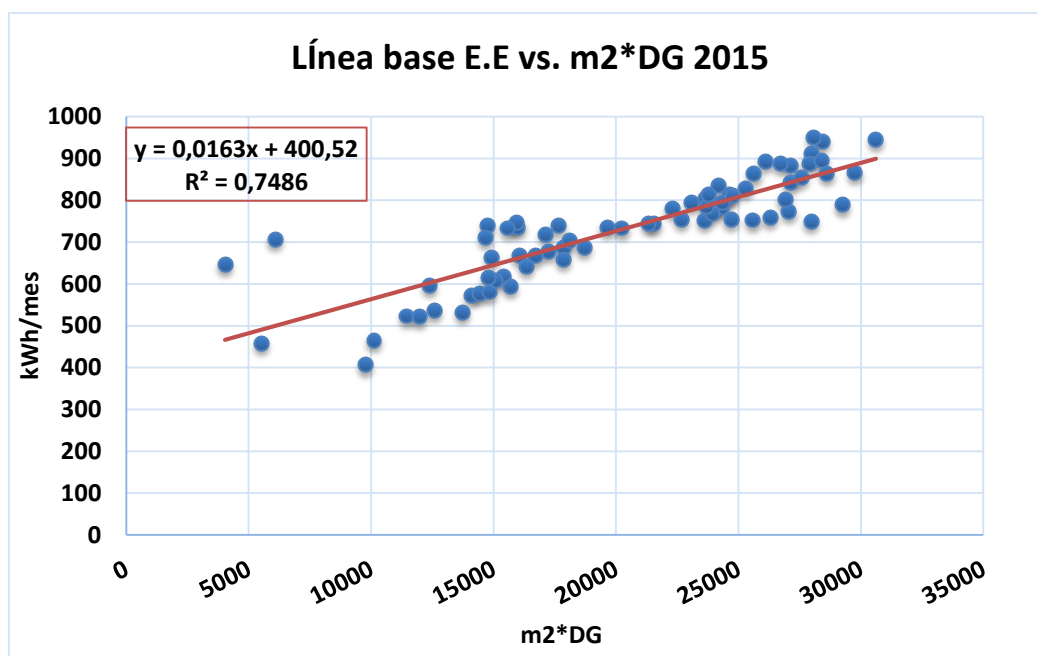


Fig.III.23: Gráfico de dispersión correspondiente al consumo de energía eléctrica (kWh) vs $m^2 \cdot \text{Días Grado}$ ($m^2 \text{DG}$). Fuente: Elaboración propia.

En las gráficas anteriores se pudo apreciar que el valor de $R^2 \geq 0.75$ para ambos años es satisfactorio, lo cual indica la buena correlación existente entre el consumo de energía eléctrica y el efecto de la temperatura por la influencia de los días grado en la institución.

La comparación de ambas líneas bases se muestra en la figura III.24, donde se puede apreciar que la línea base del año 2014 tiene un mejor ajuste $R^2 \approx 0.79$ y menor valor de energía no asociada a la producción, por lo cual será la línea de base de la empresa.

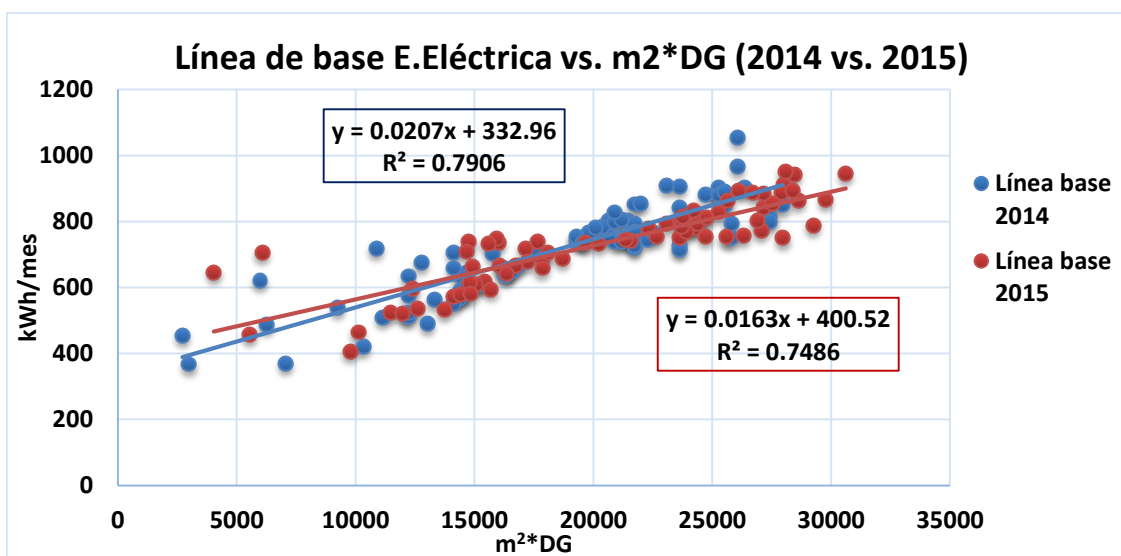


Fig.III.24: Comparación entre las Líneas de base 2014 vs 2015. Fuente: Elaboración Propia.

III.8 Indicador de Desempeño Energético (IDEn).

La figura III.25 muestra en rojo la línea de comportamiento del IDEn en función de la producción sustituyendo valores teóricos de producción, a iguales intervalos de distribución, en la ecuación de energía de la organización.

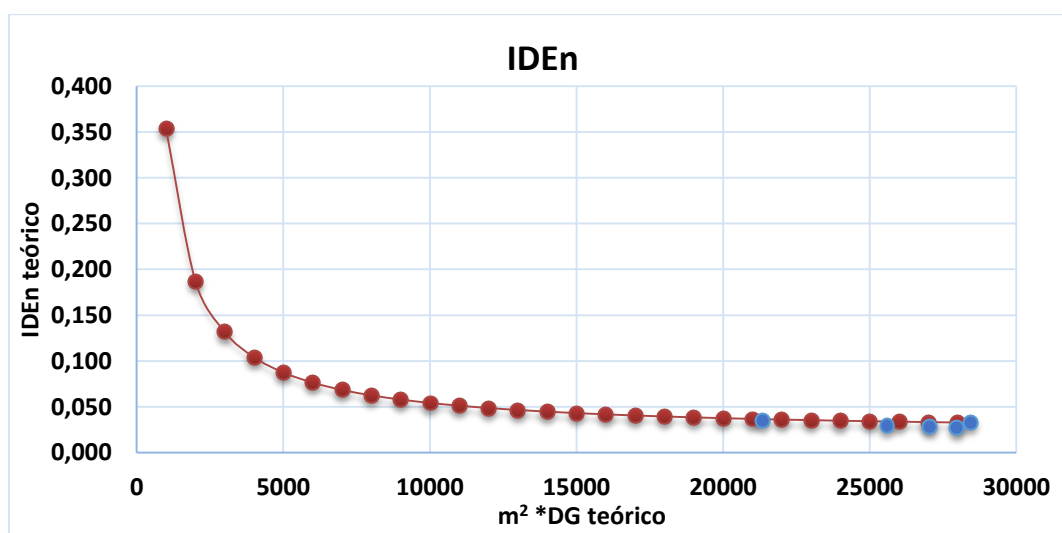


Fig.III.25: Gráfico de dispersión correspondiente a la curva del índice de desempeño energético (IDEn). Fuente: Elaboración propia.

Los puntos en azul muestran el valor de los IDENs reales obtenidos por la organización. Valores por debajo de la curva muestran un buen comportamiento y por encima de ella un mal desempeño energético.

III.9 Gráfico de tendencia o de sumas acumulativas (CUSUM).

La figura III.26 representa la tendencia de la empresa durante el año 2015 en relación al período base (año 2014), la tendencia aquí fue al incremento de la energía, interesante resulta además como existe un marcado ascenso en el mes de febrero cuando debería de haber sido todo lo contrario.

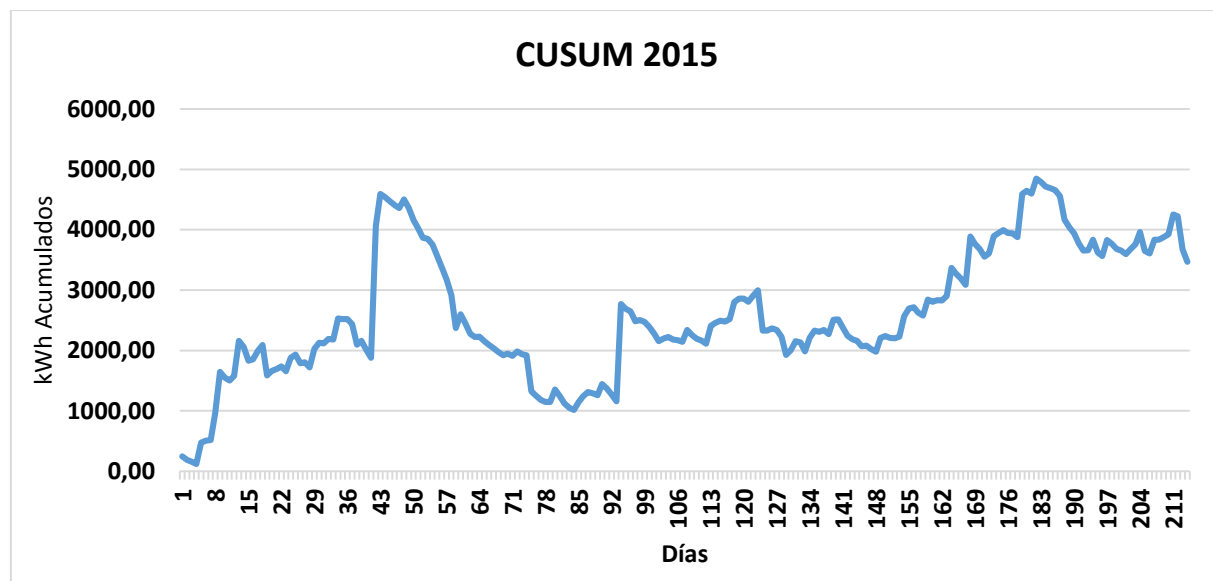


Fig.III.26: CUSUM 2015. Fuente: Elaboración Propia.

La figura III.27 muestra como por otra parte a partir del mes de febrero se puede observar la presencia de una reducción de la energía en función claro está de la influencia de las temperaturas para ese período del año. A partir del día 74 no se muestra el procesamiento en el gráfico por no haberse contado con los valores cuando se efectuó al análisis.

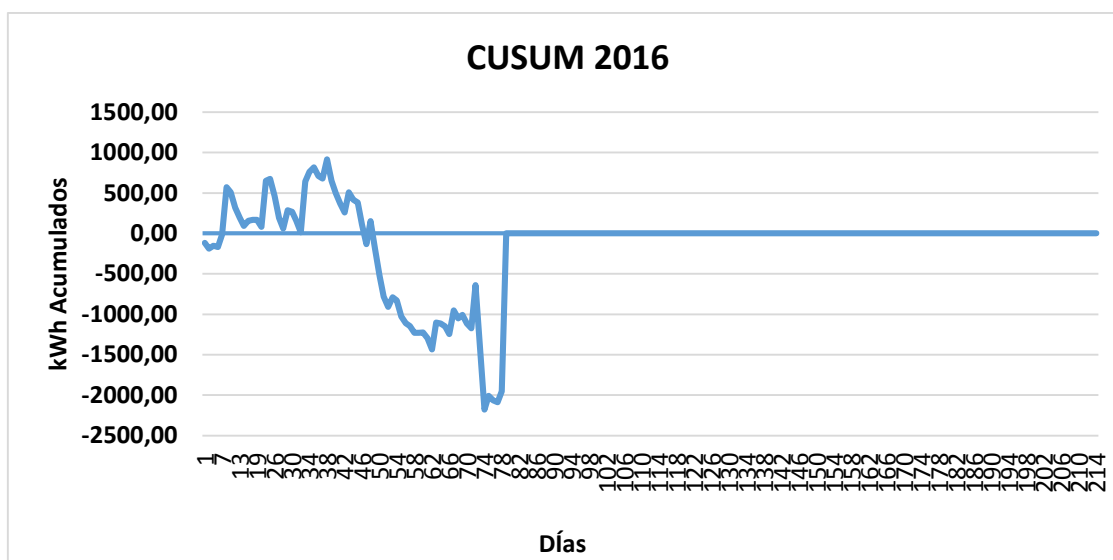


Fig.III.27: CUSUM 2016. Fuente: Elaboración Propia.

III.10 Objetivos energéticos, metas y planes de acción para la gestión de la energía.

A partir de definir la línea base para el año 2014 se obtuvo mediante el filtrado de datos los valores que se encontraban por debajo de esta, la línea meta (figura III.28)

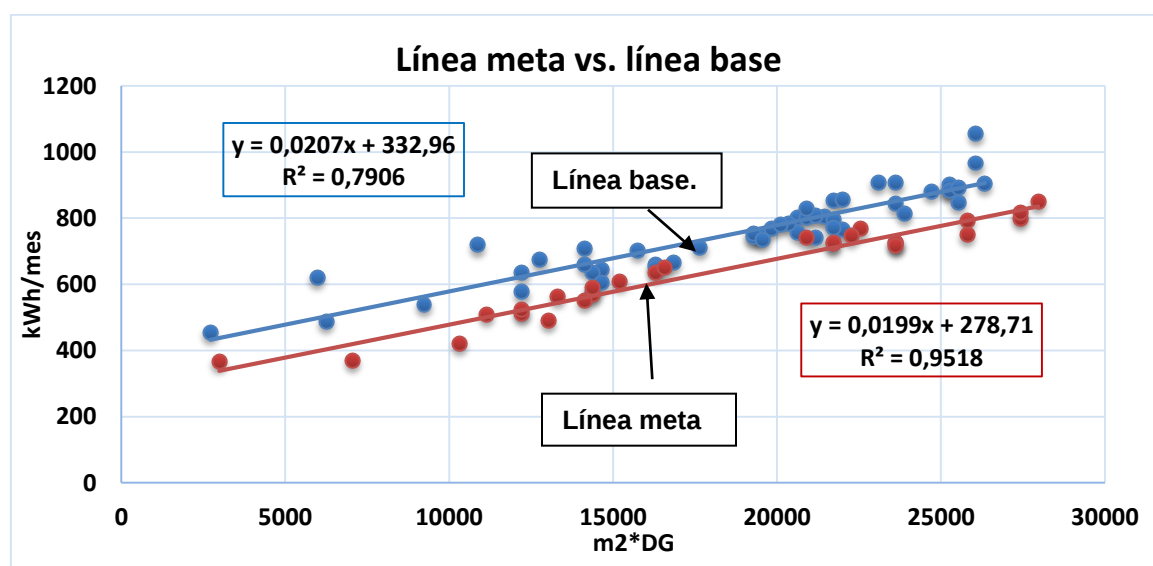


Fig. III.28: Línea de base energética y la línea meta de la empresa. Fuente: Elaboración Propia.

Como se muestra en la figura anterior la línea meta presenta un valor de correlación de $R^2=0.95$ aproximadamente, mientras que la línea base presenta un valor de correlación de $R^2= 0.79$ aproximadamente, también existe una diferencia de 54 kWh aproximadamente entre el valor de la energía no asociada a la producción, de la línea meta respecto a la línea base. Por lo cual se puede considerar la línea meta como futura línea base energética de la empresa.

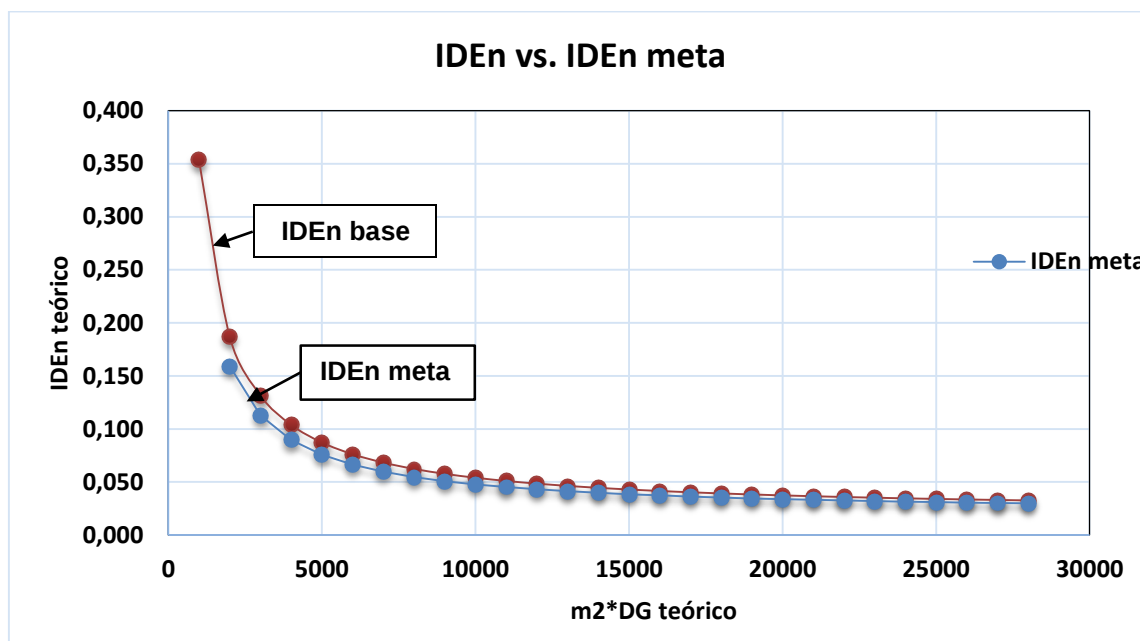


Fig.III.29: Índice de desempeño base y meta. Fuente: Elaboración propia.

III.10.1 Objetivos energéticos:

Registrar un índice de consumo mensual menor o igual a la curva del índice de desempeño meta propuesto.

III.10.2 Oportunidades de ahorro.

Iluminación:

- 1- Aprovechar el máximo la luz natural, colocando papel traslucidos en ventanas y puertas de vidrio, dejando pasar la luz y rechazando el calor.
- 2- Seccionalizar circuitos de iluminación para compartimentar su uso.

- 3- Iluminar puntos específicos en lugar de iluminar fondos.
- 4- Pintar paredes, techos, y columnas de colores claros.
- 5- Disminuir la altura de las lámparas.
- 6- Cambiar señales de salida de incandescentes a diodos emisores de luz (LED).

Climatización

- 1- Limpiar los evaporadores periódicamente. Comprobar el correcto funcionamiento del sistema de descarche.
- 2- Limpiar los filtros de los equipos de climatización semanalmente.
- 3- 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.
- 4- Ajustar los termostatos en locales climatizados a 24 °C.
- 5- Apagar los equipos de climatización en habitaciones vacías.
- 6- Utilización de cortinas en ventanas y puertas para disminuir la ganancia de calor.

Datos y comunicaciones.

- 1- Encender el computador solo cuando se vaya a utilizar. Recordar que el computador no es una fuente de inspiración.
- 2- 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.
- 3- Configurar la computadora para activar el modo “dormir” de acuerdo con las necesidades.
- 4- Preferir la adquisición de monitores de pantalla plana (LED).
- 5- Utilizar el protector de pantalla que deja la pantalla en negro (“Black Screen”).

- 6- Minimizar el número de los servidores de red.
- 7- Apagar los monitores cuando no se utilizan.
- 8- Apagar las impresoras locales siempre que no estén siendo utilizadas.
- 9- Utilizar la opción de impresión a doble cara que ya disponen algunos equipos para el ahorro de papel y de energía.
- 10-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.
- 11-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.
- 12-Utilizar el correo electrónico siempre que sea posible.

III.11 Propuestas de sustitución de equipos.

Al realizarse el censo de cargas térmicas en la empresa Copextel, según la información brindada por sus trabajadores esta tiene instalado en el alumbrado de oficinas y talleres 166 luminarias fluorescentes con 332 tubos fluorescentes T8 40W, 1200 mm, y 9 luminarias fluorescentes con 18 tubos fluorescentes T8 20 W, 60cm. 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 los tubos LED propuestos a cambiar según el Mercado Libre Mexicano:

Tabla III.4: Características de los tubos LED propuestos. Fuente: Elaboración propia

Tecnología	Tipo	Potencia (W)	Longitud (mm)	Lúmenes (lm)	Horas de vida útil.	Precio unitario (\$)
LED	T8	24	1 200	3 000	50 000	10,76
LED	T8	9	600	1 500	50 000	7,12

Para la realización de este cálculo económico se tuvo en cuenta el costo promedio por cada kWh consumido por la empresa, que puede variar según el factor K explicado anteriormente (Ver epígrafe III.4.2).



Fig III.30 Tubo LED T8 24 W 1200mm. Fuente: (www.mercadolibre.com.mx).

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

$$\text{Costo} = T_{\text{tubos}} * 216\text{h/mes} * 0,04\text{kW/tubo} * \$0,20/\text{kWh}$$

Dónde:

$$T_{\text{tubos}} = \text{Total de tubos.}$$

$$\text{Costo} = 332 * 216\text{h/mes} * 0,04\text{kW/tubo} * 0,20/\text{kWh}$$

$$\text{Costo} = 573,7 \$/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{Costo} = \mathbf{6\ 884,4 \$/\text{año}}$$

Costo anual del consumo de las luminarias LED 24 W:

$$\text{Costo} = T_{\text{tubos}} * 216\text{h/mes} * 0,024\text{kW/tubo} * \$0,20/\text{kWh}$$

$$\text{Costo} = 332 * 216\text{h/mes} * 0,024\text{kW/tubo} * 0,20/\text{kWh}$$

$$\text{Costo} = 344,22 \$/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{Costo} = \mathbf{4\ 130,64 \$/\text{año}}$$

Ahorro monetario anual por la sustitución de tubos de 40W fluorescente a LED 24W:

$$\text{Ahorro}_{24\text{W}} = \text{Costo}_{40\text{W}} - \text{Costo}_{24\text{W}}$$

$$\text{Ahorro}_{24\text{W}} = 6\ 884,4 \$/\text{año} - 4\ 130,64 \$/\text{año}$$

$$\text{Ahorro}_{24\text{W}} = \mathbf{2\ 753,76 \$/\text{año}}$$

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

$$\text{Costo}_{20\text{W}} = T_{\text{tubos}} * 216\text{h/mes} * 0,04\text{kW/tubo} * \$0,20/\text{kWh}$$

$$\text{Costo}_{20\text{W}} = 18 * 216\text{h/mes} * 0,04\text{kW/tubo} * 0,20/\text{kWh}$$

$$\text{Costo}_{20\text{W}} = 15,55 \$/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{Costo}_{20\text{W}} = \mathbf{186,62 \$/\text{año}}$$

Costo del consumo anual de las luminarias LED 9 W:

$$\text{Costo}_{9\text{W}} = T_{\text{tubos}} * 216\text{h/mes} * 0,009\text{kW/tubo} * \$0,20/\text{kWh}$$

$$\text{Costo}_{9\text{W}} = 18 * 216\text{h/mes} * 0,009\text{kW/tubo} * 0,20/\text{kWh}$$

$$\text{Costo}_{9\text{W}} = 6,99 \$/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{Costo}_{9\text{W}} = \mathbf{83,9 \$/\text{año}}$$

Ahorro monetario anual por la sustitución de tubos de 20W fluorescente a LED 9W:

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

$$\text{Ahorro}_{9W} = 186,62 \text{ \$/año} - 83,9 \text{ \$/año}$$

$$\text{Ahorro}_{9W} = \mathbf{102,72 \text{ \$/año}}$$

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

$$\text{Ahorro total} = \text{Ahorro}_{24W} + \text{Ahorro}_{9W}$$

$$\text{Ahorro total} = 2\,753,76 \text{ \$/año} + 102,72 \text{ \$/año}$$

$$\text{Ahorro total} = \mathbf{2\,856,34 \text{ \$/año}}$$

Período simple de recuperación de la inversión (PSRI):

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

Costo Total de la inversión (Ct):

$$\text{Ct} = T_{\text{tubos } 24W} * \text{Precio} + T_{\text{tubos } 9W} * \text{Precio}$$

$$\text{Ct} = 332 * \$10,76 + 18 * \$7,12$$

$$\text{Ct} = \$3\,572,32 + \$128,16$$

$$\text{Ct} = \mathbf{\$3\,700,48}$$

$$\text{PSRI} = \frac{\mathbf{\$3\,700,48}}{\mathbf{\$2\,856,34/\text{año}}}$$

$$\text{PSRI} = \mathbf{1,3 \text{ años}}$$

A partir de la propuesta de sustitución de estos tubos LED se muestra en la siguiente tabla los ahorros que proporcionará para la empresa.

Tabla III.5 Plan de acción para reducir el consumo de energía eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

Área	Equipo	Medidas de ahorro	Responsable	Ahorros potenciales		Inversiones	
				kWh/mes	\$/año	Inversión(\$)	PSRI(años)
Iluminación Interior de oficinas y talleres	Tubo fluorescente 40W	Sustitución por Tubo LED 24W		1147.47	2753.76	3572.32	1.3
	Tubo fluorescente 20W	Sustitución por tubo LED 9W		42.77	102.72	128.16	1.25
			Total	1190.24	2856.34	3700.48	1.3

III.12 Conclusiones parciales

1. De la caracterización energética preliminar se elaboró la matriz de gestión energética de la empresa y el procesamiento mostró que esta no presenta una integralidad de la gestión energética.
2. La institución satisface sus necesidades energéticas con el uso de cuatro portadores energéticos: electricidad, diésel, gasolina y gas licuado. La electricidad y el diésel representan más del 90% del total en el año 2014 y más del 85% en el año 2015.
3. La estratificación de las cinco áreas de la empresa presentó que el segundo piso es el área de mayor relevancia en potencia instalada con 118,5 kW con un consumo mensual de 20 182,08 kWh/mes. Es la jornada diurna la de mayor consumo energético con el 75,34% del total en el 2014 y de un 73,87% en el 2015.
4. En la entidad el consumo de los equipos de climatización representa el 66,44% del total.
5. La definición más precisa de la Línea Base, fue obtenida al incluir el factor clima con los Días Grados. Ello permitió obtener valores del coeficiente de correlación $R^2=0.79$ para el año 2014 y de $R^2= 0.74$ para el año 2015.

6. La propuesta para la reducción del consumo de energía eléctrica de la empresa en función de un análisis de sustitución de 350 tubos fluorescentes por la tecnología LED muestra una reducción de 1 190,24 kWh/mes y un ahorro \$2 856,34 al año, con un periodo de recuperación de 1,3 años.

Conclusiones Generales

1. Quedan establecidos los elementos básicos de la planificación según NC ISO 50001 en la entidad COPEXTEL. División Cienfuegos.
2. El análisis de la literatura muestra que en la implementación de la norma ISO 50001 a edificaciones de oficina; la línea base y el Indicador de Desempeño Energético (IDEn) están dado en consumo de energía por área de la edificación, pero en el caso de estudio, ello no permitía una adecuada correlación.
3. En el estudio realizado se aplican cinco herramientas en el desarrollo de la revisión energética de la etapa de planificación. Obteniéndose los gráficos de control, Pareto, CUSUM, Correlación y IDEn.
4. Quedaron establecidas las líneas base y metas, el IDEn base y meta, los gráficos de control de la energía eléctrica y mediante la aplicación de Pareto, los principales portadores energéticos, áreas, locales y equipos de mayor consumo significativo.
5. El análisis de la oportunidad de ahorro por el cambio de luminarias ofrece una reducción de costo por equipos de \$ 2 856,34 al año y una reducción en el consumo energético de 1 190,24 kWh/mes.

Recomendaciones

- 1- Cumplir con el plan de acción propuesto para lograr la reducción del consumo de energía eléctrica en la empresa y el aumento de la eficiencia energética.
- 2- Realizar un estudio de la intensidad luminosa que hay en las oficinas de Copextel.
- 3- Realizar un estudio de la correspondencia entre las cargas térmicas de los locales y los equipos de climatización instalados.

Bibliografía

Agencia Internacional de Energía. (s.f). Recomendaciones de Políticas de Eficiencias Energéticas Regionales: AIE. Recuperado a partir de: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/RecomendacionesdePoliticadeEnerg_Reg.pdf

ASHRAE. (2005). Degree-day and bin methods.

Boroto Nordelo, A. (2008). Manual de Eficiencia Energética en Edificios Públicos. Quito.

Boroto Nordelo, A. (2013). Recomendaciones metodológicas para la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía según la Norma ISO 50001. Cienfuegos: Universidad Carlos Rafael Rodríguez.

Camacho Casado, L. (2012). Distingue la ISO normalización en Cuba. Recuperado a partir de <http://www.opciones.cu/cuba/2012-10-18/distingue-la-iso-normalizacion-en-cuba/>

Energy Audit Manual. (2007). New Zealand. Recuperado a partir de www.eeca.govt.nz

Eugenia, J. (2014). Guía para la aplicación de sistemas de gestión energética orientado a la energía eléctrica, basado en la norma ISO 50001. Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Figueroa Barrionuevo, E. A. (2015). Auditoría energética de los edificios administrativo y docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para disminuir el consumo de energía eléctrica. Universidad Técnica de Ambato. Recuperado a partir de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/12380/1/Tesis%20I.M.%20289%20-%20Figueroa%20Barrionuevo%20Edgar%20Antonio.pdf>

García San José, R. (2006). La eficiencia energética en las edificaciones. Santiago, España.

Bibliografía

- Gestión Energética Empresarial. (2002). Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente.
- Gestión y Economía Energética. (2006). Cienfuegos: Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente.
- Giménez Molina, M. C. (2011). Alternativa para la mejora de la eficiencia energética de los acristalamientos: los vidrios dinámicos. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Lapido Rodríguez, M. (2015). La Red de Eficiencia Energética en acciones nacionales para la implementación de la norma NC ISO 50001., IV(3). Recuperado a partir de <http://www.congresouniversidad.cu/revista/index.php/congresouniversidad/index>
- Machado Reyes, A. (2012). Evaluación de producción más limpia en Empresa Productora de Piensos Cienfuegos. Cienfuegos: Carlos Rafael Rodríguez.
- Mendieta C., E. S. (2013). Factibilidad de la norma ISO 50 001 en el Central Hidroeléctrica Carlos Mora Carrión. España.
- Montero Beltrán, P. A. (2015). Auditoría Energética de la Fábrica Acrilux S.A. Ecuador.
- Organización Internacional de Normalización. (2011a). Gana el desafío de la energía con ISO 50001. Recuperado a partir de http://www.iso.org/iso/iso_50001_energy-es.pdf
- Organización Internacional de Normalización. (2011). NC ISO 50001: 2011. NC: Oficina Nacional de Normalización.
- Orozco Álvarez, A. & S. H. (2014). Conceptualización en implementación de la etapa de planificación energética de la Norma ISO 50001 para la sección

Bibliografía

- de elaboración en la Incauca SA. Recuperado a partir de <http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6773/1/T04982.pdf>
- Pérez García, O. (s. f.). La gestión energética en el contexto empresarial cubano. Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez. Recuperado a partir de <http://caribeña.eumed.net/gestion-energetica-contexto-empresarial-cubano/>
- Pérez Martín, D. (2013). Estrategia y política energética nacional. CITMA, VI. Recuperado a partir de <http://www.renovable.cu/>
- Rey, F. J. (2014). Sostenibilidad y eficiencia energética en edificios. Cienfuegos: Universidad Carlos Rafael Rodríguez.
- Rey, F. J. (s. f.). Edificios próximos a cero energías. Valladolid.
- Sistema de Gestión Total Eficiente de la Energía. Prueba de Necesidad. (2005). Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Torre Acosta, L. (2009). Metodología para el análisis del consumo teórico de energía en edificios universitarios. Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Trebilcock, M. (2012). Percepción de barreras a la incorporación de criterios de eficiencia energética en las edificaciones. *Revista de la Construcción*, 10(1).
- Urdiales Flores, C. G. (2016). Diseño de un sistema de gestión energética basado en la norma ISO 50001 de eficiencia energética en Continental Tire Andina.
- Xubiarde Lugarreta, X. (2012). Manual Práctico de auditorías energéticas en edificaciones. Navarra, CITI. Recuperado a partir de www.acimuth.com

Anexos

Anexo 1. Consumo de los portadores energéticos de la empresa en el 2104 y 2015.

Meses 2014	Electricidad MWh/mes	GLP(Lts)	Diesel(Lts)	Lubricantes(Lts)	Gasolina(Lts)
Enero	12,55	80,00	3015,00	52,00	1361,00
Febrero	13,86	82,50	3100,00	79,00	1050,00
Marzo	14,21	0,00	3560,00	59,00	1240,00
Abril	17,14	165,00	3470,00	63,00	1255,00
Mayo	17,28	0,00	3422,00	81,00	1255,00
Junio	19,14	82,50	3299,00	82,00	1213,00
Julio	19,26	0,00	3299,00	60,00	1107,00
Agosto	19,44	82,50	3168,00	60,00	1102,00
Septiembre	19,32	0,00	3651,00	80,00	1247,00
Octubre	17,86	82,50	3682,00	80,00	1300,00
Noviembre	16,67	0,00	3391,00	60,00	1249,00
Diciembre	13,84	82,50	3195,00	40,00	1179,00
Total	200,58	657,50	40252,00	796,00	14558,00

Meses 2015	Electricidad MWH	GLP(Lts)	Gsolina R(Lts)	Gasolina E(Lts)	Diesel(Lts)	Lubricantes(Lts)
Enero	13,50	0,00	867,00	887,00	3200,00	80,00
Febrero	13,06	0,00	484,00	551,00	3200,00	49,00
Marzo	14,58	91,67	637,97	690,00	3200,00	41,00
Abril	17,67	18,33	666,00	698,00	3425,00	45,00
Mayo	17,80	0,00	656,00	674,00	3500,00	35,00
Junio	19,33	146,00	687,00	700,00	3200,00	81,00
Julio	19,37	0,00	669,00	696,00	3443,00	84,00
Agosto	19,20	6,47	700,00	700,00	3390,00	48,00
Septiembre	18,80	82,50	779,00	800,00	3840,00	114,00
Octubre	17,36	101,00	779,00	859,00	4089,00	45,00
Noviembre	17,51	55,00	1014,00	910,00	4500,00	49,00
Diciembre	17,90	110,00	1014,00	1079,00	4479,00	39,00

Anexo 2. Formato del censo realizado en Copextel para la determinación las ganancias internas de calor en las edificación por los equipos eléctricos o térmicos.

Datos para el cálculo de las ganancias internas de calor en la edificación.

Empresa: COPEXTEL. Cienfuegos.

Fecha: 17/2/2016

Local: Facturación

(Nombre del local y funciones del mismo)

Ubicación: 1^{er} piso

(Subordinación administrativa, localización espacial)

Nombres y Apellidos del especialista: Máximo Rogelio Pérez (Esp. Energético)

Alexander Domínguez Piloto (Esp. En Transporte)

(Que recoge la información)

Ganancias interna por equipos eléctricos y térmicos.

Nº	Tipo de Equipo	Calificación Nº.	Potencia nominal (kW)	Rendimiento de chapa (%)	Cantidad de equipos	Horas de uso	Observaciones.

Calificación del equipo:

1. Computador.
2. Monitor de pantalla plana LED o LCD.
3. Monitor clásico de tubo catódico.
4. Impresora láser o de toner.
5. Impresora de cinta.
6. Microwave.
7. Dispensador de agua fría.
8. Motor eléctrico monofásico o trifásico.
9. Cafetera eléctrica o térmica.
10. Hornilla eléctrica.
11. Aire acondicionado ventana o Split.
12. Ventilador
13. Otros equipos. Describir

Anexo 3. Formato para el cálculo de las ganancias internas de calor en la edificación por los equipos de alumbrado.**Datos para el cálculo de las ganancias internas de calor en la edificación.**

Empresa: COPEXTEL. Cienfuegos.

Fecha: 17/2/2016

Local: Facturación

(Nombre del local y funciones del mismo)

Ubicación: 1^{er} piso

(Subordinación administrativa, localización espacial)

Nombres y Apellidos del especialista: Máximo Rogelio Pérez (Esp. Energético)

Alexander Domínguez Piloto (Esp. En Transporte)

(Que recoge la información)

Ganancias interna por equipos de alumbrado.

Nº	Tipo de lámparas	Calificación Nº.	Pot. Nominal (kW)	Cantidad	Horas de uso	Observaciones.
1						

Calificación del alumbrado:

1. Incandescente.
2. Fluorescente.
3. Lámparas LED.
4. Lámparas de vapor de mercurio
5. Lámparas de halogenuros metálicos (multivapor)
6. Lámparas de vapor de sodio de alta presión
7. Lámparas de vapor de sodio de baja presión

Anexo 4. Potencia instalada de equipos eléctricos y de alumbrado y consumos del 1er piso.

Local 1er Piso	Potencia Instalada Equipos(kW)	Consumo diario Equipos(kWh)	Potencia Instalada Alumbrado(kW)	Consumo diario Alumbrado(kWh)	Consumo total diario(kWh)	Consumo Mensual(kWh)
Facturación	21,41	125,63	0,48	4,32	129,95	3118,80
Taller Ofimática 1	16,90	92,64	0,48	4,32	96,96	2327,04
Taller Ofimática 2	15,59	79,60	0,96	8,64	88,24	2117,76
Servicios Técnicos Especializados	5,93	47,01	0,24	2,16	49,17	1180,08
Taller Audio y Luces	7,97	40,82	0,32	2,88	43,70	1048,8
Transporte	6,16	33,05	0,24	2,16	35,21	845,04
Fincopex	5,05	30,93	0,44	3,96	34,89	837,36
Recursos Humanos	4,98	29,25	0,24	2,16	31,41	753,84
Taller Eléctrico	4,34	24,73	0,24	2,16	26,89	645,36
Facturación Electrodoméstica	4,48	24,66	0,16	1,44	26,10	626,40
Ofimática Jefe de Taller	4,17	22,54	0,24	2,16	24,70	592,80
Gong	2,64	13,20	0,16	0,16	13,36	320,64
Garantía Comercial	2,18	12,20	0,16	1,44	13,64	327,36
Total	101,80	576	4,36	37,96	614,22	14741,28

Anexo 4.1: Potencia instalada de equipos eléctricos y de alumbrado y consumos del 2^{do} piso.

Local	Potencia instalada equipos(kW)	Consumo diario equipos(kWh)	Potencia Instalada Alumbrado(kW)	Consumo diario Alumbrado(kWh)	Consumo total diario(kW*h)	Consumo Mensual(kWh/mes)
Servidor	11,30	271,13	0,32	0,32	271,45	6514,75
Contabilidad	17,66	96,84	0,52	4,68	101,52	2436,48
Dirección Económica	13,75	74,64	0,36	3,24	77,88	1869,12
Dpto. Informática	12,21	68,04	0,52	4,68	72,72	1745,28
Gong(Publicidad)	11,66	60,94	0,32	2,88	63,82	1531,68
Aseguramiento	6,51	36,20	0,48	4,32	40,52	972,48
Gerencia General	6,33	35,12	0,16	1,44	36,56	877,44
Dpto. Jurídico	6,26	33,84	0,16	1,44	35,28	846,72
Secretaría Dirección	6,17	33,12	0,16	1,44	34,56	829,44
Gerencia Comercial	8,80	31,53	0,24	2,16	33,69	808,56
Comercialización	3,52	17,60	0,08	0,16	17,76	426,24
Control Interno	2,74	16,24	0,16	1,44	17,68	424,32
Depósito	2,60	15,96	0,16	1,44	17,40	417,6
Gerencia Logística	1,90	10,42	0,16	1,44	11,86	284,64
Salón de Reuniones	3,95	7,90	0,16	0,32	8,222	197,328
Total	115,34	810	3,96	31,40	840,92	20182,08

Anexo 4.2: Potencia instalada de equipos eléctricos y de alumbrado y consumos del 3^{er} piso.

Locales 3er piso	Potencia Instalada equipos(kW)	Consumo(kWh)	Potencia Instalada Alumbrado(kW)	Consumo Alumbrado(kWh)	Consumo total diario(kWh)	Consumo Mensual(kWh)
Redes	11,86	64,25	0,40	3,60	67,85	1628,40
Sevicios Técnicos Integrales(STI)	9,15	47,24	0,32	2,88	50,12	1202,88
Gerencia STI	8,13	39,19	0,16	1,44	40,63	975,12
Protección	4,36	23,97	0,44	3,96	27,93	670,32
Teatro	35,49	-----	0,64	0,13	-----	530,77
Leatiendo	2,34	12,45	0,16	0,86	13,31	319,54
Recursos Humanos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	71,33	187	2,12	12,88	199,84	5.327,02

Anexo 4.3 Potencia instalada de equipos eléctricos y de alumbrado y consumos del Showroom.

Local	Potencia Instalada equipos(kW)	Consumo diario(kWh)	Potencia Instalada Alumbrado(kW)	Consumo Alumbrado(kWh)	Consumo total diario(kWh)	Potencia Total Instalada(kW)	Consumo Mensual(kWh)
ShowRoom	37,89	197,40	1,60	14,40	211,80		5083,10
Total	37,89	197,4	1,6	14,40	211,80	39,49	5083.10

Anexo 4.4 Potencia instalada de equipos eléctricos y de alumbrado y consumos del Taller de Servicios Electrodomésticos.

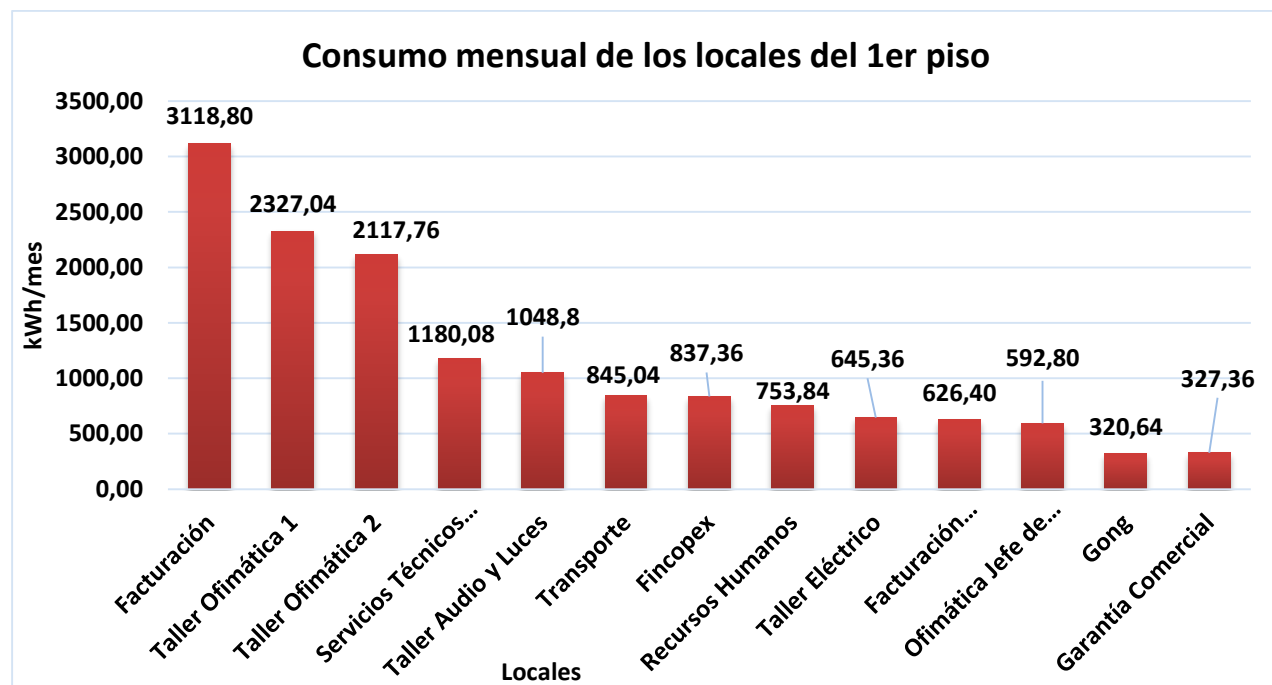
Local	Potencia Instalada equipos(kW)	Consumo diario equipos(kWh)	Potencia Instalada Alumbrado(kW)	Consumo diario Alumbrado(kWh)	Consumo total diario(kWh)	Consumo Mensual(kWh/mes)
Servicios Técnicos Electrodomésticos	19,25	100,76	1,44	12,96	113,72	2729,3
Total	19,25	100,76	1,44	12,96	113,7200	2729,3

Anexo 5. Factura eléctrica del consumo de energía en el 2014 y 2015.

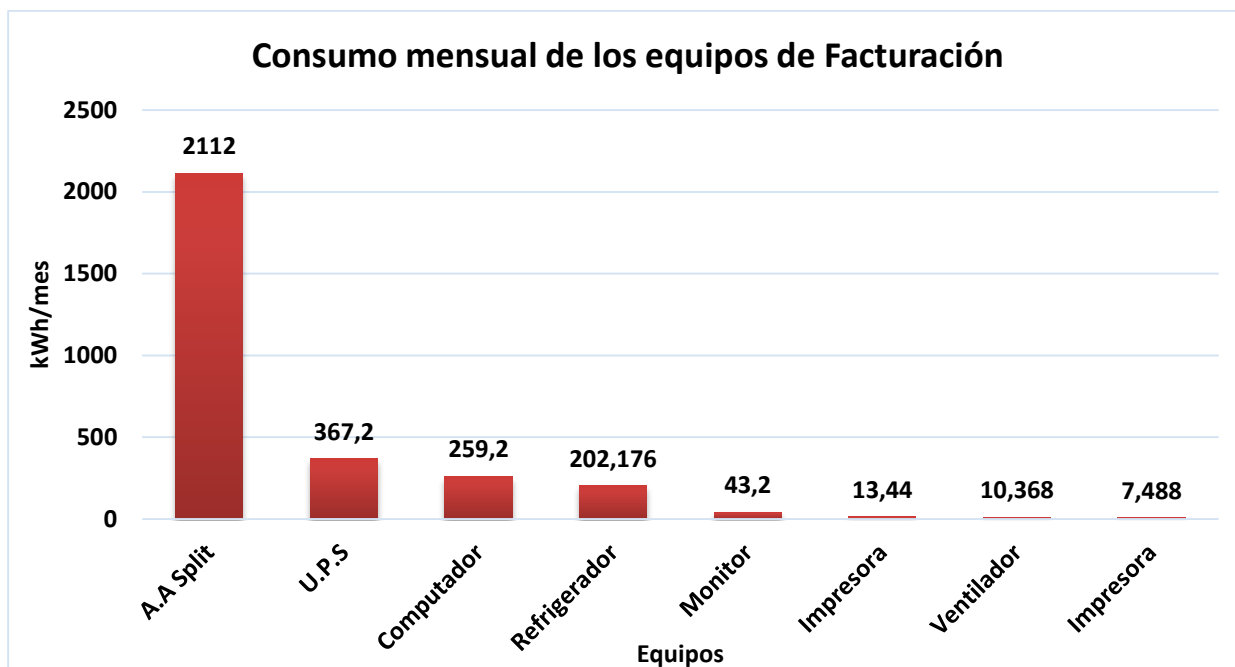
Meses 2014	Consumo madrugada	Consumo día	Consumo pico	Pérdidas por transformador	Consumo total
Enero	2106	10007	1157	527	13797
Febrero	2003	8764	1213	512	12492
Marzo	1823	10399	1112	485	13819
Abril	2052	10332	1238	532	14154
Mayo	2208	13049	1289	556	17102
Junio	2310	13103	1250	573	17236
Julio	2300	14991	1193	588	19072
Agosto	2337	15475	1231	612	19655
Septiembre	2431	14487	1868	611	19397
Octubre	2315	14876	1481	591	19263
Noviembre	2383	13341	1491	584	17799
Diciembre	2062	10549	1344	522	14473
Total	26330	149373	15867	6693	198259

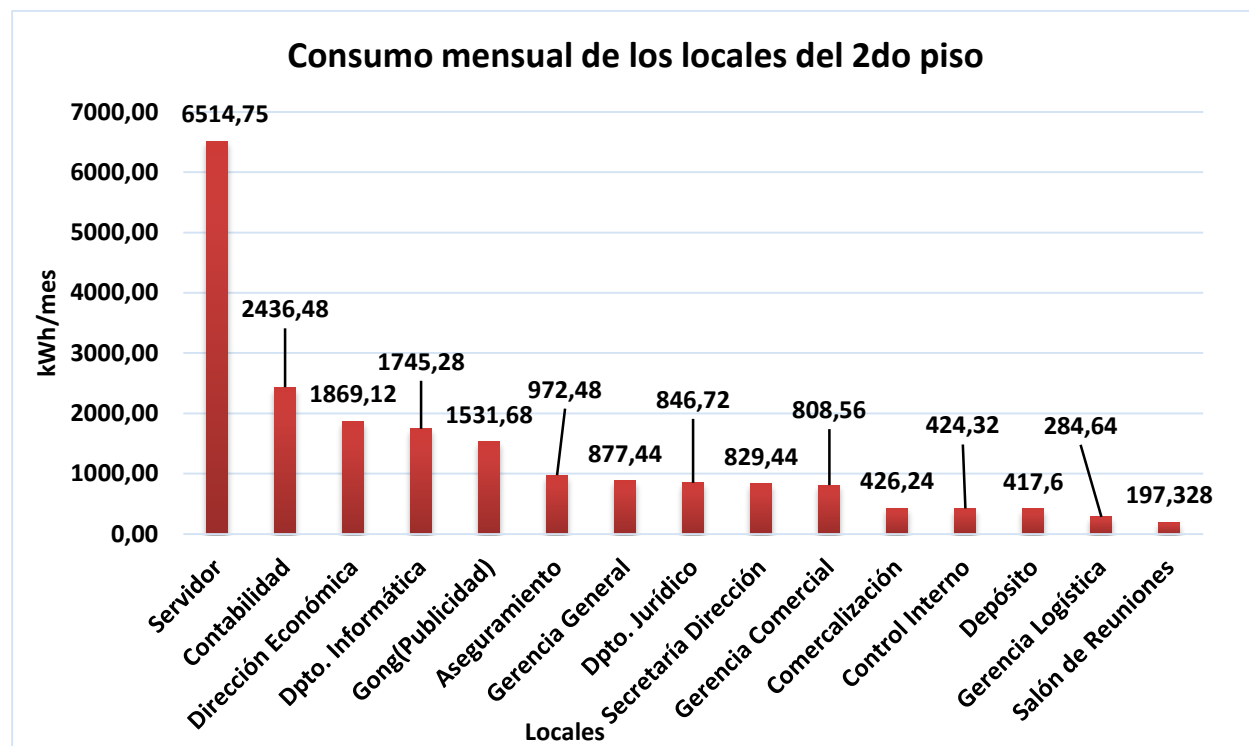
Meses 2015	Consumo madrugada	Consumo día	Consumo pico	Pérdidas por transformador	Consumo total
Enero	1836	8604	1209	509	12158
Febrero	2135	9203	1409	522	13269
Marzo	1999	8041	1311	462	11813
Abril	2068	10450	1373	535	14426
Mayo	2820	12729	1537	568	17654
Junio	2166	11855	1324	555	15900
Julio	2177	13549	1284	567	17577
Agosto	2297	15904	1625	630	20456
Septiembre	2265	14077	1512	600	18454
Octubre	2531	14274	1590	612	19007
Noviembre	2519	12825	1483	549	17376
Diciembre	2317	12103	1414	498	16332
Total	27130	143614	17071	6607	194422

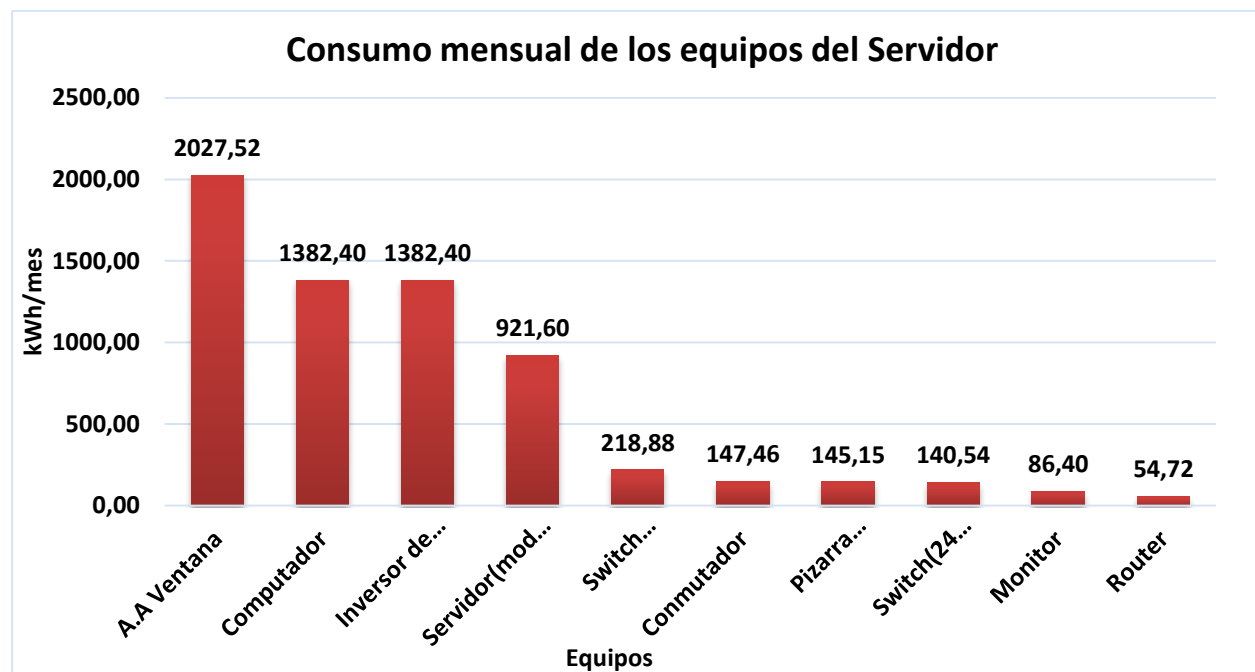
Anexo 6. Estratificación realizada por cada una de las áreas de la empresa.

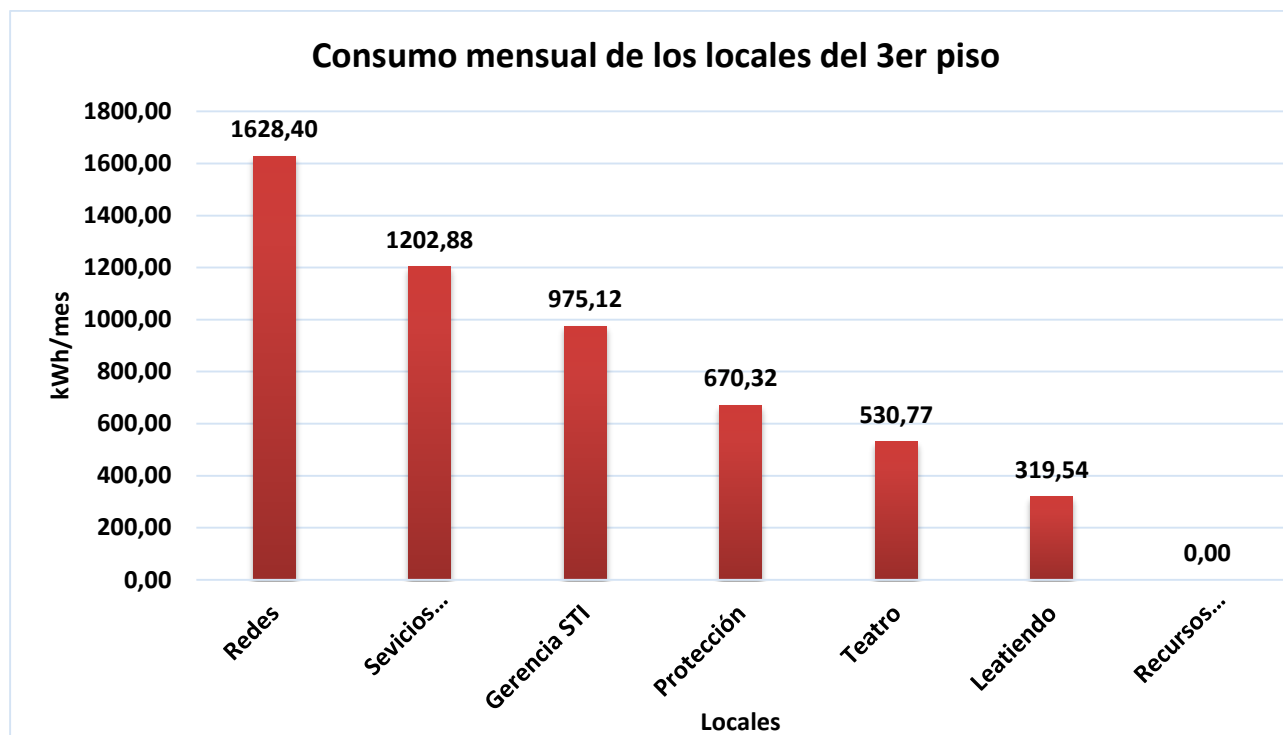
Anexo 6.1 Consumo de los locales del 1^{er} Piso.

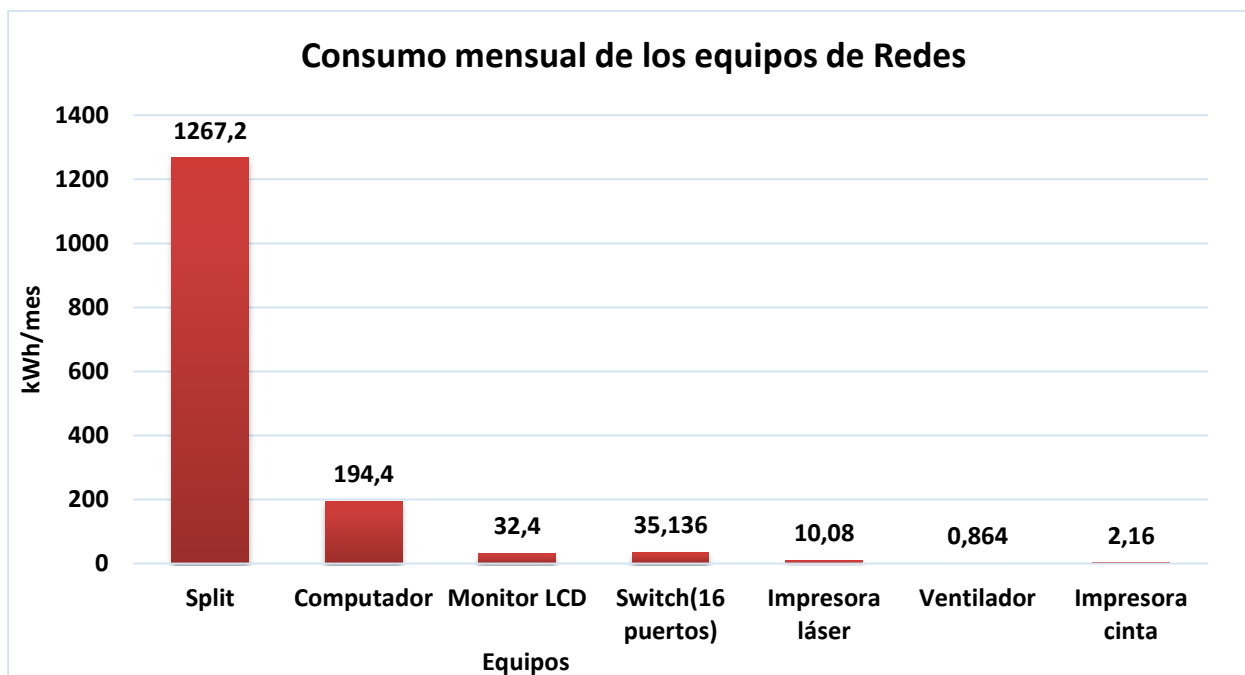
Anexo 6.1.1 Consumo de los equipos del local más consumidor de energía del 1^{er} Piso.



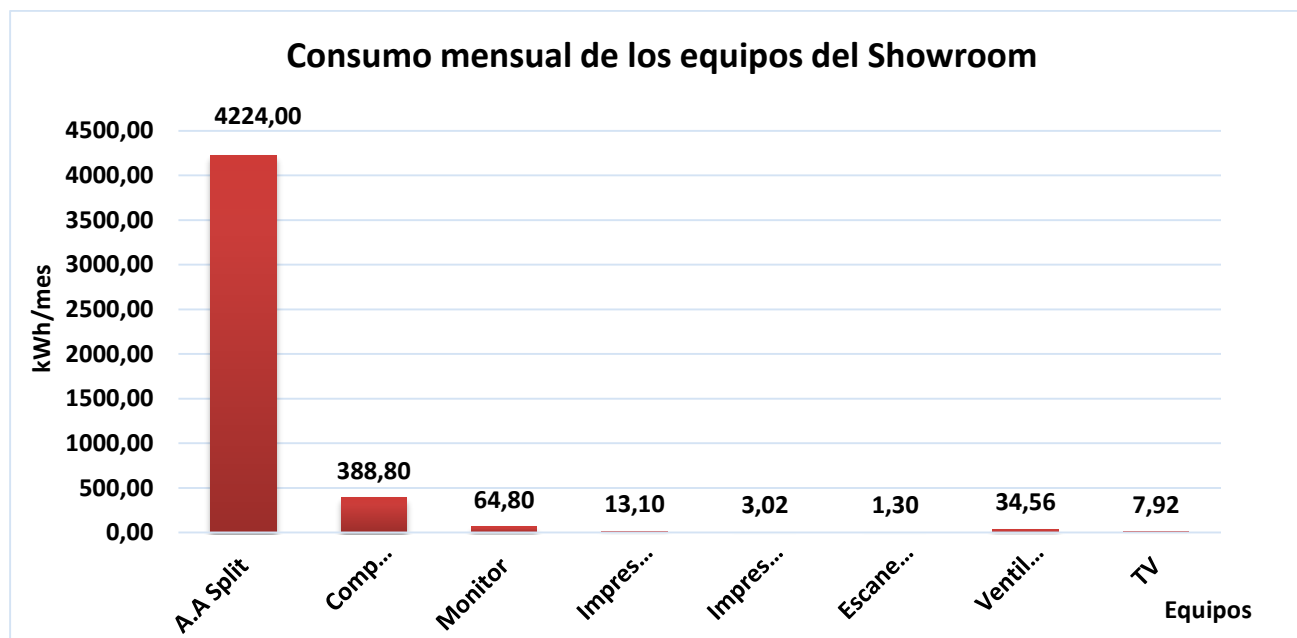
Anexo 6.2 Consumo mensual de los locales del 2^{do} Piso.

Anexo 6.2.1 Consumo mensual de los equipos del local más consumidor del 2^{do} Piso.

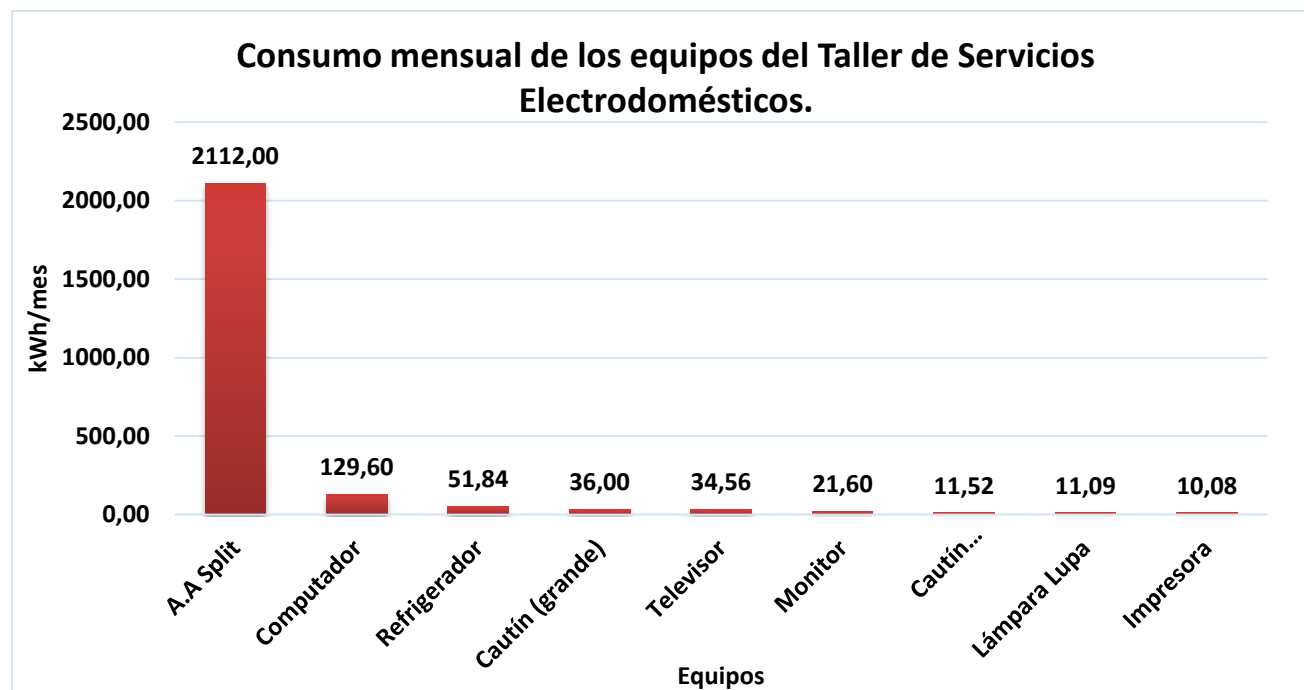
Anexo 6.3.1 Consumo mensual de los locales del 3^{er} Piso.

Anexo 6.3.2 Consumo mensual de los equipos del local más consumidor del 3^{er} Piso.

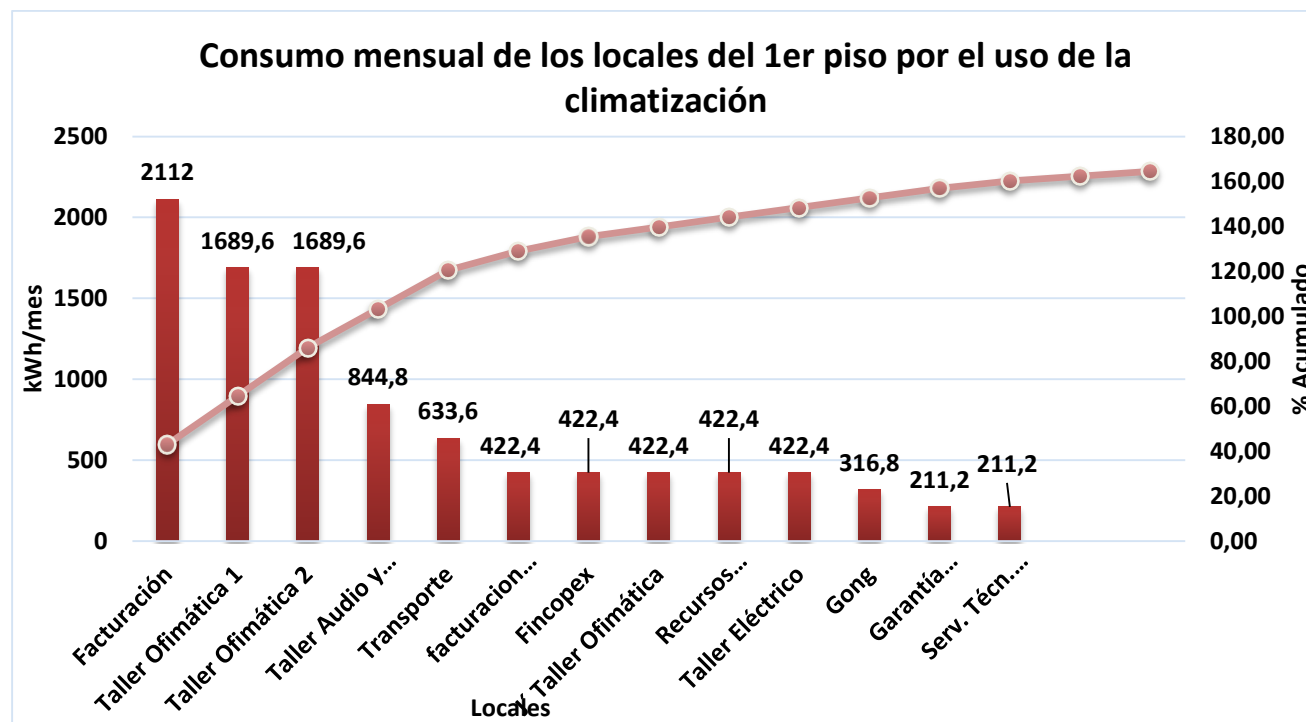
Anexo 6.4 Consumo mensual de los equipos del Showroom.



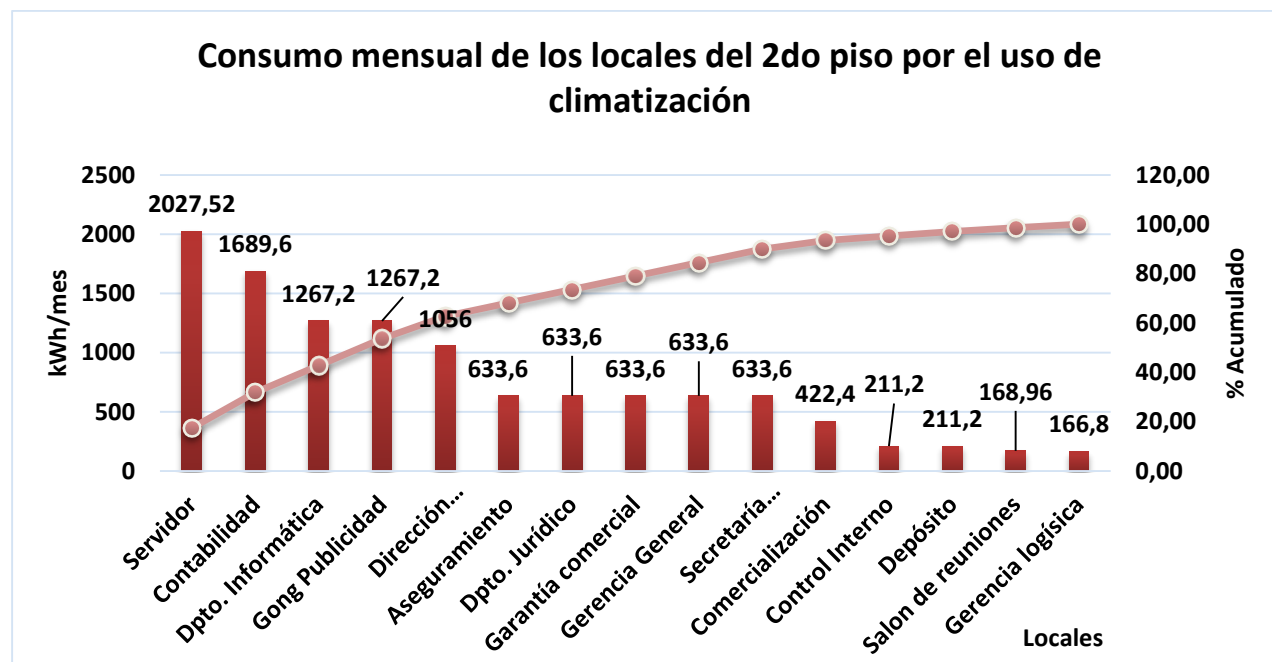
Anexo 6.5 Consumo mensual de los equipos del Taller de Servicios Electrodomésticos.



Anexo 7. Consumo mensual de los locales del 1er piso por el uso de la climatización.



Anexo 7.1 Consumo mensual de los locales del 2^{do} piso por el uso de la climatización.



Anexo 7.2 Consumo mensual de los locales del 3^{er} piso por el uso de la climatización.