UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA

INGENIERIA MECÁNICA

Auditoría energética de las instalaciones de Grupo Monalpa S.A ubicada en la ciudad de León, Nicaragua

AUTORES

Br. Alejo Ramon Pastora Arostegui

Br. Carlos José Alvarez Maldonado

Br. Pablo Ediell Suarez Dávila

TUTOR

Msc. Carlos Andrés Jarquín Espinoza

Managua,

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a Dios por darnos la vida, la salud y la fortaleza para llevar a cabo este proyecto. Gracias por guiarnos en cada paso y por darnos la sabiduría necesaria para superar los obstáculos.

A nuestros padres, les agradecemos por ser nuestra inspiración, por su amor incondicional y por su apoyo inquebrantable. Gracias por creer en nosotros y por animarnos a perseguir nuestros sueños. Sin su amor y sacrificio, este logro no habría sido posible.

A nuestros profesores, quienes nos han guiado y apoyado a lo largo de nuestra educación. Gracias por su dedicación, su paciencia y su experiencia. Sus enseñanzas y consejos han sido fundamentales para nuestra formación como profesional y como personas.

También queremos agradecer a Grupo Monalpa, S. A por confiar en nosotros y permitirnos utilizar, analizar y recopilar datos de sus instalaciones para desarrollar y llevar a cabo esta tesis monográfica.

Gracias a todos aquellos que han contribuido de alguna manera en este proyecto, ya sea brindándonos su tiempo, conocimientos o recursos. Este logro no habría sido posible sin su ayuda y colaboración.

¡Gracias a todos!

Alejo Ramon Pastora Arostegui
Carlos José Álvarez Maldonado
Pablo Ediell Suarez Dávila

Índice

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN 5

1.1. INTRODUCCIÓN 5
1.2. OBJETIVOS 6

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO 7

2.1. AUDITORIA ENERGÉTICA 7
2.1.1. Objetivos de la auditoría energética *7*
2.1.2. Metodología empleada en las auditorías energéticas *8*
2.1.3. Aspectos a diagnosticar *8*
2.1.4. Instrumentación a utilizar *9*
2.1.5. Requerimientos en un diagnóstico energético *11*
2.2. BALANCE ENERGÉTICO 12
2.3. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA EN EDIFICIOS. 13
2.4. AIRES ACONDICIONADO 15
2.4.1. Tipos de sistemas de aire acondicionado *16*
2.4.2. Componentes de los sistemas de acondicionamiento de aire *19*
2.4.3. Problemas de selección y ubicación de las unidades de aire acondicionado *19*
2.4.4. Carga de enfriamiento *20*
2.4.5. Condiciones Ambientales: *20*
2.4.6. Condiciones de Confort: *21*
2.4.7. Relación de eficiencia energética (REE). *22*
2.5. ILUMINACIÓN 23
2.5.1. Componentes del Sistema de Iluminación *24*
2.5.2. Equipos de control *27*
2.5.3. Vida o duración *27*
2.5.4. Métodos de alumbrado *28*
2.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA 30
2.6.1. Valor Presente Neto *31*
2.6.2. Tasa Interna de Rendimiento *31*
2.7. EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA 32
2.8. ANÁLISIS TARIFARIO 34
2.8.1. Pliego Tarifario: *34*
2.8.2. Factura de energía eléctrica *36*
2.8.3. Factor de Potencia *38*
2.8.4. Inconvenientes que ocasiona un bajo factor de potencia *39*
2.8.5. ¿Por qué elevar el Factor de Potencia? *39*
2.8.6. Control del factor de potencia *40*

CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO 41

3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES. 41
3.2. TIPO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO 42
3.3. CENSO DE CARGA 43
3.4. CONSUMIDORES DE ENERGÍA 44

3.4.1. Sistema de climatización *44*
3.4.2. Sistema de Iluminación. *47*
3.4.3. Equipos ofimáticos *50*
3.5. BALANCE DE ENERGÍA 54
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LAS OPORTUNIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA. 55
4.1. MEE 01. SUSTITUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN QUE CUMPLEN CON LA NTON 10 017 – 09 POR EQUIPOS QUE TENGAN UNA CERTIFICACIÓN SEER MÁS ALTA. 55
4.2. MEE 02. INSTALAR SENSORES DE CORTE PROGRAMABLES EN TODOS LOS AIRES ACONDICIONADOS. 57
4.3. MEE 03. SUSTITUIR LA ILUMINACIÓN ACTUAL POR LUMINARIAS LED TIPO T8 DE 17 WATT. 58
4.4. MEE 04. REDUCCIÓN DE UNIDADES BATERÍAS/ESTABILIZADORES. 59
ANÁLISIS ECONÓMICO 60
RESULTADOS 61
PLAN DE IMPLEMENTACIÓN 61
CONCLUSIONES 62
RECOMENDACIONES 63
ANEXOS 1
BIBLIOGRAFIA 20

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.

1.1. INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad y la eficiencia energética son temas cada vez más relevantes en la actualidad. La necesidad de reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero se ha convertido en una prioridad para las empresas y organizaciones que buscan ser más responsables con el medio ambiente y, al mismo tiempo, reducir sus costos operativos.

En este contexto, la auditoría energética se presenta como una herramienta fundamental para identificar oportunidades de mejora y optimización en el uso de energía en edificios y oficinas. En particular, las auditorías energéticas en oficinas pequeñas son especialmente relevantes, ya que estas representan un porcentaje significativo del consumo energético en el sector comercial.

En esta tesis se presenta una auditoría energética realizada en las oficina del Grupo Monalpa, S. A con el objetivo de evaluar su consumo energético y proponer medidas de mejora que permitan reducir su impacto ambiental y mejorar su eficiencia energética. Se describe el proceso de recolección de datos, el análisis de los resultados obtenidos y las recomendaciones propuestas.
Se espera que los resultados de esta auditoría energética sirvan como un ejemplo de buenas prácticas para otras empresas y organizaciones que buscan reducir su huella de carbono y mejorar su eficiencia energética. Además, se espera que esta tesis contribuya al conocimiento y la conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad y la eficiencia energética en el sector empresarial.

1.2. OBJETIVOS

- Objetivo General

Elaborar un diagnóstico de eficiencia energética para las instalaciones de Grupo Monalpa S. A. ubicada en la ciudad de León, con el fin de reducir el consumo eléctrico.

- Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de la situación energética actual en las instalaciones de Grupo Monalpa S.A ubicada en la ciudad de León.
- Analizar el consumo y demanda de energía eléctrica de los equipos de climatización, iluminación y ofimáticos.
- Plantear alternativas para la optimización del consumo eléctrico en los equipos ofimáticos, iluminación y aire acondicionado.
- Evaluar las opciones de mejoras energéticas desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Auditoria Energética

La auditoría energética es el proceso de evaluar y medir el uso, la gestión y el rendimiento de los sistemas y equipos de energía en una organización. Se utiliza para identificar áreas de mejora y oportunidades para ahorrar energía y reducir costos, así como para cumplir con regulaciones y estándares de eficiencia energética.

Una auditoría energética tiene varios beneficios, entre ellos:

1. Identificar áreas de mejora: permite detectar problemas de eficiencia energética y proponer soluciones para reducir el consumo de energía y los costos asociados.
2. Reducción de costos: al identificar y abordar problemas de eficiencia energética, se pueden lograr ahorros significativos en los costos de energía.
3. Cumplimiento de regulaciones: a menudo se requiere que las organizaciones realicen auditorías energéticas para cumplir con regulaciones y estándares de eficiencia energética.
4. Mejora de la sostenibilidad: al reducir el consumo de energía, se contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la mejora de la sostenibilidad ambiental.
5. Mejora de la competitividad: al reducir los costos de energía, se pueden mejorar las perspectivas de rentabilidad y competitividad de una organización.
6. Mejora en la eficiencia del proceso productivo: una auditoria energética puede ayudar a identificar y corregir los cuellos de botella en el proceso productivo, lo que aumenta la eficiencia y la productividad.

2.1.1. Objetivos de la auditoría energética

El objetivo general de las auditorías se resume en analizar las necesidades energéticas de la empresa auditada, en este caso las instalaciones de grupo Monalpa S.A, integrando a todos los equipos y sistemas que forman parte de ella, con el fin de proponer soluciones de mejora en materia de ahorro energético.

Dentro de esta idea general, los objetivos a plantearse serían:

- Reducción de costos económicos.
- Optimizar los consumos energéticos.
- Identificar medidas potenciales de ahorro y uso eficiente de energía.

2.1.2. Metodología empleada en las auditorías energéticas

La metodología utilizada en los diagnósticos energéticos puede variar dependiendo del enfoque y alcance específicos del diagnóstico, pero algunos pasos comunes incluyen:

1. **Recopilación de datos:** Recopilar información sobre el consumo de energía, los sistemas y equipos de energía, y los procesos de la organización. Esto puede incluir medir el consumo de energía, realizar mediciones de los equipos y sistemas, y recopilar información sobre los procesos y las operaciones.
2. **Análisis de datos:** Analizar los datos recopilados para identificar patrones y tendencias en el consumo de energía, así como oportunidades para mejorar la eficiencia energética.
3. **Identificación de oportunidades de mejora:** Identificar oportunidades para reducir el consumo de energía y los costos asociados mediante la mejora de la eficiencia energética.
4. **Evaluación económica:** Evaluar la viabilidad económica de las oportunidades de mejora identificadas.
5. **Elaboración de recomendaciones:** Elaborar recomendaciones para mejorar la eficiencia energética y reducir los costos de energía.
6. **Implementación:** Ayudar a la organización a implementar las recomendaciones, incluyendo la selección y el diseño de proyectos de mejora de la eficiencia energética.
7. **Seguimiento y medición:** Realizar un seguimiento y medición de los resultados para evaluar el impacto de las mejoras implementadas.

En algunos casos se utilizan herramientas como el software de auditoría energética, para facilitar el proceso de análisis y recomendaciones.

En nuestro estudio trabajaremos hasta la elaboración de recomendaciones para garantizar un consumo energético eficiente, sin llegar a implementar dichas acciones.

2.1.3. Aspectos a diagnosticar

Entre los aspectos a diagnosticar en una institución, empresa, industria, etc., se encuentran los siguientes:

- **Operativos:** Inventario de equipos consumidores de energía, de equipos generadores de energía, detección y evaluación de fugas y desperdicios, análisis del tipo y frecuencia del mantenimiento, inventario de instrumentación y posibilidades de sustitución de equipos.
- **Económicos:** Precios actuales y posibles cambios de los precios de los combustibles, costos energéticos y su impacto en los costos totales, estimación económica de desperdicios, consumos específicos de energía eléctrica, evaluación económica de las

medidas de ahorro, relación beneficio-costo de las medidas para uso irracional de energía y precio de la energía eléctrica comprada (USD/kWh).

- **Energéticos:** Formas y fuentes de energía utilizadas, posibilidades de sustitución de energéticos, volúmenes consumidos, estructura del consumo, balance en materia y energía, diagramas unifilares y posibilidades de autogeneración y cogeneración.

2.1.4. Instrumentación a utilizar

(Datos obtenidos de (Escan S.A., 2014))

En la correcta ejecución de una auditoria energética, la toma de datos reales de la instalación es absolutamente imprescindible, pues sólo así se puede llegar a tener un conocimiento fiable y verdadero, tanto de los parámetros técnicos, como de los de confort de la instalación.

El grupo auditor debe llevar consigo una serie de equipos técnicos específicos para la realización de esta recolección de datos. A continuación se muestran los más relevantes, pudiéndose incluir otros en la lista si las necesidades de la auditoría así lo requiere.

- **Pinzas amperimétricas**

La pinza amperimétrica es un instrumento de medida que permite cuantificar la intensidad de corriente que circula a través de conductores activos sin la necesidad de interrumpir el normal funcionamiento del circuito. Mediante la utilización de pinzas amperimétricas se consigue medir de manera sencilla y rápida la intensidad de corriente circulante.

Aunque fundamentalmente se diseñan y utilizan para este propósito, es posible encontrar pinzas que incorporan también la posibilidad de medir otra serie de parámetros como, por ejemplo, la capacitancia, la resistencia. E inclusive la potencia.

Imagen 1. Pinzas amperimétricas (Fuente: Kyoritsu)

- **Luxómetro**

El luxómetro es un aparato de medida utilizado para la medición de los niveles de iluminación en una zona determinada. Trabajan a través de una célula fotoeléctrica que recibe la intensidad lumínica y, tras transformarla en electricidad, muestra el resultado expresado en lux. Puede

utilizarse tanto para mediciones de niveles de iluminación en espacios interiores como en el alumbrado de las zonas exteriores de los complejos empresariales.

Imagen 2. Luxometro (Fuente: Extech)

Termohigrómetro

Mediante la utilización de este equipo, tal y como su propio nombre indica, será posible conocer los valores de temperatura (°C) y humedad relativa (%) del ambiente de los espacios interiores y despachos del edificio de oficinas que se esté auditando.

Imagen 3. Termohigrómetro (Fuente: PCE-Ibérica)

- **Anemómetros**

Son aparatos utilizados para medir la velocidad del aire y el caudal volumétrico del mismo. Estas mediciones resultan importantes a la hora de evaluar los sistemas de climatización y son fundamentales si se trata de los sistemas de ventilación presentes en los edificios empresariales.

Las principales familias de anemómetros disponibles son los de hilo caliente, rueda alada o bien de tipo hermético.

Imagen 4. Anemómetros (Fuente: CEM Instruments)

2.1.5. Requerimientos en un diagnóstico energético

Para poder realizar un diagnóstico energético se requiere de los siguientes tipos de información:

- **Información operativa:** Manuales de operación de los equipos consumidores y generadores de energía, y reportes periódicos de mantenimiento.
- **Información energética:** Balances de materia y energía, series de consumo histórico de energía, información sobre fuentes alternas de energía y planos unifilares actualizados.
- **Información económica:** Series estadísticas de productos, ventas y costos de producción.
- **Información política:** Catálogos de precios de productos elaborados, tarifas eléctricas, normalización del consumo de electricidad, relación reservas-producción de hidrocarburos y disposición de fuentes energéticas no provenientes de hidrocarburos.

2.2. Balance Energético

El balance energético global nos muestra la distribución de los consumos energéticos en función de las diferentes variables. En un edificio, por ejemplo, es interesante diferenciar su consumo en función de los principales usos, distribuyendo así el consumo anual en climatización, iluminación, equipos, etc.

En el caso de las instalaciones de Grupo Monalpa, S. A. se realizará un balance energético en las diferentes áreas lo que permitirá una mayor facilidad para la recopilación y análisis de los datos.

El método utilizado para el cálculo del balance energético se basa en la fórmula de cálculo del consumo de energía. El consumo de energía sigue la siguiente fórmula:

Consumo energético (kW) = Potencia (kW) x Tiempo (h)

Ecuación 1. Cálculo de consumo energético

Por lo tanto, para calcular el consumo que se produce en cada área estudiada, es necesario conocer la potencia de los equipos, lámparas, etc. y el tiempo de utilización, es decir las horas en las que está funcionando cada uno de los equipos consumidores de energía.

Para cada uno de los siguientes grupos de consumo (iluminación, climatización y equipos ofimáticos) es conveniente tener en cuenta:

- **Iluminación:** Es necesario conocer la potencia de la lámpara, el tipo de equipo auxiliar y las horas de funcionamiento.
- **Climatización:** La potencia de los equipos, en este caso los equipos de aire acondicionado, también es necesario conocer el factor de uso y el horario de funcionamiento.
- **Equipos ofimáticos:** Es necesario para calcular el consumo de estos equipos y conocer la potencia de cada uno de ellos, así como el factor de uso. A su vez, se requiere conocer las horas de funcionamiento.

Los cálculos de las distribuciones de consumo se realizan utilizando la potencia de los equipos consumidores de energía y el horario de funcionamiento obtenido a través de varias vías, como las entrevistas con los usuarios de la instalación y con el personal de mantenimiento. El consumo obtenido se contrasta con los valores de consumo que reflejan las facturas.

2.3. Identificación de oportunidades de ahorro de energía en edificios.

A continuación se mencionan factores que influyen en el consumo de energía de un edificio según (WWF España, 2008).

- **Personas**

Comportamiento humano: Cambiando muchos de nuestros hábitos podemos utilizar la energía de una forma más eficiente. Una de las tareas más importantes de cualquier Estrategia de Gestión Energética es informar y educar a la personas con el objetivo de cambiar sus hábitos y evitar derroches de energía innecesarios.

Ocupación: El número de personas y de horas en que un edificio está ocupado es un factor determinante en la demanda de energía.

- **Edificio**

Aprovechamiento máximo de la luz natural.

Estado del edificio: Grado de aislamiento térmico, estado de puertas, ventanas, persianas y cajetines, protección de la insolación, etc.

Existencia de controles y regulación de las instalaciones energéticas del edificio: Los aparatos de control (termostatos, interruptores, programadores horarios, entre otros) deben ser fácilmente accesibles por el personal y programados para lograr un uso más efectivo de la energía.

Con una distribución más eficiente del espacio de trabajo y aprovechando la ventilación natural se puede reducir notablemente el consumo de energía en climatización.

Control de consumos eléctricos: Controlando el tiempo de los consumos o cargas eléctricas se puede reducir el coste de la factura eléctrica. Esto se logra evitando consumos muy altos en un periodo de tiempo limitado (puntas de carga) o evitando que las mayores demandas se realicen en periodos en los que la tarifa es más alta (periodo punta) y primando el consumo en periodos con tarifa más barata (periodo valle).

Equipos instalados: El número, eficiencia y uso que se haga de los equipos que tiene un edificio influirá directamente en la demanda energética.

- **Factores externos**

Hay otros factores, como por ejemplo, las condiciones meteorológicas, que influyen en la demanda energética de las instalaciones del edificio.

También resultará útil recoger información general sobre la organización y las características del edificio en que tiene ubicado su centro de trabajo: número de empleados, sistema de horarios, número de oficinas e instalaciones que posee, etc., y que pueden resultar relevantes a la hora de computar los consumos energéticos de la oficina. De esta manera se podrá identificar los puntos en los que puede existir un mayor potencial de mejora y de reducción del gasto energético.

En la tabla 2 se muestran los equipos e instalaciones más importantes, presentes prácticamente en todos los edificios de oficinas, que tienen una incidencia directa sobre el consumo de energía.

Centro de consumo	Características a identificar
Iluminación	El inventario del sistema de iluminación se realizará por oficinas ya que cada habitación puede tener un sistema y unas necesidades lumínicas diferentes: - Luminarias: tipos, dimensiones, mantenimiento. - Potencia (W). - Horas de utilización. - Estado y limpieza. - Presencia de sistemas de ahorro: • Detectores de presencia. • Detectores de luz natural. • Interruptores temporales. - Accionamiento de la iluminación (manual, automático, por zonas).
Aire acondicionado	- Sistema de aire acondicionado (central, equipos autónomos). - Rendimiento del sistema. - Existencia de toldos o elementos de sombra.
Aislamiento	- Tipo de ventanas (acristalamiento sencillo, doble). - Existencia de rendijas. - Grosor de las paredes. - Material y aislamiento de las paredes. - Puntos de pérdida de calor. - Horas de funcionamiento anuales.
Equipos: Ofimáticos, Ascensores, Electrodomésticos.	- Número y tipo de equipos: Ordenadores, impresoras, fotocopiadoras, ascensores, frigoríficos, microondas. - Potencia (kW). - Antigüedad y horas de uso. - Periodicidad mantenimiento. - ¿Se apagan los equipos por la noche?.

Tabla 1. Equipos o instalaciones presentes en edificios de oficinas.

Fuente: Diseño propio

2.4. Aires acondicionado

Un sistema de aire acondicionado, como el nombre lo indica, tiene por objeto acondicionar o climatizar el aire en un determinado lugar o espacio. Esto involucra habitualmente el control de la temperatura *y* de la humedad de un determinado espacio.

Para evaluar el uso eficiente de los sistemas de aires acondicionados se debe de tomar en cuenta:

- Revisar la carga de enfriamiento.
- Revisar en las áreas que poseen aire acondicionado con posibles puntos calientes dentro del local.
- Revisar el sistema de limpieza que se realiza a los acondicionadores de aire.
- Investigar si se posee un correcto plan de mantenimiento de aire.
- Evaluar si los lugares que poseen aires acondicionados poseen cortinas para evitar las pérdidas de calor por radiación solar del exterior.
- Verificar si existe un estado hermético en los lugares de instalación.
- Analizar la posibilidad de transferencia de tecnología.

Uno de los problemas principales al tratar de definir el tipo, características y necesidades de un sistema de aire acondicionado es el adecuado dimensionamiento de sus sistemas, por lo que es muy importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los recintos a climatizar deben quedar perfectamente delimitados.
- Debe conocerse y cuantificarse bien las fuentes de calor o cargas térmicas que será necesario disipar.
- Las cargas térmicas o fuentes de calor más importantes son:

- Seres vivos: Personas.
- Alumbrado artificial.
- Equipo eléctrico diverso (telecomunicaciones, sonido, tv, cómputo, cafetería y cocina, etc.)

2.4.1. Tipos de sistemas de aire acondicionado

- **Unidades tipo paquete:**

Imagen 5. Unidad tipo paquete.

Son unidades que integran todos los componentes del circuito de refrigeración y unidad manejadora de aire en un solo gabinete. En este tipo de unidades se encuentran las unidades tipo ventana.

- **Unidades split divididos:**

Imagen 6. Unidad tipo split dividido.

Equipos donde el evaporador se encuentra instalado junto con la unidad manejadora de aire en una zona diferente de dónde se halla la unidad condensadora y el compresor. Se emplean para climatizar varios recintos a la vez empleando sistema de distribución por lo que son de capacidades medianas a grandes.

- **Unidades mini split divididos:**

Imagen 7. Unidad tipo mini split dividido.

Son unidades idénticas a las anteriores pero de menores capacidades empleados usualmente para climatizar recintos individuales. No requieren sistema de distribución.

- **Unidades portátiles:**

Imagen 8. Unidad tipo portátil.

Son unidades móviles que se emplean de acuerdo a las necesidades del local.

- **Chiller:**

Imagen 9. Unidad tipo chiller.

Son las unidades más complejas por la gran variedad de componentes que necesitan y que evidentemente exigen de mayores consumos de energía eléctrica.

2.4.2. Componentes de los sistemas de acondicionamiento de aire

Los sistemas de enfriamiento de aire tienen como mínimo los siguientes componentes básicos:

- Evaporador.
- Compresor.
- Impulsores o ventiladores.
- Condensadores.
- Dispositivos de control de flujo.
- Dispositivos para limpieza de aire.
- Sistemas de seguridad.
- Refrigerante.
- Dispositivos de distribución de aire.
- Dispositivos de retorno de aire.

2.4.3. Problemas de selección y ubicación de las unidades de aire acondicionado

Selección de la unidad de aire acondicionado

La selección de las unidades de acondicionamiento de aire va a estar en dependencia de diversos factores que se relaciona con los tres métodos de intercambio de calor (conducción, convección y radiación), tomando en consideración la temperatura del día más caluroso del año.

Este cálculo contribuirá en encontrar la carga térmica del local a climatizar y así seleccionar un equipo con una capacidad de enfriamiento igual o un poco mayor a la carga térmica encontrada. En la ubicación son considerados dos puntos: el diseño estructural del edificio y el diseño del equipo, considerando también la curva de enfriamiento del equipo y la dispersión del aire de inyección que este produzca.

2.4.4. Carga de enfriamiento

Es la cantidad neta de calor que retira el equipo de climatización, es decir es la suma de las ganancias netas de calor.

La carga real de refrigeración determinará la capacidad de refrigeración de los equipos, si la carga se calcula excesivamente alta, el sistema será sobredimensionado y se incurrirá en altos consumo de energía y poca eficiencia a carga parcial. Por otro lado, si la carga calculada es muy baja probablemente el equipo no satisfaga las condiciones de confort en el local.

La carga real o carga neta de refrigeración es aquella en la que se toma en cuenta el efecto de almacenamiento de calor, el factor de retardo y la diversidad o factores de utilización.

El efecto de almacenamiento considera la capacidad que poseen los materiales (piso, paredes, techo, tiros) de almacenar calor proveniente principalmente de energía radiante.

El factor de retardo considera el tiempo que tarda dicho material en convertir la energía radiante acumulada en calor que puede ser absorbida por el aire del recinto.

El factor de diversidad que considera en qué porcentaje cada fuente de calor afectará en un momento dado al recinto climatizado.

2.4.5. Condiciones Ambientales:

La condición ambiental es la conjugación de componentes físicos, químicos, biológicos y climáticos que interactúan en el exterior de las áreas climatizadas.

Para efectuar una evaluación del ambiente se realizan mediciones que definan sus condiciones; para este fin las mediciones fundamentales son: la temperatura de bulbo seco y de bulbo húmedo, la velocidad y dirección del viento, además de la humedad relativa del aire y la radiación solar.

2.4.6. Condiciones de Confort:

Confort es la sensación de bienestar que obtiene el ser humano bajo condiciones óptimas de temperatura, humedad relativa, movimiento del aire, iluminación y nivel de ruido.

Los niveles recomendados de temperatura humedad e iluminación según las regulaciones del Ministerio del Trabajo de Nicaragua (MITRAB) son :

- Temperatura: Entre los 22°C y los 27°C.
- Humedad: entre el 40% y el 60% de humedad relativa.
- Iluminación:
- Oficinas: 300 lux
- Zonas de paso: 50 lux

2.4.7. Relación de eficiencia energética (REE).

También conocido como EER por sus siglas en inglés, es la relación del enfriamiento total de un equipo de aire acondicionado transferidos del interior al exterior, durante un año de uso, dividido entre la potencia eléctrica total suministrada al equipo durante el mismo lapso. Este es el mismo COP termodinámico, pero calculado con base en la potencia demandada tal y como lo muestra la ecuación cálculo de la relación de la eficiencia energética:

$$\mathrm{REE} = \frac{Wt}{\mathrm{We}}$$

Ecuación 1. Cálculo del EER

Dónde:
Wt: Capacidad de enfriamiento (BTU/h)
We: Potencia demandada (W)

La capacidad de enfriamiento (Wt) es la capacidad que tiene un equipo para remover el calor de un espacio cerrado, se puede expresar en watt o BTU/h. La potencia demandada (We) es el valor promedio en watt eléctricos de las mediciones de la potencia eléctrica de entrada durante el ensayo para la determinación de la capacidad de enfriamiento (Centro de Producción más limpia Nicaragua, 2013).

2.5. Iluminación

Este es uno de los sistemas con mayor potencial de ahorro en las Industrias debido a la desinformación de las nuevas tecnologías de ahorro o el mal uso de la iluminación ya existente. Su análisis es rápido y sus resultados se muestran a corto plazo.

Actividades:

- Recopilación de Información y mediciones.
- Tipo de luminaria tipo de foco, ubicación, horas de operación y tipo de control.
- Color de paredes y pisos.
- Mediciones de niveles de iluminación.
- Identificación de los circuitos de alumbrado.
- Plantear las propuestas de iluminación.

Flujo luminoso: Es la totalidad de la potencia luminosa emitida por una fuente de luz en todas direcciones, se representa por la letra griega φ, su unidad de medida es el Lumen (Lm) se calcula por la siguiente ecuación: $1lm = 1lux * m^2$

Rendimiento luminoso: Es el coeficiente de eficacia luminosa que indica el flujo que emite una fuente de luz por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención. Se representa por la letra griega ŋ siendo su unidad el lumen por vatio (lm/watt) [ŋ= φ/w]

Cantidad de luz: De forma analógica a la energía eléctrica que se determina por la potencia eléctrica en la unidad de tiempo, la cantidad de luz o energía luminosa se determina por la potencia o flujo luminoso emitido en la unidad de tiempo. La cantidad de luz se representa por la letra Q, siendo su unidad el lumen por hora (lm-h) [Q= tú].

Intensidad luminosa: Nos indica la intensidad de una radiación luminosa en una determinada dirección y contenida en un ángulo sólido. La intensidad luminosa de una fuente de luz en una determinada dirección es igual a la relación entre el flujo luminoso contenido en un ángulo solido cualquiera cuyo eje coincida con la dirección considerada y el valor de dicho ángulo solido expresado en estereorradianes. La fórmula que expresa la intensidad luminosa es I= φ/ώ.

Iluminancia: Es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su extensión. La iluminancia se representa por la letra E, siendo su unidad de medida el Lux, la fórmula que expresa la iluminancia es la siguiente: E=φ/S. [1lux= 1lm/m2]. Se deduce de la fórmula que cuanto mayor sea el flujo luminoso incidente sobre una superficie, mayor será su iluminancia, y que, para un mismo flujo luminoso incidente, la iluminancia será mayor a medida que disminuye la superficie (Centro de Produccion Mas Limpia Nicaragua CPML, 2013).

2.5.1. Componentes del Sistema de Iluminación

- **Lámparas**

Al elegir el tipo de lámpara es necesario conocer muy bien las características de cada una de ellas. Es muy importante seleccionar la lámpara que más se acerque a nuestras exigencias, sea la más rentable y consuma menos. En la tabla 3 se especifican los detalles de las más importantes:

Tipo de Lámpara	Eficacia (Lm / W)	Vida Útil (horas)	Reproducción cromática Ra	Gama potencias(W)
Incandescente Estándar	10-17	1000	100	15-2000
Halógena	16-25	2000	100	20-2000
Fluorescente	40-104	8000-12000	60-95	jun-65
Fluorescente Compacta	50-87	6000-10000	80	5-200
Vapor Sodio Alta presión	80-120	8000-16000	20	33-1000
Vapor Sodio Baja presión	100-200	10000	0	18-180
Vapor de Mercurio	36-60	12000-16000	45	50-400
Vapor Mercurio con Halogenuros	58-88	5000-9000	70-95	70-3500
Inducción	65-72	60000	80	55-85
Led	70-100	50000-90000	60-80	3-100

Tabla 2. Tipos de lámparas y sus características.

Fuente: Diseño propio

Mantenimiento: La eficacia de una lámpara disminuye con las horas de utilización. Limpie con frecuencia sus luminarias y cuide de sus instalaciones. Incluya estas acciones en su plan de mantenimiento preventivo.

- **Luminarias**

Las luminarias son los equipos de alumbrado que reparten, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas. Comprenden todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.

Las luminarias se clasifican en función de su distribución fotométrica, es decir en función de la forma en que distribuye la luz. Según la International Commission on Illumination (C.I.E)[1] la clasificación es la siguiente:

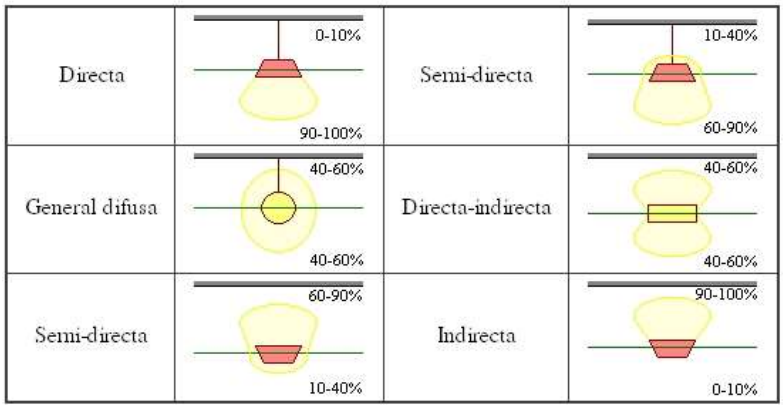


Imagen 10. Clasificación CIE según la distribución de la luz.

Fuente: docplayer.es

El rendimiento de la luminaria es la relación existente entre el flujo luminoso que sale de ella y el flujo luminoso de la lámpara.

La elección de la luminaria adecuada a cada caso dependerá de la tarea a realizar. Sin embargo, es importante tener en cuenta los dos parámetros anteriores, un elevado rendimiento y una apropiada distribución de la luz proporcionarán un sistema de alumbrado de calidad y bajo coste.

[1] La Comisión Internacional de la Iluminación (conocida por la sigla CIE, de su nombre en francés Commission internationale de l'éclairage) es la autoridad internacional en luz, iluminación, color y espacios de color. Fue fundada en 1931, con sede en Viena, Austria.

- **Balastros electrónicos**

El equipo auxiliar influye de forma determinante en la eficiencia energética del conjunto. Los balastos electrónicos ofrecen numerosas ventajas respecto a los electromagnéticos, tanto en confort de iluminación como en lo que a ahorro energético se refiere:

• Reducción del 25 % de la energía consumida, respecto a un equipo electromagnético.
• Incremento de la eficacia de la lámpara.
• Incremento de la vida de las lámparas hasta del 50 %.
• Encendido instantáneo y sin fallos.
• Luz más agradable, sin parpadeo ni efecto estroboscópico, mediante el funcionamiento a alta frecuencia. Reducción de los dolores de cabeza y el cansancio de la vista, atribuidos al parpadeo producido por los balastos magnéticos.
• Aumento del confort general eliminándose los ruidos producidos por el equipo electromagnético.
• Mayor confort, permitiendo ajustar el nivel de luz según las necesidades.
• Posibilidad de conectarse a sensores de luz y ajustar en automático la intensidad de luz de la lámpara, y mantener un nivel de luz constante (Energy, 2006).

2.5.2. Equipos de control

Los sistemas de control apagan, encienden y regulan la luz según interruptores, detectores de movimiento y presencia, células fotosensibles o calendarios y horarios preestablecidos. Permiten un mejor aprovechamiento de la energía consumida, reduciendo los costes energéticos y de mantenimiento, además de dotar de flexibilidad al sistema de iluminación. El ahorro energético conseguido al instalar este tipo de sistemas puede ser de hasta un 70 %.

El sistema de control más sencillo es el interruptor manual. Su uso correcto, apagando la iluminación en periodos de ausencia de personas, permite ahorros significativos, más aún cuando en una misma sala hay varias zonas controladas por interruptores distintos de forma que una pueda estar apagada aunque otras estén encendidas.

Los detectores de presencia o movimiento encienden la iluminación cuando detectan movimiento y lo mantienen durante un tiempo programado. Son muy útiles para zonas de paso o permanencia de personas durante poco tiempo. Por ejemplo, en un edificio de viviendas se obtiene un elevado ahorro al instalar estos detectores en las escaleras, de forma que la iluminación se vaya encendiendo por zonas en lugar de encenderse todas las plantas a la vez (Energy, 2006)**.**

2.5.3. Vida o duración

Las lámparas incandescentes dejan de funcionar de manera brusca, aunque mantienen prácticamente constante el flujo luminoso a lo largo de toda su vida; sin embargo, en el resto de fuentes de luz se produce una depreciación del flujo luminoso emitido a lo largo de su vida, por lo que es importante determinar cuándo deja de ser funcional, pues suele ser mucho tiempo antes de dejar de funcionar. Teniendo en cuenta lo anterior se establecen dos conceptos:

a) **Vida media:** indica el número de horas de funcionamiento a las cuales la mortalidad de un lote representativo de fuentes de luz del mismo tipo alcanza el 50 % en condiciones estandarizadas.

b) **Vida útil (económica):** indica el tiempo de funcionamiento en el cual el flujo luminoso de la instalación ha descendido a un valor tal que la fuente de luz no es rentable y es recomendable su sustitución, teniendo en cuenta el coste de la lámpara, el precio de la energía consumida y el coste de mantenimiento.

A continuación, se muestran valores orientativos de estos tiempos según (Energy, 2006):

Lámpara	Vida Media (horas)	Vida Útil (horas)
Incandescencia	1,000	1,000
Incandescencia Halógena	2,000	2,000
Fluorescencia Tubular	12,500	7,500
Fluorescencia Compacta	8,000	6,000
Vapor de Mercurio a Alta Presión	24,000	12,000
Luz Mezcla	9,000	6,000
Vapor de Sodio a Baja Presión	22,000	12,000
Vapor de Sodio a Alta Presión	20,000	15,000
LED	100,000	50,000

Tabla 3. Duración de las lámparas.

Fuente: scielo.sld.cu tendencia de la depreciación luminosa

2.5.4. Métodos de alumbrado

Los métodos de alumbrado nos indican como se reparte la luz en las zonas iluminadas. Según el grado de uniformidad deseado, distinguiremos tres casos: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado.

Imagen 11. Métodos de alumbrado.

Fuente: es.slideshare.net

El alumbrado general proporciona una iluminación uniforme sobre el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fabricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.

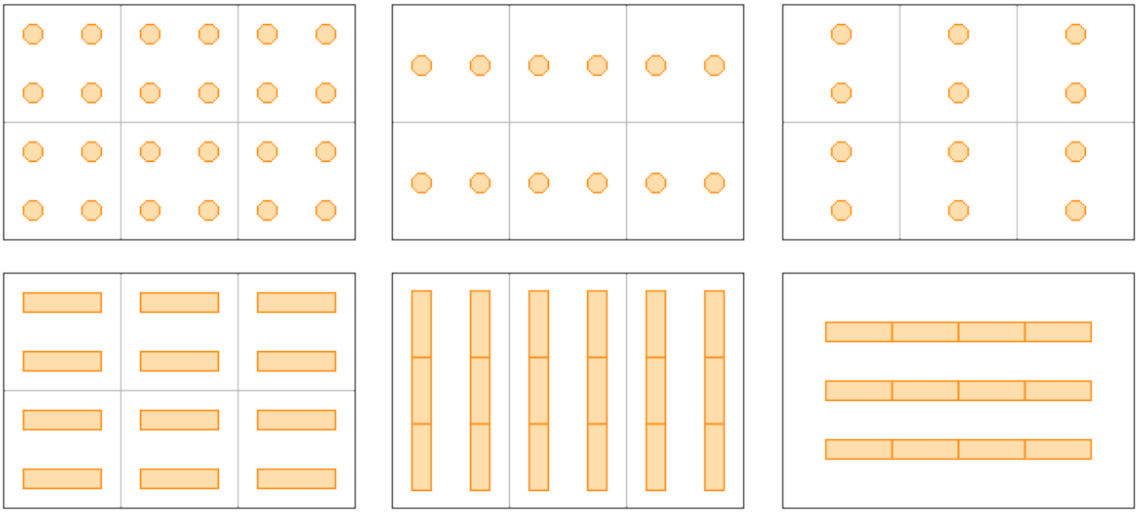


Imagen 12. Ejemplos de distribución de luminarias en alumbrado general.

Fuente: Recursos.citea.upc.edu/Ilum

El alumbrado general localizado proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es qué pasa si se cambian de sitio con frecuencia los puestos de trabajo; es evidente que si no podemos mover las luminarias tendremos un serio problema. Podemos conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo. Una alternativa es apagar selectivamente las luminarias en una instalación de alumbrado general.

Se emplea el alumbrado localizado cuando se necesita una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriremos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux., haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.

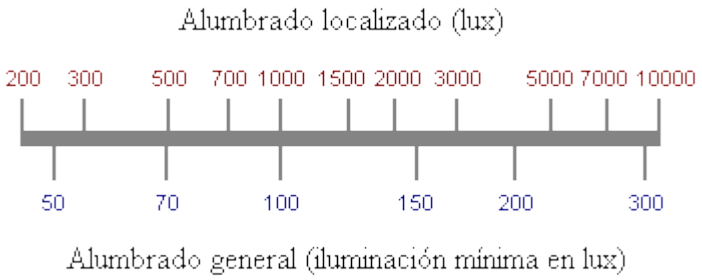


Imagen 13. Relación entre el alumbrado general y el localizado (Vergas, 2010).

Fuente: Recursos.citea.upc.edu/Ilum

2.6. Evaluación económica de las oportunidades de ahorro de energía

Una vez realizado el análisis energético se tiene un conocimiento en profundidad de los consumos energéticos, los equipos y sistemas implicados y los costes que se tienen que considerar.

Según (Urbina, 2007) el análisis económico tiene como objetivo conocer en profundidad los costes energéticos asociados, los precios medios obtenidos, el coste por unidad de producto (o variable asociada), el porcentaje que el coste energético representa sobre los costes totales de la organización y los factores que influyen en la formación de estos costes.

Al igual que en la fase de evaluación energética, esta fase es el fundamento para analizar la viabilidad económica de las mejoras propuestas.

Relación beneficio-costo: Costos involucrados en las medidas aplicadas y balance económico de los ahorros logrados. En donde los ingresos y los egresos deben ser calculados de un modo que no genere pérdidas para la institución y por el contrario tenga un criterio de ganancias para poder que uno de los objetivos se cumplan como el de generar beneficios a la empresa y su personal. El análisis de la relación beneficio costo (B/C) toma valores mayores, menores o iguales a 1, lo que implica que:

B/C > 1 implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable.

B/C = 1 implica que los ingresos son iguales que los egresos, en este caso el proyecto es indiferente.

B/C < 1 implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto no es aconsejable.

Esta metodología permite también evaluar dos alternativas de forma simultánea.
Al aplicar la relación beneficio / costo, es importante determinar las cantidades que constituyen los ingresos llamados “beneficios” y que cantidades constituyen los egresos llamados “costos”.

Métodos de evaluación económica: Período de recuperación simple Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Rendimiento (TIR).

2.6.1. Valor Presente Neto

El Valor Presente Neto es un método de evaluación que consiste en descontar los flujos netos de efectivo mediante una tasa de descuento y restarlos de la inversión inicial que dio origen a dichos flujos, todo esto a su valor equivalente en un solo instante de tiempo que es el presente, y el criterio de aceptación es VPN ≥ 0

A continuación se presenta la ecuación 1 para calcular el VPN:

$$\text{VPN} = FNEo + \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5}$$

Ecuación 2. Cálculo del VPN

Dónde:
VPN: Valor presente neto
FNE: Flujo neto efectivo
i: Tasa de interés

2.6.2. Tasa Interna de Rendimiento

La TIR es la tasa de descuento que hace que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial. Su ecuación:

$$\text{TIR} = -FNEo + \frac{FNE_1}{(1+i)} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5}{(1+i)^5} + \cdots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Ecuación 4. Cálculo de la TIR.

Para la evaluación económica se realizan los cálculos que demuestren el monto de pérdidas y la capacidad de ahorro de las medidas propuestas en cada oportunidad de ahorro identificada en el sistema energético. En la evaluación de la rentabilidad de las inversiones, los parámetros económicos servirán como base para la toma de decisiones sobre la conveniencia, posibilidad y oportunidad de las inversiones a realizar propuestas en el proyecto de actividades.

2.7. Evaluación ambiental de las medidas de ahorro de energía

Ahorrar energía es el camino más eficaz para reducir las emisiones de CO2 (dióxido de carbono) a la atmósfera, y por tanto detener el calentamiento global del planeta y el cambio climático. Es también el camino más sencillo y rápido para lograrlo. En Nicaragua, el consumo de electricidad para el 2014 es de 3.49 TWh (Tera vatios-hora) con una generación de 4.44 TWh y una emisión de 4.54 MtCO2 (toneladas métricas de dióxido de carbono) para Nicaragua (International Energy Agency, 2016).

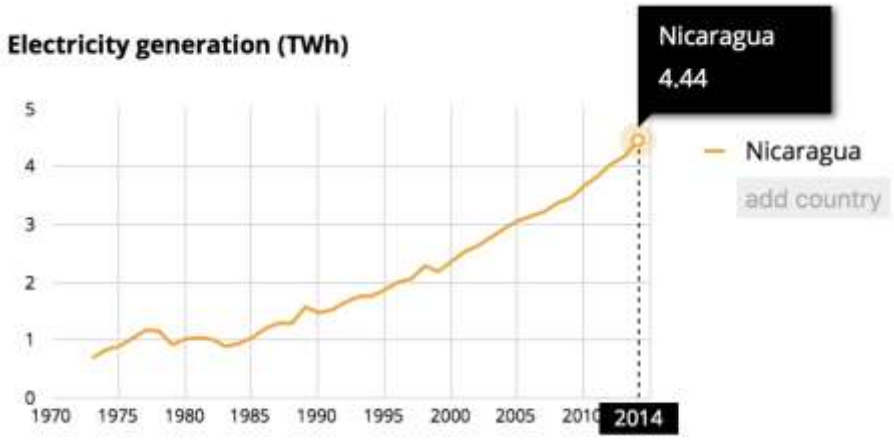


Gráfico 1. Generación de electricidad en Nicaragua.

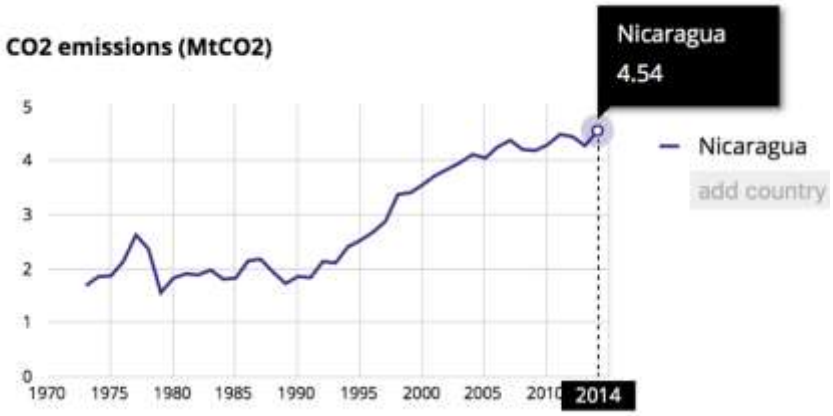


Gráfico 2. Emisión de Dióxido de Carbono en Nicaragua.

Fuente: Internacional Energy Agency

Además, ahorrar energía tiene otras ventajas adicionales para el medio ambiente, pues con ello se evita: lluvias ácidas, mareas negras, contaminación del aire, residuos radioactivos, riesgo de accidentes nucleares, proliferación de armas atómicas, destrucción de bosques, devastación de sitios naturales y desertización.

Todas estas ventajas se traducen por sí mismas en una mejor calidad de vida, más aún si consumir menos energía va unido a la mejora de los servicios que ésta nos proporciona (luz, calor, movimiento); es decir, se trata de mejorar la eficiencia energética. Así se pondrá freno a la actual situación de despilfarro energético: en muchas ocasiones se consume demasiada energía, que no se necesita, recibiendo poco o ningún servicio y, a veces, un mal servicio e incluso perjuicio. (Greenpeace, 2004).

La Agencia Internacional de la Energía o AIE por sus siglas en inglés, es una organización internacional, que busca coordinar las políticas energéticas de sus estados miembros, con la finalidad de asegurar energía confiable, adquirible y limpia a sus respectivos habitantes (International Energy Agency, 2017). En su documento "CO_2 emissions from fuel combustion highlights" la AIE establece el valor de g/CO_2 por kW/h producido, en la edición del año 2011 este valor es de 474 (CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS, 2013, p. 112). Se consultó en el mismo documento ediciones 2014 y 2015 pero este dato no aparece para nuestro país, por tanto se toma como referencia el de la edición año 2011 para nuestra monografía.

2.8. Análisis tarifario

La electricidad debe tener ciertos atributos que permitan diferenciarla de la electricidad de alta calidad y electricidad de baja calidad. Uno de los principales atributos para esta diferenciación es el Nivel de Voltaje, siendo este:

- **En Baja Tensión (BT)**, es decir igual o inferior a 400 Voltios: excluyendo períodos con interrupciones de suministro, el valor estadístico de la tensión medido de acuerdo con la norma técnica correspondiente[2], deberá estar dentro del rango de ± 8% durante el 95% del tiempo de cualquiera semana del año o de siete días consecutivos de medición y registro.

- **En Media Tensión (MT)**, es decir igual o inferior a 23,000 Voltios pero superior a 400 Voltios: excluyendo períodos con interrupciones de suministro, el valor estadístico de la tensión medido de acuerdo con la norma técnica correspondiente, deberá estar dentro del rango ±8% durante el 95% del tiempo de cualquiera semana del año o de siete días consecutivos de medición y registro.

2.8.1. Pliego Tarifario:

Actualmente en Nicaragua el pliego tarifario se encuentra segmentado según el tipo de aplicación y el nivel de tensión, existen en total 27 pliegos diferentes para Baja Tensión (ver tabla 5) y 22 pliegos diferentes para Media Tensión (ver Tabla 6). Dependiendo de la tarifa a la cual esté sujeta el cliente y la ubicación geográfica se le asignara el valor para el cobro de algunos rubros como: alumbrado público, comercialización y financiamiento.

Las tablas siguientes muestran los diferentes pliegos tarifarios vigentes en nuestro país, su clasificación y aplicación, y los cargos que se cobran.

[2] Resolución N° 006-2000, Normativa de Servicio Eléctrico 8.1.2

Tipo de tarifa	Código	Aplicación	Cargos que se cobran
	BAJA TENSION (120,240 y 480 V)		
Residencial	T-0	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rural	Se cobran los kWh diferenciados por bloques ya estipulados
General Menor	T-1	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (establecimientos comerciales, centros de salud, oficinas públicas o privadas, centros de recreación, etc.)	Tarifa Monomia, se hace cobro de dos bloques comprendidos entre: 0-150 kWh y >150 kWh
	T-1A		Tarifa Binomia Sin M/H, se hace cobro de todos los kWh consumidos y los kW de Demanda Máxima
General Mayor	T-2	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (establecimientos comerciales, centros de salud, oficinas públicas o privadas, centros de recreación, etc.)	Tarifa Binomia Sin M/H, se hace cobro de todos los kWh consumidos y los kW de Demanda Máxima
Industrial Menor	T-3	Carga contratada mayor a 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	Tarifa Monomia, se hace cobro de todos los kWh
	T-3A		Tarifa Binomia Sin M/H, se hace cobro de todos los kWh consumidos y los kW de Demanda Máxima
Industrial Mediana	T-4	Carga contratada mayor a 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	Tarifa Binomia S M/H, se hace cobro de todos los kWh consumidos y los kW de Demanda Máxima
Industrial Mayor	T-5	Carga contratada mayor a 200 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	Tarifa Binomia Sin M/H, se hace cobro de todos los kWh consumidos y los kW de Demanda Máxima
Nota: **en BT también existen tarifas diferenciadas para irrigación (T-6,T-6A y T-6B), Radio Difusoras (TR), Bombeo (T-7, T-7A,T-7B), Alumbrado Público (T-8), Iglesia (T-9), Apoyo a la Industria Turística Menor (T1-H, T-1 A-H), Apoyo a la Industria Turística (T-2-H), Industria Turística Menor (T3-H, T-3 A-H), Industria Turística Mediana (T-4-H), Industria Turística Mayor (T-5-H) y Bombeo Comunitario (TB-6,TB-6A,TB-6B) cada una cobrando rubros diferentes de acuerdo a su aplicación**			

Tabla 4. Pliegos tarifario para baja tensión

Tipo de Tarifa	Código	Aplicación	Cargos que se cobran
	MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)		
Industrial Menor	T-2D	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc).	Tarifa Binomia Sin M/H, se cobran todos los kWh y los kW de demanda máxima
	T-2E		Tarifa Binomia Con M/H, se hace un valor diferenciado de los kWh en Punta o Valle, además se cobran todos los KW de demanda máxima en punta. Así mismo se hace la diferenciación si es verano o invierno
Industrial Mediana	T-4D	Carga contratada mayor de 25 y hasta 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc).	Tarifa Binomia Sin M/H, se cobran todos los kWh y los kW de demanda máxima
	T-4E		Tarifa Binomia Con M/H, se hace un valor diferenciado de los kWh en Punta o Valle, además se cobran todos los KW de demanda máxima en punta. Así mismo se hace la diferenciación si es verano o invierno
Industrial Mayor	T-5D	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc).	Tarifa Binomia Sin M/H, se cobran todos los kWh y los kW de demanda máxima
	T-5E		Tarifa Binomia Con M/H, se hace un valor diferenciado de los kWh en Punta o Valle, además se cobran todos los KW de demanda máxima en punta. Así mismo se hace la diferenciación si es verano o invierno
Nota: **en MT también existen la tarifa de Pequeñas Concesiones (TPC), Irrigación (T-6C,T-6D,T-6E), Bombeo (T-7C,T-7D,T-7E), Apoyo a la Industria Turística Menor (T-2 D-H,T-2 E-H), Apoyo a la Industria Turística Mediana ((T-4 D-H,T-4 E-H), Apoyo a la Industria Turística Mayor ((T-5 D-H,T-5 E-H) y Bombeo Comunitario (TB-6C,TB-6D,TB-6E) cada una cobrando rubros diferentes de acuerdo a su aplicación.**			

Tabla 5. Pliegos tarifario para media tención

Fuente: Instituto Nicaragüense de Energía Ente Regulador

- **Tarifa eléctrica**

Son los precios que se aplican al consumo de energía eléctrica, se da a través de un contrato de la empresa eléctrica y el consumidor existen diferentes factores que influyen en la tarifa eléctrica, entre los principales se encuentran:

- Demanda eléctrica
- Oferta de generación.
- Los precios de los combustibles.
- Los derechos arancelarios.

2.8.2. Factura de energía eléctrica

Documento utilizado por la empresa de distribución para el cobro de consumo de energía eléctrica y pago del mismo por parte del cliente o consumidor.

Según el capítulo 6.3: Contenido de la Factura, de la Resolución N° 006-2000, Normativa de Servicio Eléctrico (NSE 6.3.2). La factura debe incluir como mínimo la siguiente información:

1. Nombre o razón social de la empresa de distribución.
2. Nombre o razón social del cliente y número de identificación.
3. Número de medidor y su factor multiplicador.
4. Número de la factura.
5. Fecha de emisión de la factura.
6. Fecha de entrega (por medio de sello al dorso).
7. Fecha de vencimiento de la factura.
8. Código y nombre de la tarifa aplicada.
9. Lectura anterior y actual de los medidores de energía y demanda máxima, según corresponda. Si la medición es estimada, deberá ponerse una nota en la factura indicando “ESTIMADO”.
10. Mes de consumo.
11. Período de consumo.
12. Carga contratada.
13. Carga demandada.
14. Factor de potencia y recargo en córdobas, de corresponder.
15. Cargo fijo y su valor en córdobas.
16. Cargos por capacidad contratada y su valor en córdobas, de corresponder.
17. Cargos variables por consumo, consumo facturado (en Kwh) y su valor en córdobas.
18. Recargos, tasas o impuestos aplicados.
19. Débitos o créditos.

20. Cargo de Alumbrado Público.
21. Valor total de la factura.
22. Histórico de consumo (promedio 6 meses).
23. Cargo por regulación.
24. Cargo por impuesto municipal.
25. Cargo por comercialización.
26. Ajuste por uso de combustibles (sí lo hubiera).

A continuación se detallarán y explicaran los principales componentes de la factura:

- **Energía:** Importe en córdobas correspondiente al consumo de energía del período.
- **Demanda:** Importe en córdobas correspondiente a la potencia máxima demandada en el período de facturación (sólo aplicable a tarifas binomias).
- **Factor de potencia:** Cargo por factor de potencia. Se aplica sólo a servicios con medición de reactiva cuando el factor de potencia registrado es menor de 0.85. Para el cálculo de bajo factor de potencia se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Recargo F. P.} = (Importe\ Energía\ Activa\ (Punta + Valle) + Importe\ de\ Demanda) * (F.P\ permitido - F.P.registrado)$$

Ecuación 5. Cálculo de cargo por factor de potencia.

- **Cargo por comercialización:** Costo fijo asociado a los servicios de lectura de medidores, facturación y cobro.
- **Alumbrado público:** Importe correspondiente al servicio de alumbrado público que esté ubicado a 100 metros a la redonda de la ubicación del suministro.
- **Regulación INE:** Cargo del 1% sobre los conceptos de: energía activa, demanda (si aplica), bajo factor de potencia (si aplica). alumbrado público, comercialización.
- **Impuesto general al valor (IVA)[3]:** Retención del 15% aplicable a todas las tarifas, sobre los siguientes conceptos. energía activa, demanda (si aplica), bajo factor de potencia (si aplica), alumbrado público, comercialización, regulación INE.
- **Recargo por mora:** Son los cargos correspondientes a los intereses generados por el pago retrasado de facturas vencidas.
  Se calcula sobre el importe de la factura en mora que se va a pagar, por el interés anual (18%[4]) entre 365 días y por los días que tiene de mora desde la fecha de vencimiento hasta la fecha de cancelación.

[3] **Excepciones:** Clientes con tarifas domiciliar con consumo facturado igual o inferior a 300kWh, no pagan IVA, clientes con tarifas domiciliar con consumo facturado mayor a 300kWh e inferior a 999kWh, se le aplica el 7% y clientes con tarifa de irrigación y bombeo.
[4] 1% de interés + 0.5% deslizamiento mensual * 12 meses = 18% de interés anual.

$$Cargo\ por\ mora = \frac{(\text{Importe a cancelar}) * (\ \%\text{interés anual}) *\ \text{días de mora}}{365}$$

Ecuación 6. Cálculo para efectuar cargo por mora

- **Interés por financiamiento:** Interés sobre cuota de acuerdo que se aplica después del segundo pago. El interés de aplicación será del 12 % anual. Adicionalmente se cobra un 5% de cargo por deslizamiento.

$$Interes\ por\ financiamiento = \frac{(\text{Monto de cuota cancelada}) * (* \%\ \text{interés} + \text{cargo}) * (\text{DTEFP\&AC})}{365}$$

Ecuación 7. Cálculo para efectuar interés por financiamiento

Donde DTEFP&AC:
(Días transcurridos entre la fecha de pago y alta del acuerdo.)

2.8.3. Factor de Potencia

Es el factor de aprovechamiento del consumo de energía, en trabajo útil o fuerza mecánica; es decir es el cociente de la potencia activa en kW entre la potencia aparente en kVA.

El factor de potencia puede tomar valores entre 0 y 1; INE autoriza a Unión Fenosa a imponer cargos a los consumidores que registren un factor de potencia por debajo de 0.85, que es el mínimo recomendable.

Resumiendo, la energía que se transforma en trabajo, se la denomina energía activa, mientras que la usada por el artefacto eléctrico para su propio funcionamiento, se la llama energía reactiva.

Esta relación se puede representar también, de forma matemática, por medio de la siguiente fórmula:

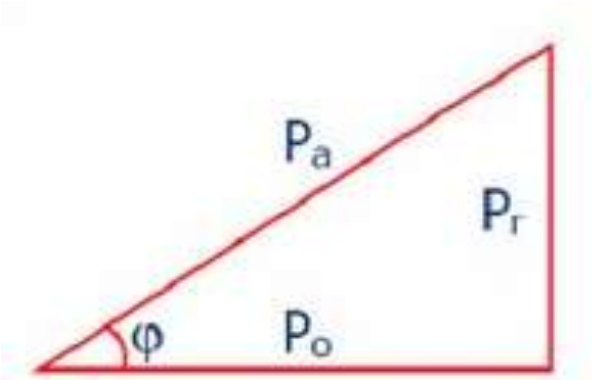


Imagen 14. Triangulo de potencia

$$FP = \cos\varphi = \frac{P_0}{P_a}$$

Ecuación 3. Cálculo de factor de potencia

donde:

P_0 = Potencia real (W)

P_a= Potencia aparente (VA)

P_r= Potencia reactiva (VAR)

FP = Factor de potencia

2.8.4. Inconvenientes que ocasiona un bajo factor de potencia

En caso que el Factor de Potencia sea inferior a 0.85, implica que los artefactos tienen elevados consumos de energía reactiva respecto a la energía activa, además:

Los problemas técnicos serian:

- Mayor consumo de corriente.
- Aumento de las pérdidas en conductores.
- Sobrecarga de transformadores, generadores y líneas de distribución.
- Incremento de las caídas de voltaje.

Problemas económicos:

- Penalización de hasta un 120 % del costo de la facturación.
- Incremento de la factura eléctrica por mayor consumo de corriente.

2.8.5. ¿Por qué elevar el Factor de Potencia?

Los beneficios son:

- Disminución en las pérdidas de los conductores.
- Reducción de las caídas de tensión.
- Aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores, líneas y generadores.
- Incremento de la vida útil de las instalaciones.
- Reducción de los costos por facturación eléctrica

2.8.6. Control del factor de potencia

Los excesivos consumos de energía reactiva pueden ser compensados con capacitores**.** Éstos son elementos eléctricos que, instalados correctamente y con el valor adecuado, compensan la energía reactiva necesaria requerida por la instalación interior, elevando el factor de potencia por sobre los valores exigidos. Estos elementos deben ser conectados por electricistas especializados, ya que este tema presenta cierta complejidad.

Unos mantenimientos de valores controlados del factor de potencia beneficiarán a la empresa, institución o industria lo cual:

- Aumentará la vida útil de la instalación.
- Evitará la penalización en la facturación
- Mejorará la calidad del producto técnico del suministro que recibe el cliente.
- Mejorará la regulación de la tensión del suministro.
- Reducirá las pérdidas por recalentamiento en líneas y elementos de distribución.

CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Descripción de las instalaciones.

Las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. son una serie de oficinas adaptadas en una casa de habitación, ubicada en la cuidad de Leon, Nicaragua.

Estas oficinas son de origen privado, están divididas en tres habitaciones donde se llevan a cabo una serie de tareas distintas, cada una cuenta con distintos equipos para dichas tareas y donde trabajan 6 personas en un horario regular de 8:00am a 5:30pm.

Las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. utiliza energía eléctrica para operar los equipos. Los consumidores de energía eléctrica en la oficina son los siguientes:

Iluminación: Se caracteriza por el uso de lámparas fluorescentes T12 40 watt.

Aires acondicionados: Todos unidades mini-split de 12,000btu

Equipos Ofimaticos: CPUs, monitores ahorrativos (LCD), baterías, estabilizadores, scaners, impresoras y fotocopiadoras.

Otros equipos: Reuters, refrigeradoras, abanicos.

El abastecimiento de energía eléctrica para las habitaciones se realiza por medio de la red de tendido eléctrico con tipo de corriente 110v-220v.

3.2. Tipo de suministro eléctrico

La oficina cuenta con un suministro de energía de la red local de distribución Unión Fenosa. Se encuentra sujeto a la tarifa T-1 General Menor Monomia. Los datos de la tarifa eléctrica se muestran en la tabla:

Tipo de Tarifa	Aplicación	Tarifa		Cargo por
		Código	Descripción	Energía (USD[5]/kWh)
General Menor	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (establecimientos comerciales, centros de salud, oficinas públicas o privadas, centros de recreación, etc.)	T-1	Tarifa Monomia, 0-150 kWh	0.1443
			Tarifa Monomia >150 kWh	0.2253

Tabla 6. Datos de la tarifa eléctrica para las oficinas de Grupo Monalpa, S. A.

Fuente: Instituto Nicaragüense de Energía Ente Regulador

La tarifa T-1 General Menor Monomia cobra por la energía eléctrica consumida (kWh) en dos instancias diferentes, aplicando un precio establecido por la cantidad de kWh de 0-150kWh y otro por la cantidad de kWh mayor a 150kWh.

[5] Tasa de Cambio tomada del Banco Central de Nicaragua a la fecha de elaboración de la auditoria 1 US$ = 36.3371 (Ver anexo 3)

3.3. Censo de carga

Se realizó un censo de carga en las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. y se procedió a realizar los análisis de demanda de potencia de equipos eléctricos, esto con el fin de contabilizar los equipos consumidores, y verificar las condiciones de operación de los equipos y de esta manera establecer medidas de ahorro energético. Posteriormente se realizaron tablas para presentar la contabilidad, balances de potencia y consumo de energía de cada uno de los sistemas en estudio.

Tipo	Equipos	Cantidad
Climatización	aires acondicionados	3
Equipos Ofimáticos	monitores	6
	estabilizador	6
	impresoras	1
	cafeteras	1
	abanico	3
	oasis	1
	laptop	6
	Reuter	1
	refrigeradora	1
Iluminación	lámparas fluorescentes T12	7

Tabla 7. Censo de equipos consumidores

Fuente: Diseño propio

3.4. Consumidores de energía

3.4.1. Sistema de climatización

Los sistemas de aire acondicionado conforman el 57.33% del consumo eléctrico en las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A., siendo uno de los aspectos valorados más importantes para ahorrar energía. La capacidad de los equipos de climatización en las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A varía según el espacio a climatizar como se muestra en el gráfico 5**,** aquí se muestran las cantidades de equipos de aire acondicionados instalados según su capacidad en BTU/h, correspondientes a 3 unidades de 12,000 BTU/h, para un total de 3 unidades instaladas.

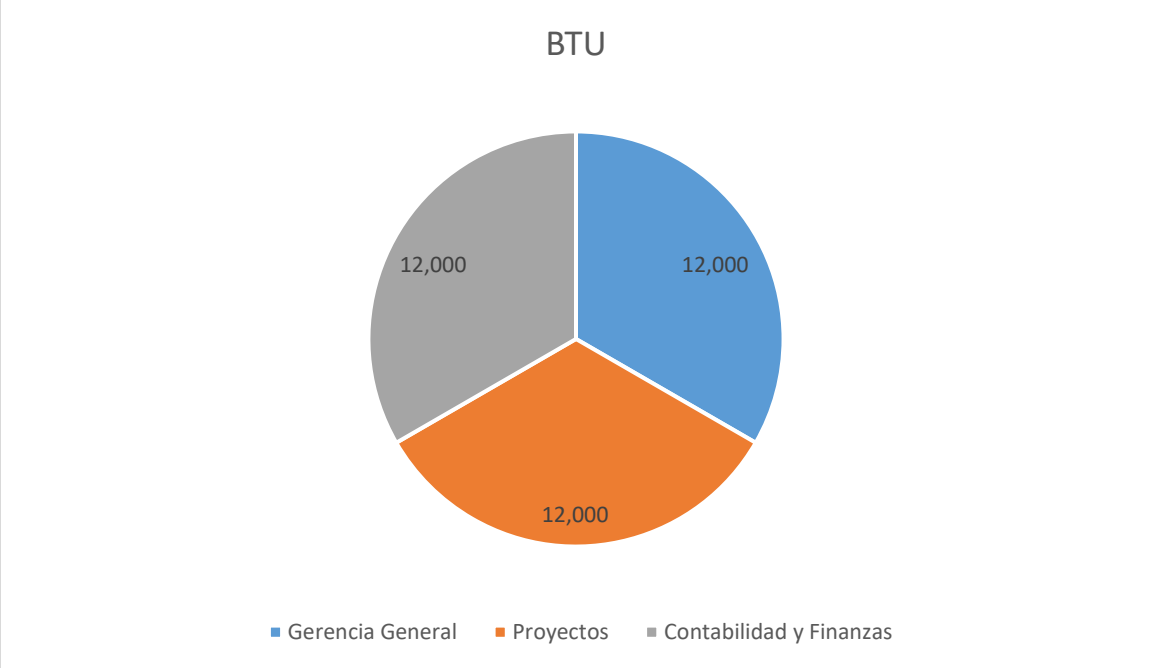


Gráfico 3. Capacidad de los aires acondicionados según zona de instalación

Fuente: Diseño propio

Para obtener la potencia de cada equipo de climatización se midió el voltaje y la intensidad de corriente con el multímetro, y se prosiguió a utilizar la siguiente ecuación:

$$P_d = \frac{V \times I \times FP}{1000}$$

Ecuación 4. Cálculo de la demanda de potencia

Donde:

P_d: Potencia demandada (kilowatts, kW)

V: Voltaje registrado por el multímetro (voltios, V)

I: Corriente consumida, mostrada por el multímetro (amperios, A)

F.P: Factor de Potencia tomado de cada unidad individualmente utilizando un poder clamp.

3.4.1.1. Consumo en equipos de climatización

Para obtener el consumo de los equipos de climatización se realizaron mediciones de voltaje y corriente con el multímetro, de igual manera se consultó con las horas de operación de cada equipo a través de entrevistas obteniendo como resultado que la mayoría de estos equipos trabajan sin parar aproximadamente desde las 7:00 am hasta aproximadamente las 5:00 pm posteriormente se procedió a realizar el cálculo a como se muestra en la ecuación:

$$C_e = P_a * t * FU$$

Ecuación 5. Cálculo del consumo eléctrico

Donde:

C_e = Consumo Eléctrico (kW/h)

P_a = Demanda de Potencia (KW)

t = Horas de operación del equipo (h)

FU: Factor de uso.

Ubicación	Capacidad BTU/h	Horas de Uso (mes)	FU	Potencia (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)	EER/SEER	Clasificación NTON 10 017 – 09.
Gerencia General	12,000	216	0.7	1.11	167	2,010	10.83/12.03	**B**
Proyectos	12,000	216	0.7	1.15	173	2,079	10.47/11.63	**B**
Contabilidad y Finanzas	12,000	216	0.7	1.05	158	1,902	11.45/12.72	**B**
Total				**3.31**	**498**	**5,991**		

Tabla 8. Consumo por sistema de climatización y su clasificación según la NTON 10 017 – 09.

Fuente: Diseño propio

En la tabla anterior se tiene valores detallados de cada aire acondicionado, obtenidos a través del censo, con el propósito de conocer la eficiencia de los equipos de climatización. La nueva norma NTON 10 017 - 09 aprobada el 20 de Noviembre del 2009 (unidades de ventana, dividido y paquete) clasifica cada uno haciendo una relación entre su eficiencia energética (EER) y su capacidad (BTU/h). Y sugiere rangos de eficiencia energética para los equipos como se detallan en el anexo 6. Siendo la sustitución de estas unidades una excelente opción de mejora. Se propone sustituirlos por aires acondicionados más eficientes preferiblemente con un SEER 16 o 18.

Las unidades de aire acondicionado que corresponde a 3 unidades se encuentra con eficiencia media, por lo que se deberá sustituir de inmediato por unidades de menor consumo y de mayor eficiencia, lo que permitiría una reducción en el consumo de energía.

Para el cálculo de la eficiencia de las unidades de aire acondicionado se determinó tal y como lo muestra la ecuación.

$$SEER = \frac{EER}{0.9}$$

Ecuación 6. Cálculo del SEER

$$EER = \frac{Q_{CE}}{P_E}$$

Ecuación 7. Cálculo del EER

Donde:

SEER = Seasonal energy efficiency ratio

EER = Energy Efficiency Ratio

Q_{CE} = Potencia de enfriamiento estacional en BTU/h

PE = Potencia eléctrica consumida por el equipo (W)

3.4.2. Sistema de Iluminación.

3.4.2.1. Tipos de lámparas instaladas en el recinto

El tipo de lámparas que componen en su totalidad las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. son lámparas fluorescentes T12 40 watt y utilizan actualmente balastros electrónico, lo cual puede significar una oportunidad de ahorro al proponer la sustitución de estas por lámparas LED de igual balastro.

La Demanda eléctrica del sistema de iluminación fue determinada por la siguiente ecuación:

$$D_e = (L_T - L_{NF})P_L F_B$$

Ecuación 8. Cálculo de demanda eléctrica en iluminación

Dónde:

De: Demanda eléctrica kW

LT: Número de lámparas totales

LNF: Número de lámparas que no funcionan

PL: Potencia por lámpara en kW

FBI: Factor de balastro. Cabe señalar que el factor de balastro para lámparas incandescentes, fluorescentes compactas y de encendido rápido es 1, para las lámparas fluorescentes tubulares es de 1.25.

3.4.2.2. Consumo eléctrico por sistemas de iluminación

El consumo eléctrico del sistema de iluminación fue determinado por la siguiente ecuación:

$$C_e = (L_T - L_{NF})P_L t$$

Ecuación 9. Cálculo de consumo eléctrico en iluminación.

Dónde:

Ce: Consumo eléctrico kW/h

LT: Numero de Lámparas totales

LNF: Numero de lámparas que no funcionan

PL: Potencia por lámpara en KW

t: tiempo promedio de uso de las lámparas diario.

3.4.2.3. Niveles de iluminación

Para conocer el nivel de iluminación promedio que se tiene en las áreas de interés del recinto, se procedió a realizar mediciones de iluminancia con el luxómetro en cada uno de los puestos de trabajo, así como también lugares de paso como pasillos y gradas en la tabla 9 se muestra la iluminación promedio medida con el luxómetro en oficinas y zonas de paso y se compara con la iluminación mínima recomendada en Nicaragua[6]:

Lugar	Iluminación promedio (LUX)	Iluminación recomendada (LUX)
Oficinas	140.91	300
Zonas de paso	126.08	50

Tabla 9. Resultados generales de iluminación por zonas

Fuente: Diseño propio

Como podrá observarse en la tabla los niveles de iluminación promedio de cada una de las áreas presentadas se encuentran por debajo del nivel recomendado en el compendio de resoluciones y normativas de higiene y seguridad del trabajo, (Ver anexo 4) a excepción de las zonas de paso, por lo que se deberá realizar un análisis en cuanto a la sustitución eficiente de equipos de iluminación para mejorar el confort visual de las personas que laboran en las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. y de igual manera procurando el ahorro energético.

La demanda de potencia y el consumo eléctrico del sistema de iluminación se obtuvo del censo de carga y las mediciones necesarias que se realizaron en las instalaciones de la facultad.

[6] Ver anexo 4. Regulaciones del ministerio del trabajo de la república de Nicaragua correspondiente a iluminación artificial.

En el siguiente gráfico se refleja el consumo de energía mensual en kW/h en sistema de iluminación:

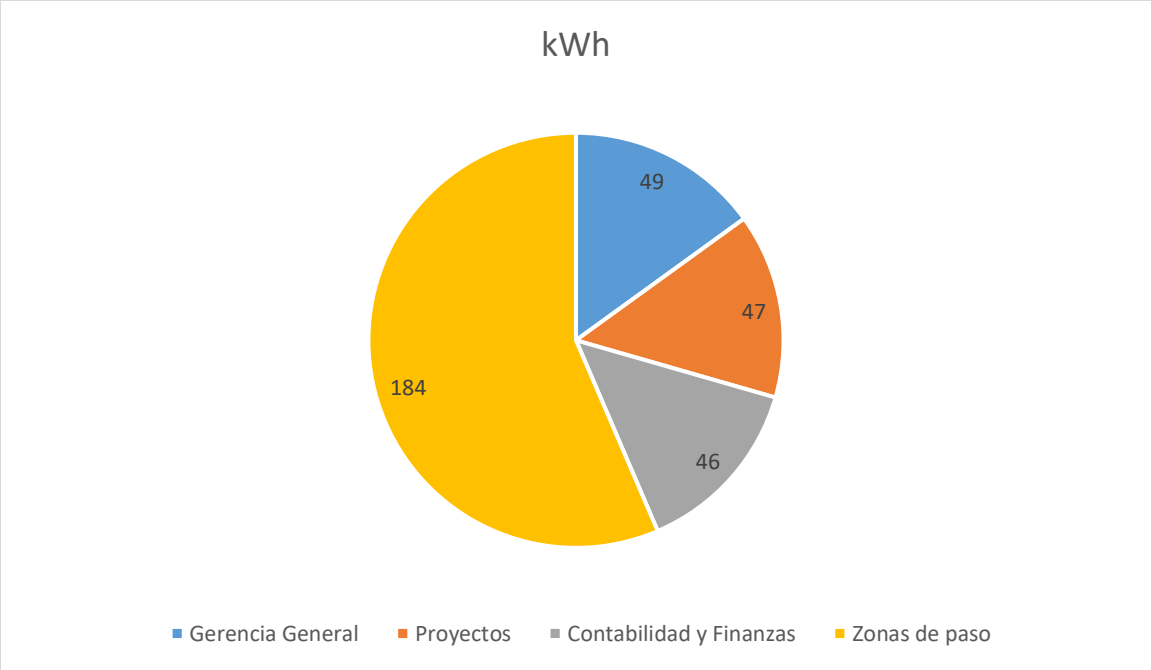


Gráfico 4: Consumo por sistema de iluminación en kW/h.

Fuente: Diseño propio

El grafico 7 muestra el consumo de energía eléctrica en kW/h de cada área de las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. Donde el 56.44% consumido lo abarca las “zonas de paso”, el 15.03% la oficina de Gerencia General, el 14.41% la oficina de Proyectos y el 14.11% la oficina de Contabilidad y Finanzas. El total de energía consumida en iluminación es de 67.80kW/h al mes.

3.4.3. Equipos ofimáticos

3.4.3.1. Clasificación de los equipos ofimáticos.

Se clasificaron los equipos ofimáticos y se obtuvo lo siguiente: Computadoras, impresoras, fotocopiadora, cafeteras, baterías estabilizadoras de corriente, escáner, entre otros.

Las oficinas cuentan con 6 computadoras, 1 impresora/escáner/fotocopiadora, de igual manera contiene 6 baterías/estabilizadores, 1 cafetera entre otras cosas.

Para el cálculo de la demanda para equipos ofimáticos se plantea lo siguiente:

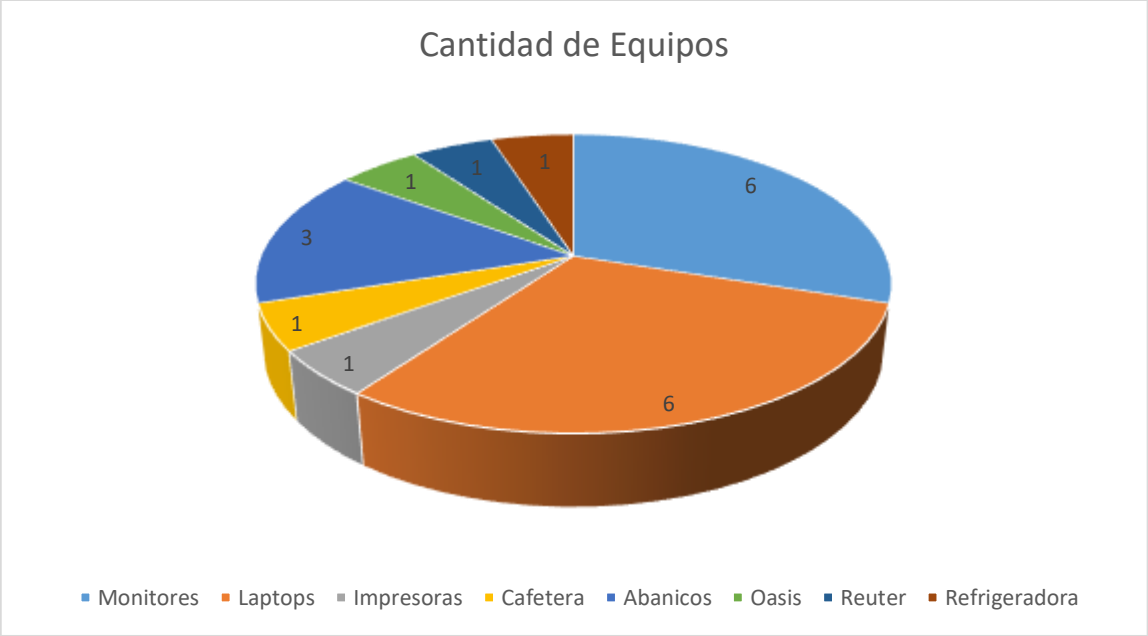


Gráfico 5: Descripción de equipos ofimáticos.

Fuente: Diseño propio

$$D_e = \frac{V * I}{1000}$$

Ecuación 10. Cálculo de la demanda de equipos ofimáticos.

Donde:

De = Demanda Eléctrica (kW)

V = Voltaje medido con el Multímetro (voltios, V)

I = Amperaje medido con el Amperímetro (amperios, A).

3.4.3.2. Consumo por Equipos Ofimáticos

Para el cálculo del consumo para equipos Ofimáticos se plantea lo siguiente.

$$D_e = \frac{V * I * t}{1000}$$

Ecuación 11. Cálculo consumo equipos ofimáticos.

Donde:

De = Consumo eléctrico (kW/h)

V = Voltaje medido con el multímetro (Voltios, V)

I = Amperaje medido con el amperímetro (Amperios, A).

t = Horas de operación del equipo (horas).

Lugar	Equipo	Cantidad	Potencia (W)	FU	h/mes	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)	Emisiones (Kg/CO2)/mes	Emisiones (Kg/CO2)/año	Costo (USD/kWh)/mes	Costo (USD/kWh)/año
Gerencia General	Laptop	1	480	0.20	150	14	173	7	82	3.8	46.2
	Monitores	1	288	0.20	150	9	104	4	49	2.3	27.7
	Batería/Estabilizador	1	1440	0.20	150	43	518	20	246	11.5	138.5
	Abanico	1	60	0.20	150	2	22	1	10	1.0	11.5
	Refrigeradora	1	375	0.50	150	28	338	13	160	7.5	90.1
Oficina de Proyectos	Laptop	2	480	0.20	150	29	346	14	492	11.5	138.5
	Monitores	2	288	0.20	150	17	207	8	98	4.6	55.4
	Batería/Estabilizador	2	1440	0.20	150	86	1037	41	491	23.1	276.9
	Abanico	1	60	0.20	150	2	22	1	10	1.0	11.5
Oficina de Contabilidad y Finanzas	Laptop	3	480	0.20	150	43	518	20	246	11.5	138.5
	Monitores	3	288	0.20	150	26	311	12	147	2.3	27.7
	Batería/Estabilizador	3	1440	0.20	150	130	1555	62	738	11.5	138.5
	Impresoras	1	762	0.05	150	6	69	3	33	1.5	18.3
	Cafeteras	1	600	0.05	150	5	54	2	26	1.2	14.4
	Reuter	1	4	0.80	150	0	5	0	2	0.1	1.4
	Abanico	1	60	0.20	150	2	22	1	10	1.0	11.5
	Oasis	1	112	0.20	150	3	40	2	19	0.9	10.8
Total						**445**	**5341**	**211**	**2859**	**96.3**	**1157.4**

Tabla 10. Distribución y consumo de equipos ofimáticos.

Fuente: Diseño propio

El consumo por cada clasificación de los equipos ofimáticos se muestra en el gráfico 8.

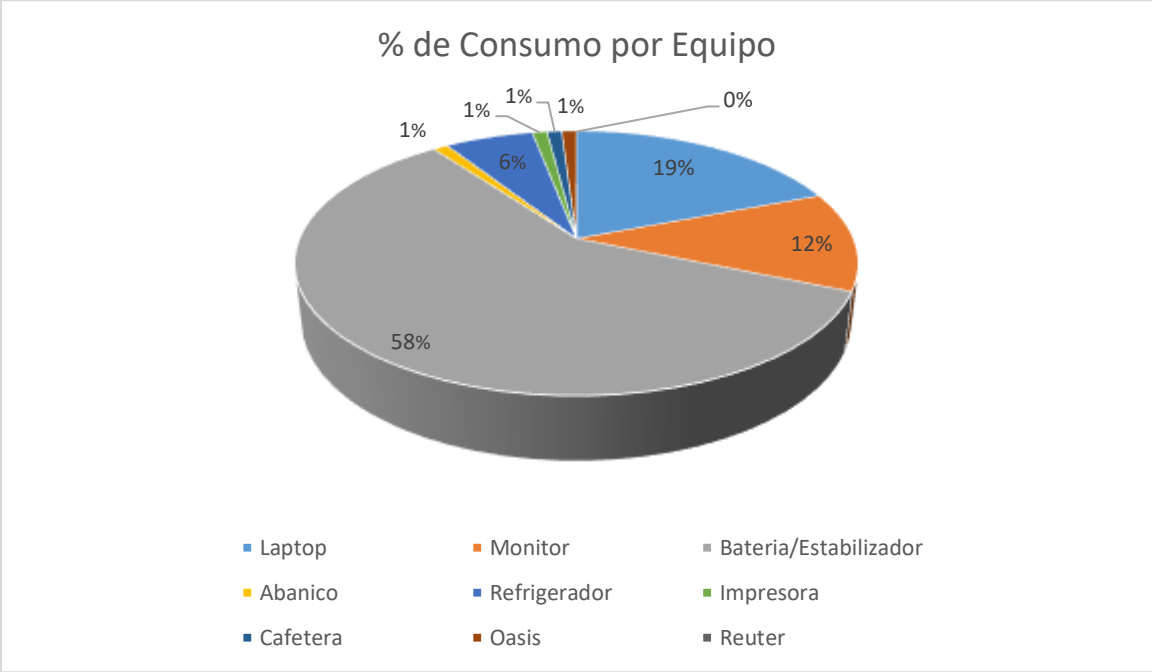


Gráfico 6. Consumo de energía por cada tipo de equipo Ofimático.

Fuente: Diseño propio

En el gráfico se observa claramente que las baterías/estabilizadores son las que más consumen con el 58% donde podemos detectar oportunidades de ahorro, por ejemplo reducir la cantidad de unidades dejando solamente una unidad por oficina. También podemos observar que el 19% del consumo corresponde a las laptops donde ninguna de las unidades tiene activado el modo de ahorro de energía. Éste consiste en la protección de la pantalla una vez pasado cierta cantidad de tiempo sin utilizar la computadora, por lo cual el equipo entra en un modo de inactividad. En este estado la computadora tiende a reducir su consumo eléctrico en un 50%.

También podemos observar que el 12% del consumo corresponde a monitores, el 6% al refrigerador, 1% a impresoras, 1% a cafetera, 1% a abanicos , 1% al oasis y observamos el Reuter del internet con el 0% lo cual refleja que en comparación el consumo de este equipo es prácticamente despreciable.

En el siguiente gráfico se refleja el consumo de energía mensual en kW/h en equipos ofimáticos:

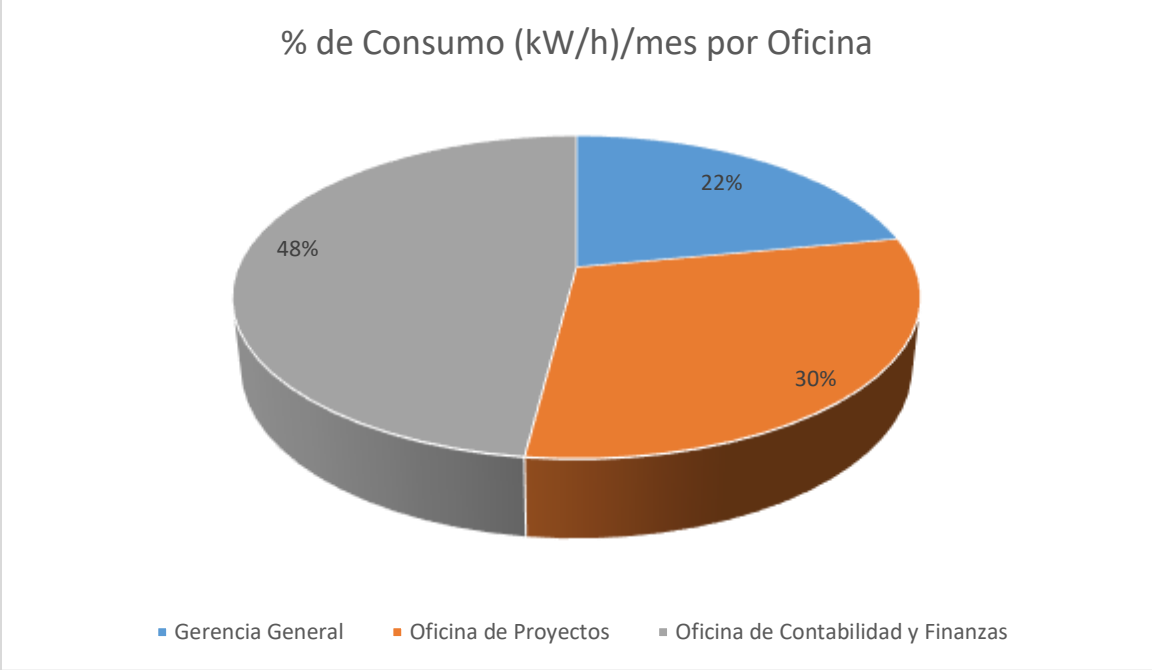


Gráfico 7: Consumo de energía de equipos ofimáticos por oficina en kW/h.

Fuente: Diseño propio

El gráfico 9 muestra que el mayor consumidor de energía por equipos ofimáticos es la oficina de contabilidad y finanzas con un 48% del consumo. Luego sigue la oficina de proyectos con un 30%. Con el 22% está la gerencia general, del total que son 445 kW/h en el mes.

3.5. Balance de energía

El balance de energía eléctrica es la identificación y cuantificación de los consumos de cada área a la que se someterá a una auditoria. A partir del balance se analiza cómo se está utilizando la energía y se elaboran medidas de ahorro con el objetivo de incrementar la eficiencia del uso de la energía, a partir de estos datos podrán tomarse las decisiones de inversión que se consideren rentables.

En el siguiente grafico se presenta la distribución del consumo de energía anual correspondiente a 12,129.6 kWh/año[7]:

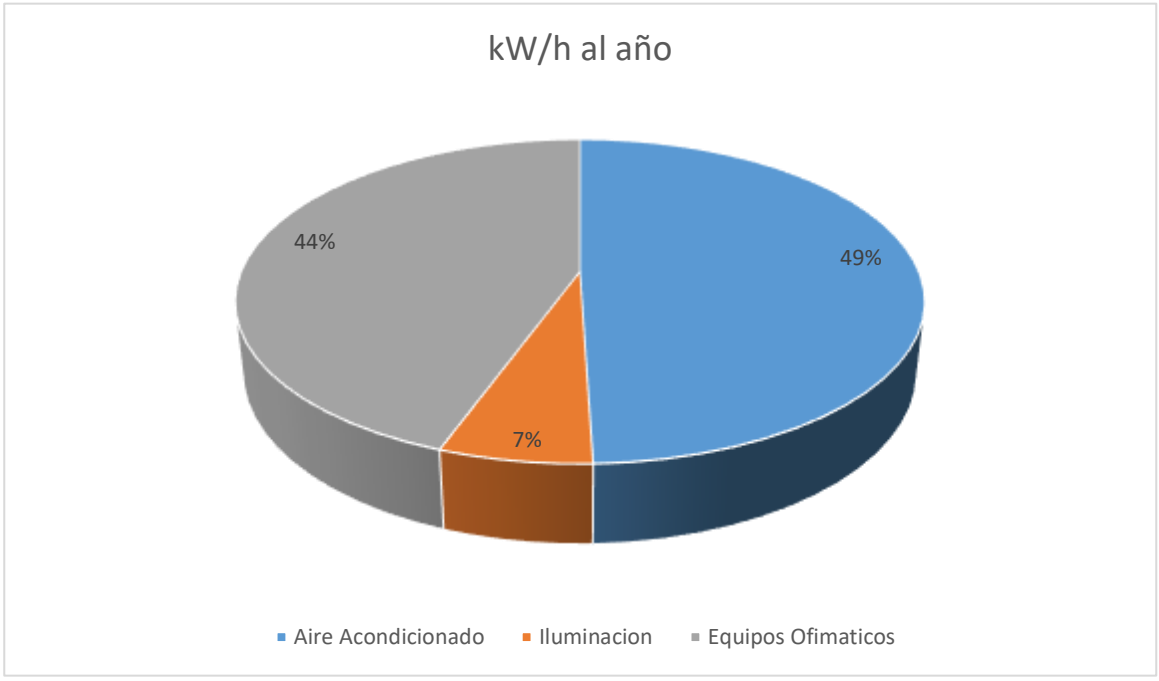


Gráfico 8. Distribución del consumo de energía según el tipo de equipo.

Fuente: Diseño propio

El gráfico 11 muestra que el mayor consumo de energía se presenta en los equipos de aire acondicionado con un 49 %, los equipos ofimáticos con un 44%, y en iluminación observamos un 7%. Siendo estas clasificaciones las atacadas para solventar el problema de alto consumo de energía.

[7] Correspondiente a 41,142 kWh/mes tomado de los resultados del analizador de redes (ver acapite 3.3) multiplicado por 12 meses

CAPITULO IV: Análisis De Las Oportunidades De Ahorro De Energía.

Luego de presentar y analizar la situación actual de las instalaciones de las oficinas del Grupo Monalpa, S.A., se identificaron ciertas acciones que se consideran oportunidades de ahorro, las cuales están dirigidas a la reducción de la demanda de potencia eléctrica y energía eléctrica. A continuación se presentan cada una de las oportunidades de ahorro encontradas:

4.1. MEE 01. Sustitución de los equipos de climatización que cumplen con la NTON 10 017 – 09 por equipos que tengan una certificación SEER más alta.

Caso actual: El sistema de climatización de las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. representa el 49% del total del consumo de energía, por ende es uno de los aspectos más importantes a mejorar. Todas las unidades ubicadas en estas oficinas son unidades tipo mini-split y aunque estas cumplan con la norma **NTON 10 017 – 09**, su certificación SEER es bastante deficiente. Es por ello que se propone la sustitución de dichas unidades por unidades INVERTER con una certificación SEER más eficiente. La siguiente tabla muestra las unidades propuestas a ser sustituidas.

Ubicación	Capacidad BTU/h	Horas de Uso (mes)	FU	Potencia (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)	EER/SEER	Clasificación NTON 10 017 – 09.
Gerencia General	12,000	216	0.7	1.11	167	2,010	10.83/12.03	**B**
Oficina de Proyectos	12,000	216	0.7	1.15	173	2,079	10.47/11.63	**B**
Oficina de Contabilidad y Finanzas	12,000	216	0.7	1.05	158	1,902	11.45/12.72	**B**
Total				**3.31**	**498**	**5,991**		

Tabla 11. Unidades de aire acondicionado que cumplen con la norma NTON 10 017- 09.

Fuente: Diseño propio

Caso propuesto: Se propone sustituir las unidades de climatización descritas en la tabla anterior por unidades de la misma capacidad, pero con un SEER 18 (equivalente a un EER de 16.2). En la siguiente tabla se muestra el comportamiento energético propuesto por la sustitución de estas unidades.

Ubicación	Capacidad BTU/h	Potencia (kW)	EER/SEER	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)
Gerencia General	12,000	0.74	16.2/18	116.45	1,397
Oficina de Proyectos	12,000	0.74	16.2/18	116.45	1,397
Oficina de Contabilidad y Finanzas	12,000	0.74	16.2/18	116.45	1,397
Total				**349.35**	**4,191**

Tabla 12. Reemplazo de unidades con ERR/SEER poco eficientes por unidades con EER/SEER más eficiente.
Fuente: Diseño propio

Ahorro energético: La sustitución de las unidades con baja eficiencia por unidades más eficientes generará una disminución en el consumo de energía equivalente a 1,800 kWh/año lo que representa el 14.8% del consumo energético total actual.

Ambiental[8]: Debido a la disminución del consumo de energía se reducirá las emisiones de CO2 al ambiente y corresponden aproximadamente a 2t CO2eq anuales.

Económicos: Esta sustitución generará ahorros económicos equivalentes a USD 421.2 anuales, para ello se requiere una inversión de USD 1,137.57 por lo que se recuperará en 2 años y 7 meses aproximadamente.

[8] El factor de emisión utilizado es de 0.479 según la Agencia Internacional de la Energía EIA por sus siglas en ingles.

4.2. MEE 02. Instalar sensores de corte programables en todos los aires acondicionados.

Caso actual: A través de entrevistas realizadas en el recorrido que se hizo por todas las áreas de las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. se obtuvo que las unidades de aire acondicionado operan sin parar de 8:00 am a 5:00 pm. Obteniendo un total de 2,624.4 horas aproximadamente.

Caso propuesto: Se propone instalar sensores de corte programado a cada una de las unidades, obteniendo en el periodo del almuerzo 1 hora de apagado total de las unidades, reduciendo el tiempo de uso a 2,280 horas al año. Y garantizando así que todos las unidades queden apagadas en el periodo nocturno (de 9:00 P.M. a 7:00 A.M).

Lugar	Capacidad	Horas de Uso (mes)	FU	Potencia (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)
Gerencia General	12,000	190	0.79	0.81	105	1,254.43
Oficina de Proyectos	12,000	190	0.79	0.81	105	1,254.43
Oficina de Contabilidad y Finanzas	12,000	190	0.79	0.81	105	1,254.43
Total					**315**	**3,763.29**

Tabla 13. Comportamiento de los aires con sensores de corte programables instalados.
Fuente: Diseño propio

Ahorro energético: No usar los aires acondicionados en la hora del almuerzo trae como consecuencia un ahorro de 427.7 kW/h de energía eléctrica que corresponden al 10.2% del consumo de energía total de las unidades de aires acondicionado.

Ahorro ambiental: Debido a la disminución del consumo de energía se reducirá las emisiones de CO2 al ambiente y corresponden aproximadamente a 1.8 t CO2eq anuales.

Ahorro económico: Esta acción requiere una inversión de USD 120[9] que se recuperarán en 1 año aproximadamente, y así generará ahorros económicos equivalentes a USD 100 anuales.

[9] Ver anexo 7. Cotizaciones.

4.3. MEE 03. Sustituir la iluminación actual por luminarias led tipo T8 de 17 Watt.

Caso actual: El sistema de iluminación de las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. es del tipo T12 2x40 W y balastro electrónico (2,500lum). El consumo de energía por iluminación es de 1,528.8 kWh/año.

Ubicación	Cantidad	Potencia (W)	Arreglo	FB	h/mes	FU	Potencia total (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)
Gerencia General	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.1	18.2	218.4
Oficina de Proyectos	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.1	18.2	218.4
Oficina de Contabilidad y Finanzas	1	40	2x1	1.25	260	0.6	0.1	18.2	218.4
Zonas de paso	4	40	2x1	1.25	260	0.6	0.4	72.8	873.6

Tabla 14: Resumen de la situación actual en las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. con luminarias tipo T12 2x40 W.

Fuente: Diseño propio

Caso propuesto: Se propone sustituir las luminarias tipo T12 de 40 W por luminarias Led tipo T8 (2,700 lum) con una potencia de 17 W por tubo, conservando el arreglo de 2x17 W, para una potencia de 34 W por luminaria.

Ubicación	Cantidad	Potencia (W)	Arreglo	FB	h/mes	FU	Potencia total (kW)	Consumo (kWh/mes)	Consumo (kWh/año)
Gerencia General	1	17	2x1	1	260	0.6	0.9	0.88	10.72
Oficina de Proyectos	1	17	2x1	1	260	0.6	0.9	0.88	10.72
Oficina de Contabilidad y Finanzas	1	17	2x1	1	260	0.6	0.9	0.88	10.72
Zonas de paso	4	17	2x1	1	260	0.6	0.7	3.52	42.88

Tabla 15. Sustitución de iluminación por luminarias led tipo T8 de 17 Watt.

Fuente: Diseño propio

Ahorro energético: Por la implementación de esta opción se generara una disminución en el consumo de energía equivalente a 1,453.76 kWh/año este ahorro representa aproximadamente el 95% del consumo energético total por luminarias actual.

Ambiental: La disminución del consumo de energía genera una reducción de las emisiones de CO2eq al ambiente de 0.69 tCO2eq/anuales.

Económicos: Esta opción requiere una inversión de USD 42 recuperando la inversión en aproximadamente 1 mes y que generaría ahorros de USD 340 anuales.

4.4. MEE 04. Reducción de unidades Baterías/Estabilizadores.

Descripción: Esta alternativa pretende que el personal que labora en oficinas, principalmente en la “Oficina de Contabilidad y Finanzas” utilicen únicamente una unidad de batería/estabilizador compartiéndola entre las tres personas que laboran en dicha oficina.

Ahorro Energético: Por la implementación de esta opción se generara una disminución en el consumo de energía equivalente a 1,037 kW/h anuales.

Ahorro económico: Para realizar esta alternativa no se necesita una inversión y se presenta un ahorro de USD 242.62.

Ahorro ambiental: Se evitará emitir a la atmosfera 3.14 tCO2eq/anuales.

Análisis económico

Los indicadores financieros (VPN y TIR) utilizados para evaluar las inversiones propuestas en este estudio se realizaron sobre la base de una tasa de descuento del 10%. Esta última representa el costo de oportunidad del capital como una tasa de desafío para el proyecto o estudio. La base para esta tasa es el rendimiento promedio esperado de las fuentes de financiamiento en el país. La fórmula para calcular el período de recuperación de la inversión se muestra a continuación:

$$P_{recuperación} = \frac{I}{A}$$

Ecuación 12: Cálculo de período de la inversión

Donde:

$R_{recuperación}$: Período de recuperación (años)

I: Inversión (US $)

A: Ahorro (anual, US $)

La tabla 16 muestra la factibilidad económica de las opciones recomendadas con los datos financieros necesarios para evaluar la factibilidad económica de las opciones propuestas.

Oportunidad de ahorro	Inversión (U$)	Ahorro (U$/año)	Periodo de recuperación
MEE 01	-1,137.57	421.2	2 año y 7 meses.
MEE 02	-120	100	1 año.
MEE 03	-42	340	2 meses.
MEE 04	-0	242.6	0 meses.
Total	**-1,299.57**	**1,103.8**	**1 año y 2 meses.**

Tabla 16: Factibilidad económica de las oportunidades de ahorro.

Fuente: Diseño propio

Resultados

Los beneficios tanto económicos como ambientales que traen consigo las medidas de ahorro propuestas en el diagnóstico realizado en las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. dependerán de manera directa de la administración, aplicando y dándole el seguimiento a cada una de las alternativas. En resumen las oportunidades de ahorro antes mencionadas traen consigo los beneficios económicos y ambientales presentados en la tabla siguiente.

Oportunidad de ahorro	Caso base			Ahorros				Análisis financiero	
	kW/h/año	US $	tCO2	kW/h/año	US $	tCO2	% de ahorro	Inversión US $	Plazo simple de recuperación
MEE 01	5,991	1,401.7	2.8	1,800	421.2	0.86	30%	1137.57	2 año y 7 meses.
MEE 02	4,191	980.55	2	427.71	100.06	0.20	10.2%	120	1 año y 2 meses.
MEE 03	1,528.8	357.68	0.73	1,453	340	0.69	95%	42	1 mes.
MEE 04	5,341	1,249.6	2.55	1,037	242.62	0.49	19.4%	0	0 meses

Tabla 17. Resumen de las oportunidades de ahorro de energía eléctrica.

Fuente: Diseño propio

Plan de Implementación

Las oportunidades de ahorro recomendadas se consideran técnicamente factibles por diversas razones:

- Todos los elementos a utilizar para el desarrollo de las opciones se encuentran disponibles por proveedores locales.
- Se cuenta con el personal capacitado para la aplicación de las opciones.
- Su implementación no afecta el funcionamiento de la institución.

Haciendo una relación de costo-beneficio se recomienda ejecutar las oportunidades de ahorro de la siguiente manera:

1) MEE 04 (Reducción de unidades Baterías/Estabilizadores): Se recomienda ejecutar esta medida de primero ya que no posee un costo de inversión, y se obtendrá un ahorro inmediato de USD 242.62 anual.

2) MEE 03 (Sustituir la iluminación actual por luminarias led tipo T8 de 17 Watt): Se recomienda darle prioridad a esta medida ya que posee una relación de costo-beneficio más amplia, como podemos ver en la tabla 17 se invierten USD 42 y se obtiene un beneficio económico de USD 340 recuperándose en 2 meses.

3) MEE 01 (Sustituir equipos de climatización) y MEE 02 (Instalar sensores de corte programables en todos los equipos de climatización):. La inversión para reemplazar las unidades de aire acondicionado se recuperará en 1 año y 7 meses, y la inversión de los sensores programables en 1 año.

Conclusiones

Con el presente trabajo se concluye que, aplicando los conceptos de eficiencia energética, se puede lograr el ahorro de recursos energéticos y económicos para las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. lo cual estará dando un aporte sustancial a la economía de esta empresa permitiendo el uso de estos recursos en otras actividades del grupo. Al realizar este estudio en las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. se puede concluir que:

- Con el balance de energía se determinaron los mayores consumidores de energía eléctrica, de los que tenemos: Unidades de aire acondicionado con 5,991kWh/año representando el 49%, Equipos de iluminación con 1,528.8 kWh/año representando el 7%, equipos ofimáticos con 5,340 kWh/año representando el 44%.
- Con la evaluación de las condiciones de operación de los consumidores eléctricos, se pudo determinar las eficiencias de las unidades de aire acondicionado (3 unidades consideradas eficientes según la norma NTON 10 017–09). Además de esto se pudo determinar los niveles de iluminación en los puestos de trabajo y zonas de paso, encontrando deficiencia en estos niveles debido a que los equipos de iluminación utilizados son obsoletos. En los equipos ofimáticos se determinó que había un sobre uso de baterías/estabilizadores. Las laptops, monitores e impresoras no están configurados con los modos de ahorro de energía.
- Se determinaron cuatro oportunidades de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica que con su aplicación se puede reducir los costos por facturación en un **38.65%** resultando en beneficios económicos de **US $ 1,103.8 al año**, los beneficios ambientales son: la reducción de **4,417.71 KWh/año,** y la reducción de emisión de **2.24 t CO_2eq/anuales.**
- Mediante la evaluación técnica de las oportunidades de ahorro se pudo determinar que estas son factibles ya que las instalaciones del Grupo Monalpa, S. A. cuentan con el personal para llevar a cabo cada una de estas así como también que la mayoría de los equipos que se necesitan para el cambio de tecnología están disponibles en el país o son de fácil importación. En cuanto a la evaluación económica de las oportunidades de ahorro de energía se pudo determinar que la inversión total para la implementación de las oportunidades de ahorro es de **US$ 1,299.57**, se presentan ahorros calculados anuales que son de **US$ 1,103.8**, presentando un **plazo de recuperación de la inversión de 1 año y 2 meses** por lo que se puede decir que es factible la puesta en marcha de las alternativas.

Recomendaciones

- **Generales:**

- Realizar campañas periódicas de concientización del personal para ahorrar energía eléctrica.
- Realizar el balance de carga en cada uno de los paneles, con el objetivo de evitar sobrecargas en las fases y aumento en el consumo de energía y los costos de operación de la institución.
- Tener un breaker principal para cada oficina, para que cuando se den los cortes de energía se pueda evitar daños a los equipos al desconectar todos los circuitos de una sola vez, previniendo la entrada de altos voltajes al regresar el fluido eléctrico, tanto en horas laborables como no laborables.

- **Específicas:**

  - **Aires acondicionado:**

- Apagar el aire acondicionado después de la jornada laboral.
- Programar los sensores de corte de los aires acondicionado para que se apaguen media hora antes de la salida de la oficina.
- Realizar tareas de mantenimiento y limpieza de filtros en los equipos de aire acondicionado.
- Verificar si existe un estado hermético en los lugares de instalación.
- Evaluar si los lugares que poseen aires acondicionado contienen cortinas para evitar las ganancias de calor por radiación solar del exterior.
- El trabajo del compresor se disminuirá si se baja la temperatura del condensador. Muchas veces estos quedan expuestos a la intemperie, encima de techos directamente expuestos a la radiación solar, provocando una alta temperatura con efectos negativos en el desempeño del ciclo. Se recomienda instalar estas unidades bajo sombra en donde se encuentren a una temperatura cercana a la del ambiente en donde su desempeño sea optimo.
- Aplicar el uso de fichas técnicas en el control de mantenimiento de las unidades de acondicionamiento de aire. El control del manteniendo preventivo de un equipo es necesario ya que de éste depende del funcionamiento eficiente de los mismos y el no incurrir en costos adicionales por reparaciones que pudieron evitarse.
- Realizar la limpieza de los filtros de aire de las unidades mensualmente y una limpieza general del equipo cada cuatro meses. Estas actividades evitan el incremento de las incrustaciones del evaporador del equipo de climatización, la disminución de la eficiencia y el aumento del consumo eléctrico.

- En las ventanas, instalar vidrio reflejante o láminas plásticas reflejantes para disminuir la ganancia de calor por radiación solar en los espacios refrigerados.
- Mejorar la hermeticidad de las juntas en puertas y ventanas.
- Reparar los vidrios rotos en las ventanas.

- **Iluminación:**

- Revisar el alumbrado y eliminar el innecesario, y cuando no se labore, mantener encendido solamente las luces necesarias por seguridad del edificio y de vigilancia.
- Evaluar la posibilidad de colocar laminas traslucidas o domos solares a fin de que se pueda aprovechar la luz natural.
- Efectuarles mantenimiento a los difusores de las lámparas realizando cambios o eliminando los ya dañados; limpiar los tubos fluorescentes y lámparas en general. La limpieza se debe realizar cada 4 meses en luminarias y difusores.
- Instalar equipos de control como: sensores de presencia, nivel de iluminación equipos central programable.
- Utilizar iluminación localizada en los puestos de trabajo.
- Desconectar las lámparas fundidas o quemadas.
- Apagar las luces de los pasillos, baños, archivos o lugares pocos accedidos.
- Utilizar la iluminación natural lo máximo posible.

- **Equipos ofimáticos:**

- Apagar las computadoras durante la hora de almuerzo.
- Activar el modo ahorrador en los monitores de las computadoras ya que el personal no utiliza toda la jornada laboral la computadora, así se activara el modo ahorrador durante los lapsos en los cuales no se utilice la computadora (sin incluir la hora de almuerzo ya que se apagara). Se aconseja un tiempo de 10 minutos para que entre en funcionamiento el modo de ahorrador.
- Activar los modos “ahorro de energía” en impresoras y fotocopiadoras.
- Desconectar las computadoras y otros equipos eléctricos al final del día y durante los fines de semana

ANEXOS

Anexo 1. Valor de g/CO_2 por kW/h de electricidad producida para Nicaragua según la Agencia Internacional de la Energía IEA.

CO_2 emissions per kWh from electricity generation

grammes CO_2 / kilowatt hour

	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	average 09-11
Bangladesh	554	601	556	546	553	578	593	585	597	604	564	588
Brunei Darussalam	924	880	795	820	800	839	739	791	789	730	717	745
Cambodia	..	805	834	806	793	797	805	820	816	804	793	804
Chinese Taipei	463	533	625	644	649	657	653	648	635	624	601	620
India	812	901	920	931	920	906	916	934	942	913	856	904
Indonesia	679	592	654	708	719	736	768	747	752	718	755	741
DPR of Korea	566	481	584	528	522	533	489	481	498	465	475	480
Malaysia	677	543	495	561	618	598	611	653	597	724	688	669
Mongolia	693	1 273	1 097	872	887	841	953	851	857	947	837	880
Myanmar	510	508	457	436	395	374	357	308	199	262	255	239
Nepal	-	26	12	6	7	5	4	4	4	1	1	2
Pakistan	408	405	479	397	380	413	433	451	458	425	409	431
Philippines	341	463	493	448	491	429	443	483	475	481	492	483
Singapore	908	933	762	561	534	524	521	507	487	498	500	495
Sri Lanka	2	51	446	513	476	335	394	420	429	379	469	426
Thailand	626	605	567	543	535	511	546	529	513	513	522	516
Vietnam	552	301	427	438	447	435	426	406	384	432	429	415
Other Asia	348	264	253	406	411	357	327	311	316	315	315	315
Asia	**664**	**704**	**729**	**725**	**723**	**717**	**730**	**740**	**740**	**730**	**707**	**725**
People's Rep. of China	897	904	889	882	869	863	823	797	790	758	764	771
Hong Kong, China	828	855	712	749	755	754	775	757	763	723	768	751
China	**894**	**903**	**885**	**879**	**867**	**862**	**822**	**797**	**790**	**758**	**764**	**771**
Argentina	394	273	338	308	313	370	395	369	366	366	390	374
Bolivia	307	400	314	295	329	326	334	375	393	430	433	419
Brazil	55	55	88	85	84	81	73	90	64	86	68	73
Colombia	208	205	160	117	131	127	127	107	176	176	108	153
Costa Rica	20	155	8	8	28	55	72	63	40	56	64	53
Cuba	765	658	690	820	832	767	750	733	1 063	1 014	955	1 011
Dominican Republic	868	695	782	777	810	832	820	816	757	754	743	751
Ecuador	187	314	215	283	378	430	366	279	329	376	345	350
El Salvador	67	391	324	312	302	310	316	270	273	220	243	246
Guatemala	74	296	392	323	299	345	389	343	349	286	286	307
Haiti	408	327	346	301	307	305	372	351	399	393	382	391
Honduras	10	327	281	451	411	267	420	409	346	332	371	350
Jamaica	757	868	824	618	572	484	611	626	568	746	620	645
Netherlands Antilles	717	714	714	713	711	710	708	707	707	707	708	707
Nicaragua	345	473	591	536	481	522	533	480	506	460	471	479
Panama	170	317	231	266	275	310	317	273	302	301	357	320
Paraguay	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peru	184	186	154	212	209	183	199	240	253	290	297	280
Trinidad and Tobago	708	711	685	751	759	753	753	704	719	699	506	641
Uruguay	43	53	57	151	103	296	104	307	253	80	197	177
Venezuela	323	219	191	222	208	222	208	203	207	258	234	233
Other Non-OECD Americas	223	216	213	233	227	225	236	253	253	252	284	263
Non-OECD Americas	**184**	**167**	**174**	**179**	**179**	**183**	**181**	**187**	**185**	**196**	**184**	**188**
Bahrain	1 061	815	868	881	873	824	837	651	665	640	601	635
Islamic Republic of Iran	603	606	574	542	541	549	548	582	578	565	578	573
Iraq	569	1 678	841	579	573	387	423	672	932	1 003	903	946
Jordan	815	834	708	682	660	826	588	594	584	575	637	599
Kuwait	887	578	780	727	799	786	782	778	870	758	787	805
Lebanon	1 835	678	737	599	591	706	662	715	717	709	707	711
Oman	762	630	795	885	861	885	874	826	791	755	741	763
Qatar	1 077	1 131	771	649	618	617	585	534	507	493	490	497
Saudi Arabia	831	813	805	754	739	749	726	736	757	737	754	749
Syrian Arab Republic	553	586	567	571	607	612	623	627	629	594	602	608
United Arab Emirates	743	737	726	913	844	820	720	729	632	600	600	611
Yemen	746	946	930	874	841	781	679	636	630	655	633	640
Middle East	**737**	**809**	**701**	**679**	**676**	**668**	**650**	**673**	**687**	**668**	**674**	**677**

Fuente: Agencia Internacional de Energía IEA

GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)	T-1	**TARIFA MONOMIA**		
			0-150 kWh	5.2439	
			> 150 kWh	8.1850	
		T-1A	**TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL**		
			Todos los kWh	5.9333	
			kW de Demanda Máxima		706.9766
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Hospitales, etc.).	T-2	**TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL**		
			Todos los kWh	6.1355	
			kW de Demanda Máxima		731.3458
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	T-3	**TARIFA MONOMIA**		
			Todos los kWh	7.1487	
		T-3A	**TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL**		
			Todos los kWh	5.0424	
			kW de Demanda Máxima		671.6203
	Carga contratada mayor de 25 kW		**TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL**		

Anexo 2. Pliego tarifario.

Fuente: Instituto Nicaragüense de Energía Ente Regulador

Anexo 3. Cambio oficial del córdoba con respecto al dólares de los Estados Unidos según el mes de Marzo del 2023

TIPO DE CAMBIO OFICIAL DE 03 - 2023

Fecha	Córdoba por USD
01-Marzo-2023	36.3211
02-Marzo-2023	36.3221
03-Marzo-2023	36.3230
04-Marzo-2023	36.3240
05-Marzo-2023	36.3250
06-Marzo-2023	36.3260
07-Marzo-2023	36.3270
08-Marzo-2023	36.3280
09-Marzo-2023	36.3290
10-Marzo-2023	36.3300
11-Marzo-2023	36.3310
12-Marzo-2023	36.3320
13-Marzo-2023	36.3329
14-Marzo-2023	36.3339
15-Marzo-2023	36.3349
16-Marzo-2023	36.3359
17-Marzo-2023	36.3369
18-Marzo-2023	36.3379
19-Marzo-2023	36.3389
20-Marzo-2023	36.3399
21-Marzo-2023	36.3409
22-Marzo-2023	36.3419
23-Marzo-2023	36.3429
24-Marzo-2023	36.3438
25-Marzo-2023	36.3448
26-Marzo-2023	36.3458
27-Marzo-2023	36.3468
28-Marzo-2023	36.3478
29-Marzo-2023	36.3488
30-Marzo-2023	36.3498
31-Marzo-2023	36.3508

Fuente: www.bcn.gob.ni

Anexo 4. Niveles de iluminación medidos con el luxómetro.

Mediciones de Iluminación Con Luxómetro		
Ubicación	**Lux**	**Tipo de luminaria**
Gerencia General	77.2	T-12 F40
Oficina de Proyectos	110	T-12 F40
Oficina de Contabilidad y Finanzas	61.4	T-12 F40

Fuente: Diseño propio

Anexo 5. Regulaciones del ministerio del trabajo de la república de Nicaragua correspondiente a iluminación artificial.

(Tomado del compendio de Resoluciones y normativas de Higiene y Seguridad del Trabajo en Nicaragua (1993- 2008)

Intensidad de la iluminación artificial

Las intensidades mínimas de iluminación artificial según los distintos trabajos e industrias serán las siguientes:

a) Patios, galerías y demás lugares de paso 50 - 100 lux.

b) Operaciones con las que la distinción de detalles no sea esencial como: manipulación de mercancías a granel, materiales gruesos y pulverización de productos: 100 - 200 lux

c) Cuando sea necesaria una pequeña distinción de detalles, como fabricación de productos semiacabados de hierro y acero, montajes simples, molienda de granos, candado de algodón, salas de máquinas, calderas, lavandería, empaque, departamento de embalaje, almacenes y depósito, vestuarios y cuartos de aseo: 200 - 300 lux.

d) Si es esencial una distinción moderada de detalles como en los montajes medios, en trabajo sencillos en bancos de taller, trabajo en máquinas, costura de tejidos claros o de productos de cuero, industrias de conservas y carpintería mecánica y automotriz: 300 lux.

e) Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, como trabajo en bancos de taller o en máquinas, acabado de cuero, tejidos en colores claros y trabajos y equipos de oficinas en general, inspección de botellas y control de productos: 300 - 500 lux.

f) En trabajo en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de constante contraste durante largos períodos de tiempo, tales como: montajes delicados, trabajos en banco de taller o máquina, pulimento, ebanistería, tejido en colores oscuros, inspección en colores oscuros y dibujo: 700 - 1000 lux.

Actividades que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste extremadamente difícil, tales como:

" Costuras en tejidos de colores oscuros: 1000 lux.

" Montajes extra finos con instrumentos de precisión: 1000 – 2000 lux.

" Grabado: 1000 – 2000 lux.

" Trabajos finos de imprenta y litografía: 1000 – 2000 lux.

" Talleres de joyería, relojerías y microelectrónica: 1500 lux.

" Cirugía: 10,000 – 20,000 lux.

h) Dichos niveles de iluminación deberán duplicarse en los siguientes casos:

* En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.

* Cuando un error de apreciación visual pueda suponer un peligro para el trabajador o, cuando el contraste de luminarias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

i) En todo centro de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencias adecuados a las dimensiones de los locales y número de trabajadores ocupados simultáneamente, capaz de mantener al menos durante una hora una intensidad de 50 lux, y su fuente de energía será independiente del sistema normal de iluminación.

Anexo 6. Eficiencia de los Aires Acondicionados. NTON 10 017 – 09.

Tabla 1. Relación de eficiencia de energética (REE). Capacidad ≤7038 W (≤ 24000 Btu/h)				
	Tipo (valores mínimos)			
Clase	Ventana	Paquete	Dividido(*)	
			Con ducto	Sin ducto
A	2,69 (9,2)	NA	3,67 (12,5)	3,67 (12,5)
B	2,57 (8,77)	NA	3,22 (10,98)	2,75 (9,39)
C	2,34 (7,98)	NA	2,34 (7,98)	2,34 (7,98)
(*) El valor de EER se determina en el conjunto condensador y evaporador				

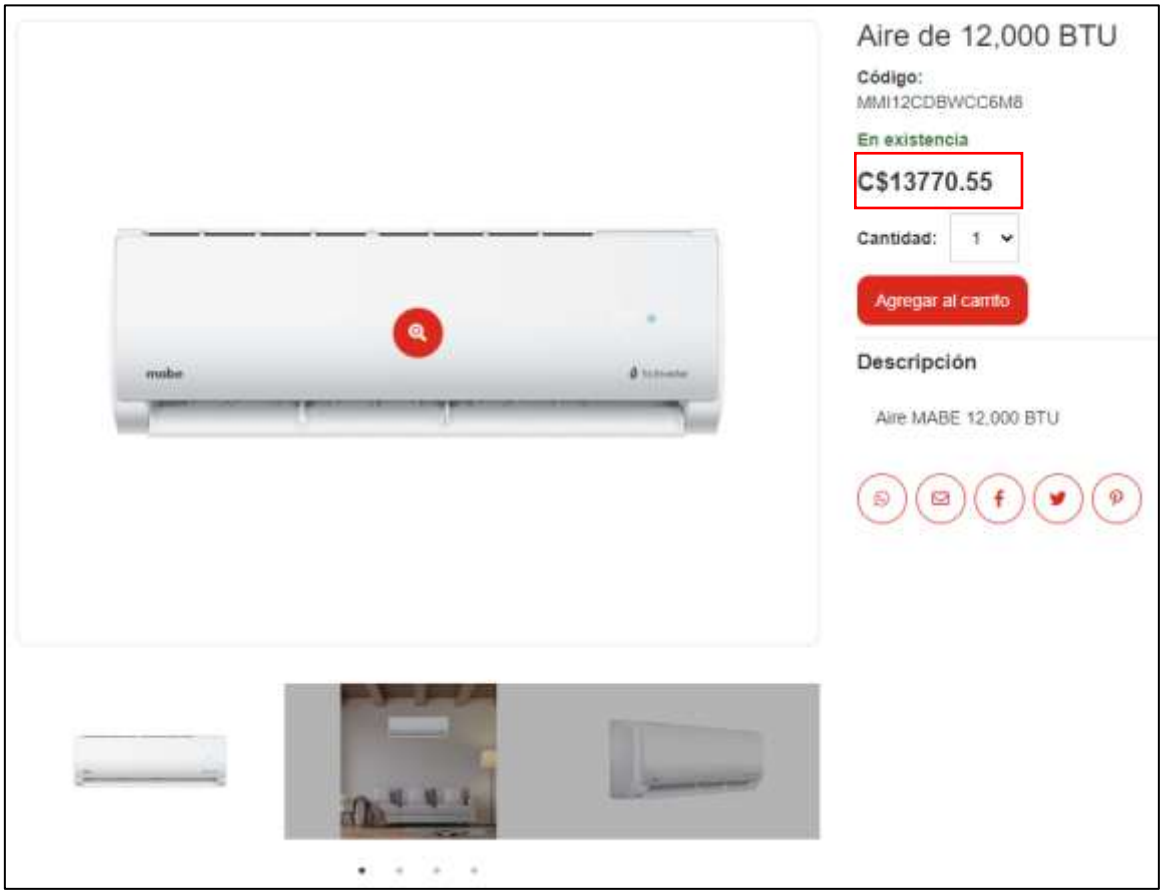
Tabla 2. Relación de eficiencia de energética (REE). Capacidad > 7 038 W a ≤ 10 553 W (> 24 000 Btu/h a ≤ 36 000 Btu/h)				
	Tipo (valores minimos)			
Clase	Ventana	Paquete	Dividido(*)	
			Con ducto	Sin ducto
A	NA	3,67 (12,5)	3,67 (12.5)	3.67 (12,5)
B	2,26 (7,71)	3,22 (11,00)	3,22 (11.00)	3,22 (11,00)
C	2,05 (7,00)	2,60 (8,87)	2,46 (8.39)	2,46 (8,39)
(*)El valor de EER se determina en el conjunto condensador y evaporador				

Tabla 3. Relación de eficiencia de energética (REE). Capacidad >10 553 W a 17 589 W (>36 000 Btu/h a 60 000 Btu/h)				
	Tipo (valores minimos)			
Clase	Ventana	Paquete	Dividido(*)	
			Con ducto	Sin ducto
A	NA	3.67 (12.5)	3.67(12.5)	3.67(12.5)
B	NA	3.22 (11.00)	3.22 (11.00)	3.22 (11.00)
C	NA	2.60 (8.87)	2.46 (8.39)	2.46 (8.39)
(*) Valor de EER se determina para conjunto condensador y evaporador				

Fuente: legislación.asamblea.gob.ni

Anexo 7. Cotizaciones.

Cotización de aires acondicionados.



BIBLIOGRAFIA

FERTILAB. (08 de 03 de 2017). *FERTILAB*. Recuperado el 14 de 06 de 2017, de FERTILAB: http://www.fertilab.net/ginecopedia/anticoncepcion/aspectos_generales/cual_ha_sido_el_crecimiento_de_la_poblacion_mundial_1

Escan S.A. (2014). Procedimiento de auditorías energéticas en el sector industrial de la Comunidad de Madrid. Madrid, Madrid, España.

WWF España. (Noviembre de 2008). GUÍA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN OFICINAS. Madrid, Madrid, España.

Urbina, G. B. (2007). *Fundamentos de Ingenieria Economica.* Mexico, D.F, Mexico, D.F, Mexico: Mc Graw Hill.

Ayuntamiento de Jerez de la Frontera. (2011). *Auditoria Energetica De Oficinas.* ESPAÑA. Recuperado el 16 de 06 de 2017

Greenpeace. (2004). *www.greenpeace.org.* Obtenido de http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2006/3/gu-a-verde-del-ahorro-de-energ.pdf

International Energy Agency. (2016). *IEA Energy Atlas*. Recuperado el 20 de 06 de 2017, de International Energy Agency: http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/1378539487

Centro de Produccion Mas Limpia Nicaragua CPML. (2013). *Guia de Eficiencia energetica.* Managua.

Energy, I. (2006). *Guia Tecnica de la Iluminacion Eficiente .* Obtenido de Guia Tecnica de la Iluminacion Eficiente : https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-tecnica-de-iluminacion-eficiente-sector-residencial-y-terciario-fenercom.pdf

Vargas, M. L. (7 de Abril de 2010). *Estudio de Métodos de Iluminación para Edificios de Oficinas.* Obtenido de Estudio de Métodos de Iluminación para Edificios de Oficinas: http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint1.html

International Energy Agency. (2017). *International Energy Agency*. Obtenido de International Energy Agency: https://www.iea.org/

CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS. (22 de 11 de 2013). Varsovia, Varsovia, Polonia.