



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECÁNICA**

TITULO

Auditoria energética de nivel II en el Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
UNI-RUPAP, 2019.

AUTORES

Br. José Danilo González Arceda
Br. Juan Carlos Jarquín Ortega
Br. Camilo Concepción Membreño Brenes

TUTOR

Ing. Donal Pérez Palma

Managua, 10 de Marzo de 2020

Agradecimientos

Primeramente, a Dios por habernos permitido dar este paso importante en nuestras vidas y dotarnos de sabiduría.

A Nuestros Queridos Padres, por brindarnos su apoyo incondicional día a día y permitirnos alcanzar este gran logro.

Al Ing. Donal Palma, por ser nuestro tutor y guiarnos durante todo el trayecto de la tesis monográfica.

Al personal de mantenimiento del recinto, por habernos acompañado y ayudado a obtener los datos necesarios para realizar nuestro estudio.

A los docentes, que nos han guiado durante todo el transcurso de nuestra carrera y educado con esfuerzo y entusiasmo.

A todas las personas que de forma directa o indirecta nos ayudaron para la elaboración de este trabajo.

Br. Juan Carlos Jarquín Ortega

Br. José Danilo González Arceda

Br. Camilo Concepción Membreño Brenes

Dedicatoria

A Dios, nuestro Señor por otorgarme la vida, la salud y la sabiduría para poder salir adelante con mis estudios y poder completar todas mis metas.

A mi madre Karla Isabel Ortega la cual ha sido un ejemplo de superación y lucha durante toda mi vida, quien me ha alentado a seguir adelante y luchar por mis sueños para convertirlos en logros y realidades, quien siempre ha estado apoyándome en los momentos más difíciles de mi vida.

Br. Juan Carlos Jarquín Ortega

Dedicatoria

A Dios, mi padre celestial que siempre ha estado conmigo todos los días de mi vida, regalándome salud y sabiduría para poder culminar esta gran etapa de mi vida, a ti SEÑOR te debo mi vida y todo lo que soy.

A mi madre Carminia, por ser la mujer más importante en mi vida, quien estuviste a mi lado apoyándome en los momentos más difíciles de mi vida, dándome ánimo y gracias porque siempre creíste en mí, a ti mujer valiosa, luchadora y emprendedora dedico con mucho amor este trabajo.

A mi padre Oscar Danilo, quien con su ejemplo me enseñó el valor de la educación y la responsabilidad, que siempre podemos seguir creciendo para alcanzar todo lo que anhelamos en nuestro corazón.

A mis hermanos Oscar y Alejandra, que siempre hago mi mejor esfuerzo por ser un hermano ejemplar, los amo.

Br. José Danilo González Arceda

Dedicatoria

Dedico esta tesis monográfica con mucho cariño y amor a mi mamá Rosa Argentina Brenes Salgado que siempre ha estado día a día en seguimiento a mis estudios desde mi niñez que con mucho esfuerzo y desvelos siempre me ha instruido al camino de ser profesional, “Gracias mamá por ser la mejor del mundo”, por el inmenso apoyo en los momentos difíciles y brindarme tu confianza para estar donde ahora estoy.

También a mi padre Camilo de Jesús Membreño Estrada por su cariño y apoyo incondicional que con humildad siempre me ha sacado adelante, a mi hermano Ronny de Jesús Membreño Brenes porque siempre está apoyándome y aconsejándome para concluir mis estudios.

Br. Camilo Concepción Membreño Brenes

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo monográfico muestra los resultados obtenidos de la auditoría energética efectuada en el Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios UNI-RUPAP de la Universidad Nacional de Ingeniería, donde se brindarán opciones de mejora para optimizar el consumo energético.

La Universidad Nacional de Ingeniería es una Institución de la Educación Superior, estatal y autónoma, en búsqueda permanente de la excelencia académica, dedicada a formar profesionales en el campo de la Ciencia, la Ingeniería y la Arquitectura. El Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios cuenta con 3 Facultades y 5 carreras, se encuentra ubicado en el costado Sur de Villa Progreso Managua, Nicaragua.

En este documento se brinda información recopilada necesaria para plantear las propuestas para el uso eficiente de la energía y la viabilidad implementación de las mismas considerando factores técnicos, económicos y ambientales.

Se brinda un censo de todos los equipos consumidores que posee el recinto, también un registro de todas las mediciones puntuales realizadas a las unidades de climatización, y un análisis energético resultado de estas.

Se generaron dos opciones de ahorro energético: la primera es la sustitución de Aires acondicionado de baja eficiencia por aires de mayor eficiencias, esto generaría a la institución un ahorro de energía de 148, 236 kWh/año, equivalentes a C\$ 1, 461, 558 al año; la segunda opción es la sustitución de luminarias de tecnología T12 por luminarias de tecnología T8 (lámparas de 40 Watt por lámparas de 18 Watt), lo cual generaría un ahorro de energía de 229,480 kWh/año, con un beneficio económico de C\$ 1, 421, 060 al año.

Asimismo, se sugiere considerar las recomendaciones plasmadas en este trabajo para contribuir a un mejor uso de la energía eléctrica.

Abreviaturas y significados

A: Amper

BTU: Unidad Térmica Británica

Cos ϕ : Fp: Factor de potencia

CO₂: Dióxido de carbono

E: Energía

F_{utilización}: Factor de utilización

FB: Factor de balastro

Hp: Caballos de fuerza

I: Corriente

INE: Instituto Nicaragüense de Energía

kW: kilo Watt

kWh: Consumo de energía

kVA: kilo Voltio-Amperio

Kg: kilogramo

L₁: Línea 1

L₂: Línea 2

L_{prom}: Línea promedio

P: Potencia

P_{prom}: potencia promedio

P/A: Planta alta

P/B: Planta baja

Q: Potencia reactiva

S: Potencia aparente

SEER: Factor de eficiencia energética estacional

TMAR: Tasa mínima aceptable de rendimiento

t_{func}: Tiempo de funcionamiento

V: Voltaje (Voltios)

VPN: Valor presente neto

W: Watts

η : Años

°C: grados centígrados

Índice de Contenido

I. Introducción	1
II. Antecedentes	2
III. Justificación	4
IV. Objetivos	5
V. Marco Teórico	6
CAPITULO I	6
1. Auditorías energéticas	6
1.1. Tipos de auditoría energética	7
1.2. Fases de una auditoria energética	8
CAPITULO II	11
2. Energía Eléctrica	11
2.1. Variables eléctricas	11
2.1.1. Voltaje	11
2.1.2. Corriente	12
2.1.3. Potencia	12
2.1.3.1. Aparente	13
2.1.3.2. Activa	13
2.1.3.3. Reactiva	13
2.1.4. Factor de Potencia	14
2.1.5. Demanda de potencia	15
CAPITULO III	15
3. Sector eléctrico en Nicaragua	15
3.1. Facturación eléctrica en Nicaragua	16
3.1.1. Tipos de Tarifas	17
3.1.2. Cargos por factor de Potencia	17
CAPITULO IV	18
4. Centros de Carga	18
4.1. Paneles Eléctricos	18
4.2. Tipos de Paneles Eléctricos	19
4.3. Alimentación de paneles	21
CAPITULO V	21
5. Equipos de climatización	21

5.1. Tipos de equipos de climatización.....	21
5.2. Eficiencias en equipos de climatización	23
5.2.1. EER.....	24
5.2.2. SEER.....	24
5.2.3. COP.....	24
CAPITULO VI	25
6. Luminarias.....	25
6.1. Tipos de luminarias.....	25
6.2. Eficiencia en Iluminación	28
CAPITULO VII	28
7. Tipos de equipos de medición.....	28
7.1. Multímetros	28
7.1.1. Tipos de Multímetros.....	29
7.2. Amperímetros	29
7.2.1. Tipos de Amperímetros.....	30
7.3. Voltímetros	31
7.3.1 Tipos de voltímetros	31
7.4 Analizador de redes eléctricas	32
VI. Hipótesis y Variables.....	35
VII. Diseño Metodológico	36
VIII. Análisis y presentación de resultados.....	37
8.1 Información Base.....	37
8.2 Facturación eléctrica	38
8.2.1 Consumo de energía eléctrica.....	39
8.2.2 Demanda de Potencia.....	40
8.2.3 Factor de Potencia	40
8.2.4 Histórico de consumo eléctrico	41
8.3 Análisis del consumo de energía.....	42
8.3.1 Censo de carga	42
8.3.1.1 Censo de equipos de climatización	43
8.3.1.2 Censo de luminarias	43
8.3.1.3 Censo de equipos de oficina	44
8.3.1.4 Censo de máquinas	45

8.4 Evaluación	46
8.4.1 Balance de energía.....	46
8.4.1.1 Sistema de acondicionamiento de aire	47
8.4.1.2 Sistema de iluminación	49
8.4.1.3 Equipos de oficina	51
8.4.2 Evaluación de eficiencias de aires acondicionados.....	52
8.4.3 Evaluación por Analizador de redes.....	55
8.4.4 Huella de carbono	65
8.5 Generación de opciones de mejora.....	66
8.5.1 Aires acondicionados	66
8.5.2 Iluminación.....	82
IX. Conclusiones.....	89
X. Recomendaciones.....	91
XI. Bibliografía.....	92
XII. Anexos	94

I. Introducción

En la actualidad una auditoria energética constituye un papel importante para las empresas, comercios, lugares públicos, ya que permiten evaluar la situación actual respecto al uso de la energía de manera eficiente, también proponen información técnica acerca del consumo eléctrico, cuales son los equipos que consumen mayormente energía y brinda recomendaciones para disminuir el consumo energético.

La presente investigación está centrada en la elaboración de una auditoria energética de nivel II en el Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios UNI-RUPAP, para llevarlo a cabo se levantará un censo de todos los equipos consumidores que se encuentran en el recinto, luego se procederá a realizar mediciones puntuales en los equipos para determinar el consumo de energía eléctrica, así como también se evaluará la eficiencia de los equipos y que tan factible sería sustituirlos por equipos de mayor eficiencia y tecnologías ahorrativas.

En base a los datos obtenidos acerca del consumo eléctrico se comparará con la facturación eléctrica de la universidad y se propondrán medidas necesarias para disminuir el consumo de energía y por ende los costos, beneficiando a la universidad tanto económicamente como ambientalmente.

II. Antecedentes

En el año 2014-2015 se llevó a cabo un estudio monográfico que se titula **Balance de carga y propuesta de mejora en el uso eficiente de la Energía en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en el año 2014-2015.**¹ En esta investigación se recopiló la información necesaria para plantear las propuestas de mejora del uso eficiente de la energía en ambos recintos.

En el contenido del trabajo se encontraron fallas en los centros de distribución de carga ya que los transformadores no suplían las demandas de los equipos consumidores porque estaban mal diseñados, es decir, sobrecargaban a los transformadores.

Se procedió a evaluar las condiciones de los diferentes equipos consumidores como son los aires acondicionados que, la mayoría eran obsoletos, de baja eficiencia y que varios no tenían las conexiones eléctricas adecuadas.

Dentro de las propuestas de mejoras que se dieron encontramos: distribuir la carga de manera más adecuada para evitar que los transformadores se disparen por sobrecarga, crear planes de mantenimientos para los equipos eléctricos, dándole privilegios a los mayores consumidores como los equipos de climatización, puesto que en la actualidad se encuentran en muy mal estado y las instalaciones en las que operan no están hermetizadas por lo que hay demasiadas pérdidas, instalar en los centros de cargas los breakers adecuados de acuerdo a la capacidad de amperios instalada.

En esa misma investigación se encontró que el estudio realizado por el Centro de Producción Más Limpia (CPML) en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios en el año 2010 determinó que el 38% de las unidades de climatización se encuentran en mal estado, las cuales representan el 70% del consumo de energía total.

¹ Elaborada por los Brs. Allan Ruiz, Lewis Morales, Idania Cortez. Bajo la tutoría del Msc. Lester Artola.

El estudio determinó que el 10% de los bancos transformadores se encuentran sobre cargados de su capacidad de diseño.

Este estudio realizó propuestas de mejoras para garantizar un uso eficiente de la energía entre las cuales está: realizar planes de mantenimiento para las unidades, todos los equipos eléctricos, incluyendo mayor énfasis en los equipos de climatización.

III. Justificación

La presente investigación se realizará con el fin de presentar una propuesta de mejora para disminuir el consumo energético en el Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios, que beneficiará tanto económicamente como ambientalmente a la Universidad Nacional de Ingeniería. También aportará un registro de los equipos consumidores y cuáles de estos son los de mayor consumo, esto servirá para que la universidad lleve un control detallado de todos los equipos instalados y facilitar el estudio de nuevos proyectos relacionados con el mejoramiento energético y producción más limpia.

El desarrollo de esta auditoría pretende identificar las pérdidas energéticas y proponer una solución para disminuir el consumo de energía eléctrica, de igual manera nos ayudará a encontrar problemas (si los hay) en instalaciones o equipos que no trabajan correctamente, ya que esto puede generar accidentes y aumento de costos en mantenimientos correctivos y remplazo de estos equipos consumidores.

La ejecución de las medidas de ahorro que se facilitarán al final de la investigación será un instrumento fundamental para analizar los flujos energéticos y establecer estrategias a seguir de ahorro y eficiencias más adecuadas, proyectando a este recinto con un nivel de aprovechamiento energético más elevado.

IV. Objetivos

Objetivo General

1. Realizar una auditoría energética de nivel II, en el Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios UNI-RUPAP, que permita la evaluación de medidas de ahorro energético de manera técnica, económica y ambiental, para el aumento de eficiencia en el uso de la energía eléctrica.

Objetivos específicos

1. Elaborar un censo de los equipos consumidores en las instalaciones del recinto UNI-RUPAP.
2. Efectuar mediciones puntuales en los equipos consumidores de energía del recinto UNI-RUPAP.
3. Determinar el consumo actual de energía y demanda de potencia en las instalaciones del recinto UNI-RUPAP.
4. Evaluar la eficiencia de los equipos de climatización utilizados en el recinto UNI-RUPAP.
5. Desarrollar una evaluación técnica, económica y ambiental de las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía, determinando su viabilidad de implementación.

V. Marco Teórico

CAPITULO I

1. Auditorías energéticas.

Se define como auditoría energética el procedimiento a través del cual es posible obtener información fiable y objetiva sobre el consumo de energía de un determinado edificio, para poder detectar qué factores afectan a dicho consumo. De este modo podremos entender de qué forma se está empelando la energía y así poder identificar donde se puede estar desaprovechando o despilfarrando para poder establecer y organizar las posibles estrategias de ahorro energético.

Una auditoría incluye por lo tanto un estudio completo tanto de los factores de tipo técnico como de los de tipo económico que influyen sobre el consumo de todas aquellas instalaciones o equipos que consumen energía dentro del edificio objeto del estudio.

La auditoría energética se centra en aportar un informe técnico en el que se detallan las medidas adecuadas para realizar una gestión y uso adecuado y racional de la energía. Se debe tener en cuenta que en el caso de edificios de uso terciario o industrial tales medidas de mejora no deben afectar a la calidad del servicio, ni a la productividad de una empresa, y en el de uso residencial no interferir en la habitabilidad de un edificio.

El objetivo final de una auditoría es por un lado aportar medidas más eficaces para racionalizar el consumo de energía y por otro poder optimizar los procedimientos y procesos de una determinada actividad que conlleva el uso y consumo de energía, de manera que se centrará en:

- Obtener información sobre la facturación energética para poder analizar el histórico de consumos de los recursos que consumen energía.

- Realizar un inventario, estudio y análisis tanto de todas las máquinas, motores u equipos que consumen energía, así como de todas las instalaciones energéticas.
- A partir de dicho estudio identificar aquellas zonas o áreas susceptibles de conseguir los mayores ahorros energéticos.
- Realizar propuestas y recomendaciones para mejorar la eficiencia energética del edificio.
- Cuantificar los ahorros tanto energética como económicamente para poder obtener los períodos de retorno de las diferentes medidas de mejora propuestas.
- Analizar y estudiar las tarifas que ofrecen las compañías energéticas y proponer recomendaciones.

(Salmeron, 2016)

1.1. Tipos de auditoría energética.

Existen varios tipos de auditorías energéticas las cuales se diferencian por el alcance de las mismas en función de factores como el número de áreas analizadas, el tipo y uso de los servicios energéticos, así como de los procesos analizados, de manera que se agrupan en los tres niveles siguientes:

De Nivel 1 Auditoría Preliminar:

La cual corresponde al tipo más simple o básico, en la cual se realizará por un lado una un diagnóstico visual del edificio, recopilación de datos básicos y una entrevista mínima, un estudio no muy detallado sobre las facturación de los servicios energéticos así como mediante la obtención de otros datos sobre su mantenimiento y explotación obteniéndose un diagnóstico no muy exhaustivo sobre las oportunidades de ahorro y mejora de la eficiencia energética, de manera que su costo suele ser más bien bajo.

De Nivel 2: Auditoría detallada:

En este segundo caso se realiza un análisis más detallado, partiendo de una mayor cantidad de información previa sobre los sistemas constructivos como de las instalaciones (planos, memorias de proyecto, presupuestos y cualquier otro documento), así como de la realización de una serie de pruebas o comprobaciones, mediante el empleo de equipos técnicos de medición, para obtener información todavía más real sobre el estado del edificio. Puede abarcar todos los recursos energéticos o un único recurso o servicio en una empresa o centro de trabajo, de forma que su coste puede ser bastante mayor en función de cuales sean parámetros que definen su alcance.

De Nivel 3: Auditoría especial:

En este caso estaríamos hablando de una auditoria de nivel 2, pero realizada con mayor detalle, en la cual además la toma de datos con equipos de medida se detalla hasta el punto de realizarse un registro del consumo por aparatos, ampliándose las mediciones a otros parámetros de manera que se van a necesitar equipos más complejos de medida y su coste será todavía más elevado. Está destinada a proyectos de ahorro compartidos o sustitución de equipos y proporciona estudio detallado de las mejoras intensivas en capital, por lo que deberá incluir estudio financiero detallado, así como presupuestos de equipos e instalaciones.

(Salmeron, 2016)

1.2. Fases de una auditoria energética.

Normalmente la auditoria requiere de varias fases en su desarrollo que se centran en obtener información real sobre el edificio y su consumo energético para de ese modo poder compararla con la información teórica obtenida mediante una simulación y poder detectar en qué zonas no se gestiona adecuadamente la energía, de manera que explicaremos de forma clara y sencilla cuáles son sus fases, que se detallan a continuación:

1. Recopilatorio de información sobre el edificio y planificación de la auditoría.

Dentro de este apartado se obtendrá la mayor información sobre el mismo, su envolvente e instalaciones, así como del comportamiento de los usuarios resumiéndose en:

Información previa:

- Documentación gráfica y escrita sobre los sistemas constructivos, así como de las instalaciones del edificio (memorias, planos, mediciones y presupuestos de los proyectos de obra y de instalaciones).
- Facturas de los consumos energéticos.
- Horarios de uso y ocupación.
- Datos climatológicos de la zona donde se ubica.
- Relación de máquinas y equipos que consumen energía.

Trabajo de despacho:

- Planificación de las fases de trabajo de nuestra auditoría.
- Simulación para estimar el comportamiento energético del edificio y calcular un balance inicial teórico de cargas y demandas.

2. Visita al inmueble: Estado actual, pruebas y comprobaciones.

Verificación del estado actual:

En una adecuada auditoría energética se deberá de verificar el estado en que se encuentra el edificio e instalaciones en relación a la documentación técnica previamente analizada, para lo cual será conveniente poder reflejarla en unas fichas de comprobación previamente elaboradas donde se refleje toda esa información.

Toma de mediciones y registros:

Planificación de las mediciones a realizar, de manera que se organicen cuáles son los parámetros a evaluar, con qué equipos de medición se realizarán, y donde se localiza dicha actuación dentro del edificio.

3. Estudio y análisis del comportamiento energético:

Se deberá de analizar la información aportada en los dos puntos anteriores, que nos van a permitir obtener las conclusiones más relevantes en relación a:

- Distribución de consumos eléctricos según periodos tarifarios, realizaremos un resumen que clarifique estos consumos por área o zona, durante los periodos valle, llano y punta.
- Estudiar la facturación energética para poder valorar si la tarifa contratada es la más adecuada al edificio o inmueble considerado en función de cómo se gestiona el consumo energético en el mismo, buscando la que mejor se acople a sus necesidades.

La comparación de resultados obtenidos en la simulación realizada para cada uno de los servicios energéticos de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación con los datos reales que nos han aportado la facturación y las mediciones in situ nos van a permitir identificar zonas o partes del edificio y de sus instalaciones donde existen problemas, bien sea por que la instalación tiene algún problema, avería o falta de mantenimiento.

Propuestas de mejora

Se deben proponer todas aquellas mejoras técnicas necesarias en el edificio, las instalaciones u otro factores que consideremos adecuadas para reducir el consumo de energía y combustible, y permitir que sus elementos de envolvente e instalaciones puedan funcionar adecuadamente con un rendimiento óptimo, por tanto también será conveniente agruparlas en varios bloques o grupos, sistemas constructivos de envolvente, instalación de climatización, recuperación de energía, etc. siempre buscando un consumo energético adecuado u optimizado al tipo de edificio estudiado.

4. Estudio de viabilidad económica

Se debe de realizar un análisis económico de las medidas de mejora incluidas en la auditoría para valorar el periodo de amortización a partir de la estimación del coste de la inversión, así como del ahorro de energía conseguido, precio de la

energía y combustibles, etc. de manera que se estimarán los períodos de retorno de cada una de dichas propuestas.

5. Emisión del informe:

Para concluir la auditoria se redactará un informe en el que se haga constar los objetivos perseguidos por la misma, el tipo de edificio y sus características técnicas y constructivas, las mediciones realizadas con los equipos de medida, y el resultado y las medidas correctoras propuestas para mejorar la eficiencia energética y subsanar los problemas detectados.

(Segui, 2016)

CAPITULO II

2. Energía Eléctrica

La energía eléctrica es la forma de energía que resultará de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, situación que permitirá establecer una corriente eléctrica entre ambos puntos si se los coloca en contacto por intermedio de un conductor eléctrico para obtener el trabajo mencionado.

En tanto, la energía eléctrica es una energía capaz de transformarse en muchísimas otras formas de energía como ser: la energía luminosa, la energía térmica y la energía mecánica.

(Ucha, 2010)

2.1. Variables eléctricas.

Una variable eléctrica es una cantidad numérica que cambia el valor y está relacionada con el fenómeno de la electricidad. Las principales son: voltaje, corriente y resistencia. (Milton, pág. 41)

2.1.1. Voltaje

El voltaje o diferencia de potencia es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza automotriz sobre las cargas eléctricas para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica. (Milton, pág. 41)

La ley que relaciona la corriente con el voltaje es la ley ohm, de la siguiente manera:

$$V= I * R \quad (V)$$

Ecuación 2.1

2.1.2. Corriente

La corriente eléctrica es el flujo de carga o electrones por unidad de tiempo que recorre un material, el cual se debe al movimiento de los electrones por el interior del material. (Milton, pág. 41)

La corriente eléctrica es I, la carga es Q que pasa por un punto dado de un conductor eléctrico en la unidad de tiempo t:

$$I = Q / t \quad (A)$$

Ecuación 2.2

La unidad de medida de la corriente eléctrica es el Ampere. Un Ampere (A) es el paso de una carga de un coulomb por segundo a través de una sección transversal de cualquier conductor. (Milton, pág. 41)

La corriente eléctrica se calcula mediante la ley de ohm:

$$I = V / R \quad (A)$$

Ecuación 2.3

2.1.3. Potencia

La potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo, es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La potencia eléctrica se representa con la letra P y la unidad de medida es el Vatio (Watt). (Wildi, 2007, pág. 134)

$$P = I * V \quad (W)$$

Ecuación 2.4

2.1.3.1. Aparente

Se considera la energía real demandada por los consumidores, que no es más que la suma vectorial de la potencia activa y potencia reactiva, se mide en VA (Voltio Amper). (Wildi, 2007, pág. 134)

$$S = V * I = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Ecuación 2.5

2.1.3.2. Activa

Es la potencia mediante la cual se aprovecha como trabajo. Esta potencia se mide en vatios (W). La potencia activa en los circuitos de AC responde a la siguiente expresión:

$$P = S * \text{Cos}\varphi = V * I * \text{Cos}\varphi$$

Ecuación 2.6

V: Valor eficaz de la tensión.

I: Valor eficaz de la corriente.

Cosφ: factor de potencia (comprendido entre 0 y 1).

(Wildi, 2007, pág. 136)

2.1.3.3. Reactiva

No es una potencia (energía) realmente consumida en la instalación, ya que no produce trabajo útil debido a que su valor es medio nulo. Aparece en una instalación eléctrica en la que existen bobinas o condensadores, y es necesaria para crear

campos magnéticos y eléctricos en dichos componentes. Se representa por Q y se mide en voltiamperios reactivos (VAr). (Wildi, 2007, pág. 137)

La potencia reactiva se puede determinar mediante la siguiente expresión matemática:

$$Q = V * I * \text{Sen}\varphi$$

Ecuación 2.7

2.1.4. Factor de Potencia

Es un indicador cuantitativo y cualitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, describe la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

El factor de potencia de un dispositivo o circuito de corriente alterna es la relación de la potencia activa P a la potencia aparente S, es decir:

$$FP = \frac{\text{Potencia Activa}}{\text{Potencia Aparente}} = \frac{P}{S} = \frac{V * I * \text{Cos}\varphi}{V * I} = \text{Cos}\varphi$$

Ecuación 2.8

Donde:

P= Potencia activa suministrada o absorbida por el circuito o dispositivo [W]

S= Potencia aparente del circuito o dispositivo [VA]

La potencia activa P nunca puede exceder la potencia aparente S, se deduce que el factor de potencia nunca puede ser mayor que la unidad (o que 100 por ciento). El factor de potencia de un resistor es de 100 por ciento porque la potencia aparente que absorbe es igual a la potencia activa.

(Wildi, 2007, pág. 143)

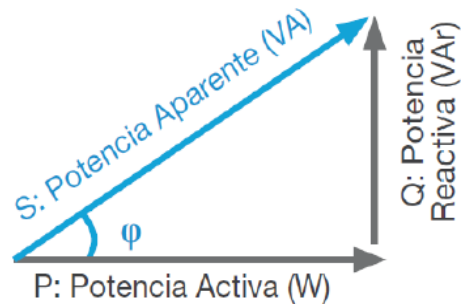


Figura 1. Triangulo de Potencia. Tomado de (Wildi, 2007, pág. 143)

2.1.5. Demanda de potencia

La demanda eléctrica de un sistema es la intensidad de corriente, o potencia eléctrica, relativa a un intervalo de tiempo específico, que absorbe su carga para funcionar. Ese lapso se denomina intervalo de demanda, y su indicación es obligatoria a efecto de interpretar un determinado valor de demanda.

Los intervalos de demanda, son típicamente de 15, 30 o 60 minutos. Los lapsos de 15 o 30 minutos se aplican comúnmente en facturación, selección de la capacidad de equipos, estudios de balanceo y transferencia de carga. El intervalo de 60 minutos, permite construir “Perfiles de Carga Diarios” para el análisis de consumo de energía, determinar el rendimiento de dispositivos, y también para elaborar un completo plan de expansión del sistema de distribución de energía eléctrica.

(Alvarado, 2017)

CAPITULO III

3. Sector eléctrico en Nicaragua

El desarrollo económico y social de los países está estrechamente ligado al consumo de energía. Se puede intuir fácilmente que, en países en vías de desarrollo, donde la mecanización y automatización de procesos industriales, crecimiento de áreas urbanas vinculadas a necesidades de transporte, mayores niveles de confort en los hogares con el uso de cada vez más numerosos y variados

electrodomésticos; son factores que sin duda impulsan el crecimiento del consumo energético.

Nicaragua es el país de América Central que posee la generación de electricidad más baja, así como el porcentaje más bajo de población con acceso a la electricidad. El proceso de desagregación y privatización de la década de los 90 no alcanzó los objetivos esperados, lo que resultó en muy poca capacidad de generación agregada al sistema.

(Somarriba Rivas & Tellez Ortiz, 2013, pág. 9)

3.1. Facturación eléctrica en Nicaragua

Existen diferentes tipos de clasificaciones para cada consumidor o demandante de energía eléctrica, quienes son los que a diario son los que consumen la energía generada en las diferentes plantas de generación eléctrica del país, en donde el sector residencial es el mayor consumidor de energía eléctrica del país, seguido por el sector comercial; en Nicaragua la generación de energía eléctrica en su mayoría es a base de Fuel Oil, pero a su vez se tienen plantas Hidroeléctricas, Geotérmicas, Eólicas interconectadas al Sistema de Interconexión Nacional (SIN) y para los sistemas aislados tenemos plantas térmicas e hidroeléctricas mayoritariamente, quienes satisfacen las demandas de energía para los diferentes sectores consumidores.

En las estadísticas de energía eléctrica proporcionadas por el INE, en la sección de ventas de energía por bloques de consumo se muestra que el sector residencial es el mayor demandante de energía eléctrica con 870.57 GWh para el año 2011, lo cual corresponde a un 35% de la demanda total, el cual es seguido por el sector comercial con 646.05 GWh, correspondiente a un 26% de la demanda total.

(Somarriba Rivas & Tellez Ortiz, 2013, pág. 9)

3.1.1. Tipos de Tarifas

**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA
ENTE REGULADOR**

**TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE MARZO 2019
AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR**

BAJA TENSION (120,240 y 480 V)				
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	
RESIDENCIAL	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rurales	T-0	Primeros 25 kWh Siguientes 25 kWh Siguientes 50 kWh Siguientes 50 kWh Siguientes 350 kWh Siguientes 500 kWh Adicionales a 1000 kWh	
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 > 150 kWh	
		T-1A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	
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 kW de Demanda Máxima	
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	T-3	TARIFA MONOMIA Todos los kWh	
		T-3A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	
IRRIGACION	Para irrigación de campos agrícolas	T-6	TARIFA MONOMIA Todos los kWh	
		T-6A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	
		T-6B	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta Verano Punta Invierno Punta Verano Fuera de Punta Invierno Fuera de Punta	

Figura 2. Pliegos tarifarios. Tomada de INE

3.1.2. Cargos por factor de Potencia

La Empresa de Distribución aplicará al cliente un cargo adicional cuando el factor de potencia de la carga instalada sea menor que el establecido. El factor de potencia no podrá ser adelantado. El recargo a aplicar se calculará como la suma de los cargos por energía y demanda de la factura, multiplicado por la diferencia entre el

límite vigente (0.85 ó 0.90, según corresponda) y el factor de potencia registrado o calculado de acuerdo a la potencia activa y reactiva registrada.

Se utilizarán las mediciones y registros que se estipula en esta para evaluar el factor de potencia. Si surgiese que dicho factor de potencia es inferior al establecido como límite sin recargo, la Empresa de Distribución notificará al cliente y le cobrará el recargo correspondiente sobre los cargos por energía y demanda de la factura respectiva.

(INE, 2000)

CAPITULO IV

4. Centros de Carga

Los centros de carga son tableros metálicos que soportan una cantidad determinada de pastillas termomagnéticas para proteger y desconectar pequeñas tensiones eléctricas. Todos los edificios, sin importar su giro necesitan de la energía eléctrica para alumbrar o alimentar equipos. Para lograr esto se necesita llevar la energía desde las líneas de suministro hasta el inmueble con ayuda de conectores.

La energía se concentra en el centro de carga y parte a los ramales o tomas de los circuitos. Si en uno de ellos hay una sobrecarga de energía, el centro de carga protege el circuito cortando la tensión eléctrica.

(Trandem, 2009, pág. 72)

4.1. Paneles Eléctricos

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico. Constituyen uno de los componentes más importantes de las instalaciones eléctricas y por ende están siempre presentes en ellas, independientemente de su nivel de tensión, su tipo o tamaño.

(Trandem, 2009, pág. 73)

4.2. Tipos de Paneles Eléctricos.

Los tableros o paneles eléctricos se clasifican:

- Según su ubicación y función
- Según el uso de la energía eléctrica

Según su ubicación y función, tenemos los siguientes tableros:

Tableros generales

Son los tableros principales de las instalaciones. En ellos estarán montados los dispositivos de protección y maniobra que protegen los alimentadores y que permiten operar sobre toda la instalación interior en forma conjunta o fraccionada.

Tableros generales auxiliares

Son tableros que serán alimentados desde un tablero general y desde ello se protegen y operan sub-alimentadores que alimentan tableros de distribución

Tableros de distribución:

Son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente los circuitos en que está dividida la instalación o una parte de ella, pueden ser alimentados desde un tablero general, desde un tablero general auxiliar o directamente desde el empalme.

Tablero de paso

Son tableros que contienen fusibles cuya finalidad es proteger derivaciones que por su capacidad de transporte no pueden ser conectadas directamente al alimentador, sub-alimentador o línea de distribución de la cual está tomada.

Tablero de comando

Son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar en forma simultánea sobre artefactos individuales o grupos de artefactos pertenecientes a un mismo circuito.

Tableros centro de control

Son tableros que contienen dispositivos de protección y de maniobra o únicamente dispositivos de maniobra y que permiten la operación de grupos de artefactos en forma individual, en conjunto, en sub-grupos en forma programada o no programada.

(Trandem, 2009, pág. 74)

Según de acuerdo al uso de la energía eléctrica:

Tableros de alumbrado

Es un elemento que sirve para controlar y dividir circuitos de una instalación eléctrica, en la cual también es posible alimentar y controlar diversos centros de carga; esta protección está controlada por interruptores termo magnéticos de uno, dos y tres polos. Los tableros van dirigidos a pequeños y grandes negocios, oficinas, centros comerciales donde se requiere dividir la instalación por zonas.

Tableros de fuerza

Podemos indicar que un centro de carga, es un tablero metálico que contiene una cantidad determinada de interruptores termo magnéticos, generalmente empleados para la protección y desconexión de pequeñas cargas eléctricas y alumbrado, en el caso de que en un tablero eléctrico se concentre exclusivamente interruptores para alumbrado, se conoce como "tablero de alumbrado"; si concentra otros tipos de cargas, se conoce como "tablero de fuerza". Los tableros de fuerza, pueden ser monofásicos o trifásicos, la razón por la cual pueden soportar interruptores termo magnéticos, monopolares, bipolares o tripolares.

Tableros de control

El tablero de control es una herramienta, el diagnóstico y monitoreo permanente de determinados indicadores e información ha sido y es la base para mantener un buen control de situación en muchas de las disciplinas de la vida. Como ejemplo de estos podemos señalar a la: medicina, basada en mediciones para el diagnóstico de la salud de los pacientes, a la aviación, cuyos indicadores de tablero de control sintetiza la información del avión y del entorno para evitar sorpresas y permite a los pilotos dirigir el avión a buen puerto; el tablero de un sistema eléctrico o de una represa son otros ejemplos. En todos estos casos el tablero permite a través del color de las luces y alarmas ser el disparador para la toma de decisiones, en todos estos ejemplos es fundamental definir los indicadores a monitorear.

(Trandem, 2009, pág. 75)

4.3. Alimentación de paneles

Los conductores de alimentación llegaran siempre al dispositivo de maniobra y desde ahí pasaron al dispositivo de protección, en caso de que estos estén separados.

En los tableros donde se utilizan protecciones fusibles como limitadores de corriente de cortocircuito, en serie con los disyuntores, los conductores del lado de la alimentación llegaran a los fusibles. Los conductores del lado de la alimentación deberán siempre llegar a los contactos fijos de los interruptores, disyuntores, separadores o contactores.

Todo tablero deberá contar con una barra de conexión o puente de conexión a tierra, si la caja, gabinete o tablero es metálico deberá conectarse a un punto de protección.

(Cruz, 2001)

CAPITULO V

5. Equipos de climatización

Los equipos de climatización son sistemas utilizados para controlar la temperatura en un espacio, las ventajas son varias, control de temperatura, control de salida de aire, eliminación de la humedad del ambiente, la circulación y limpieza de aire.

La unidad de medida de energía con la que comúnmente se caracteriza a los equipos de aire acondicionado es el BTU (British Thermal Unit) y se define como la cantidad de energía que se necesita para aumentar la temperatura de una libra de agua a un grado Fahrenheit. (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 28)

5.1. Tipos de equipos de climatización.

En la actualidad existen diversos tipos de acondicionamiento de aire, que se adecuan según al tipo de trabajo o base condiciones estructurales que presente el local, a continuación, se mencionan algunos de los tipos de sistemas de A/A:

Sistemas de aire acondicionado compacto (Sistema ventana)

En la actualidad existen diversos tipos de acondicionamiento de aire, que se adecuan según al tipo de trabajo o base condiciones estructurales que presente el local, a continuación, se mencionan algunos de los tipos de sistemas de A/A:

Es un equipo unitario, compacto y de descarga directa, es decir el aire enfriado es expulsado directamente al espacio a través de la unidad. Generalmente se utilizan para acondicionar espacios pequeños e individuales (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 37)

Sistemas de aire acondicionado compactos (unidad transportable).

Es un equipo unitario, compacto de descarga directa, es decir el aire acondicionado enfriado es expulsado directamente al espacio a través de la unidad y es transportable de un espacio a otro. La mayoría de estos equipos poseen una salida al exterior a través el cual es colocado en ventanas para la expulsión del aire. Resuelve de forma adecuada las necesidades mínimas de acondicionamiento de viviendas y en pequeños locales. (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 45)

Sistema de acondicionamiento tipo Split.

Son equipos de descarga directa llamados también descentralizados. Se diferencian de los compactos ya que la unidad formada por el compresor y el condensador está situada en el exterior, mientras que la unidad evaporadora se instala en el interior. Se comunican entre sí por líneas de refrigerantes y conexiones eléctricas. (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 53)

Sistema central separado.

Es un equipo de descarga indirecta ya que el aire se distribuye a través de ductos el cual es expulsado en os diferentes espacios por medio de difusores, cuenta con una unidad evaporadora y una condensadora, estas dos unidades se conectan entre sí por medio de una tubería de cobre de dos líneas, la primera para llevar el

refrigerante y la otra para regresarlo. (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 64)

Sistema tipo paquete.

Estos aires acondicionados son del tipo central, donde sus unidades están auto contenidas, es decir el condensador y el evaporador se encuentran en el mismo sistema y el aire se distribuye a los distintos espacios a través de ductos. Estos equipos se instalan en el exterior, generalmente en losas de techos; las dimensiones de estas unidades varían de acuerdo a la capacidad, las más usadas son de 3.0 TR a 30.0 TR. (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 75)

Sistema tipo Chiller.

Es un equipo de descarga indirecta, ya que el aire se distribuye a los diferentes espacios por medio de ductos. Se compone por un sistema central que se encarga de enfriar un fluido, generalmente agua, el cual se distribuye a los diferentes equipos de enfriamiento ubicados en las áreas que requieren climatización. El agua helada pasa desde la unidad exterior a través de tuberías (PVC, PE, Cobre o Acero) hacia las unidades manejadoras de aire (UMA) o unidades denominadas fan coils. (Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 75)

5.2. Eficiencias en equipos de climatización

Este concepto está relacionado con la cantidad de energía necesaria para el funcionamiento del sistema y el rendimiento energético que proporciona. Un buen cociente entre ambos es lo que determinara si un aparato es más o menos eficiente desde el punto de vista energético. Una normativa de la Unión Europea (UE) obliga al etiquetado de electrodomésticos según su nivel de eficiencia.

Este se califica con letras desde la “A” a la “G”, siendo el primero el nivel más eficiente y el ultimo el menos eficiente. La característica fundamental de los equipos de aire acondicionado para determinar su eficiencia energética viene determinada

por los coeficientes EER y COP.

(Colocho Lopez, Daza Jimenes, & Gúzman Alvarez, 2011, pág. 42)

5.2.1. EER

El término inglés Energy Efficiency Ratio, es el índice de eficiencia energética de una máquina frigorífica en la modalidad de refrigeración y expresa la relación entre la potencia frigorífica total que genera el equipo y la potencia eléctrica consumida.

(Balladares F., 2006, pág. 42)

5.2.2. SEER

Es el calor total extraído del espacio acondicionado durante la temporada de enfriamiento anual (Btu), dividida por la energía eléctrica total, (W·h), consumida por el aire acondicionado o la bomba de calor durante la misma temporada, Btu / (W.h).

La gran ventaja de confiarnos del SEER y no del EER para averiguar la verdadera eficiencia energética de nuestro aparato de aire acondicionado, es que en el último de los casos se medía la potencia del aparato a plena carga, es decir, enfriando al máximo de su capacidad, mientras que con el **SEER** se mide con cargas parciales que, en realidad, se ajusta más al uso que le podemos dar en nuestro caso a los auditorios, oficinas, salones de clase o nuestra propia casa. El EER típico para unidades de refrigeración centrales residenciales = 0.875 × SEER, el SEER es un valor más alto que EER para el mismo equipo

(AHRI, A. H., 2009)

5.2.3. COP

El desempeño de refrigeradores y de bombas de calor se expresa en términos del coeficiente de desempeño (COP), por sus siglas en inglés (coefficient of performance), definido como:

$$COP_R = \frac{\text{Salida deseada}}{\text{Entrada de trabajo}} = \frac{\text{Efecto de enfriamiento}}{\text{Entrada de trabajo}} = \frac{Q_L}{W_{\text{neto,entrada}}}$$

Ecuación 5.1

$$COP_R = \frac{\textit{Salida deseada}}{\textit{Entrada de trabajo}} = \frac{\textit{Efecto de calentamiento}}{\textit{Entrada de trabajo}} = \frac{Q_H}{W_{\textit{neto,entrada}}}$$

Ecuación 5.2

Donde:

COP_R: Coeficiente de desempeño de refrigeradores

COP_{BC}: Coeficiente de desempeño de refrigeradores

(Cengel, 2012, pág. 616)

CAPITULO VI

6. Luminarias

Luminaria es el aparato que sirve para distribuir, filtrar o transformar la luz por una o varias lámparas y que contiene todos los accesorios necesarios para fijarla, protegerlas y conectarlas. Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

(Miguel, 2004, pág. 190)

6.1. Tipos de luminarias.

Lámparas Incandescentes

El funcionamiento de una lámpara incandescente es muy sencillo, al atravesar la corriente un filamento resistivo este alcanza una gran temperatura (unos 2000 grados Celsius) poniéndose al rojo blanco, o sea incandescente, lo que provoca una emisión de radiaciones luminosas.

Las lámparas incandescentes son muy utilizadas por su bajo coste y por la facilidad de su montaje. Sin embargo, poseen un rendimiento luminoso bastante

bajo frente a otro tipo de lámpara, como por ejemplo el de las fluorescentes además la duración de la misma no suele superar las 1000 horas de funcionamiento.

(Miguel, 2004, pág. 191)

Lámparas fluorescentes

La utilización de lámparas fluorescentes para la iluminación de todo tipo de lugar es muy común, dado el buen rendimiento luminoso que estas poseen (unas cuatro veces mejor que una incandescente) y su larga duración (8000 horas). El único inconveniente que quizás puedan presentar las lámparas fluorescentes frente a las incandescentes es que estas necesitan un equipo suplementario para su funcionamiento. (Miguel, 2004, pág. 192)

Lámparas fluorescentes compactas

Gracias a la forma curva del depósito de descarga, las lámparas fluorescentes compactas son más cortas que las lámparas fluorescentes corrientes. Tienen básicamente las mismas propiedades que las lámparas fluorescentes convencionales, ante todo una elevada eficacia luminosa y larga duración de vida. El volumen relativamente pequeño del depósito de descarga permite producir luz concentrada mediante el reflector de una luminaria. (Miguel, 2004, pág. 192)

Lámparas halógenas

La lámpara halógena incandescente entrega una luz más blanca que la lámpara incandescente corriente. Su color de luz se ubica dentro del margen del blanco cálido.

La eficacia luminosa y duración de vida de lámparas incandescentes halógenas son superiores a las de las lámparas incandescentes corrientes. Las lámparas incandescentes halógenas son regulables y no requieren sistemas electrónicos adicionales; no obstante, las lámparas halógenas de bajo voltaje requieren unos transformadores para su funcionamiento. Estas lámparas despiden la luz en toda dirección. (Miguel, 2004, pág. 192)

Lámparas halogenuros metálicas

Las lámparas de halogenuros metálicos cuentan con una excelente eficacia luminosa a la par con una buena reproducción cromática; su duración de vida nominal es alta. Vienen a ser una fuente de luz compacta. Ópticamente su luz

permite muy bien el ajuste de su dirección y la reproducción cromática no es constante. Las lámparas de halogenuros metálicos están disponibles en los tres colores de luz: blanco cálido, blanco neutro y blanco de luz diurna, y no se regulan. Contienen, adicionalmente, una mezcla de halogenuros metálicos. Además del aumento de la eficacia luminosa, se obtiene una mejor reproducción cromática.

(Miguel, 2004, pág. 192)

Lámparas LED

Una lámpara led es una lámpara de estado sólido que usa diodos emisores de luz como fuente lumínica. La luz capaz de emitir un led no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas las lámparas LED están compuestas por agrupaciones de diodos, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada. Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de led deben incluir circuitos internos para operar desde la corriente alterna normal. Las lámparas de led tienen una vida útil larga y una gran eficiencia energética.

(Arroyo, 2013, pág. 147)

Luces HMI

HMI, significa "Hydrargyrum Medium Arc-length Iodide", es un tipo de lámpara que emite una luz muy intensa de la misma temperatura de color del sol. Las luces HMI son mucho más eficientes que las de tungsteno-halógeno y generan mucho menos calor (una consideración importante cuando se filma en espacios cerrados y pequeños)

La mayor desventaja de las luces HMI es que requieren de una fuente de poder de alto voltaje grande, pesado y costoso. Aun así, por la temperatura de color de la luz que emiten, por su eficiencia y potencia lumínica, las luces HMI son utilizadas frecuentemente en exteriores, muchas veces para rellenar las sombras causadas por el sol.

(Arroyo, 2013, pág. 147)

6.2. Eficiencia en Iluminación

La eficiencia luminosa de una luminaria es el cociente entre el flujo luminoso emitido en lúmenes y la potencia consumida en vatios. El rendimiento o eficacia de una lámpara importante, ya que indica los lúmenes que emite está por cada vatio consumido de la red eléctrica. Este dato será muy importante a la hora de seleccionar la lámpara más adecuada para una determinada aplicación, ya que cuando mayor sea su eficiencia luminosa, menor será el consumo de energía eléctrica del sistema de alumbrados unidades el lm / W. (Miguel, 2004, pág. 190)

$$e = \frac{\text{lm}}{\text{P}}$$

Ecuación 6.1

CAPITULO VII

7. Tipos de equipos de medición

Se entiende por medición de un sistema eléctrico a la operación de un conjunto de diferentes aparatos conectados a los secundarios de los transformadores de instrumentos de corriente y potencial, que miden las magnitudes de los diferentes parámetros eléctricos de las instalaciones de alta y baja tensión, así como de los dispositivos auxiliares de la subestación de que se trate

7.1. Multímetros

Un multímetro, también de nominado tester, es un dispositivo eléctrico y portátil, que le permite a una persona medir distintas magnitudes eléctricas que forman parte de un circuito, como ser corrientes, potencias, resistencias, capacidades, entre otras.

Puede medir magnitudes en distintos rangos, es decir, si sabemos que vamos a medir una corriente de 10 A (Amper) entonces, elegiremos un rango de 1 A a 50 A. Puede medir corriente continua o corriente alterna de forma digital o analógica.

(Perez, 2013)

7.1.1. Tipos de Multímetros

Existen dos tipos de multímetros:

- Multímetro analógico
- Multímetro digital

Multímetro Analógico

Los multímetros analógicos muestran el resultado de la medición mediante una aguja que indica en una escala el valor medido. Tienen una exactitud aproximada en la medición de voltaje de 1% y un rango de entre 0.4 mV a 1000V. Si hablamos de intensidad de corriente, puede medir entre 0.1 μ A y 10A, con una exactitud de 2%.

Multímetro Digital

Mediante un circuito, el multímetro digital convierte los datos analógicos obtenidos en valores digitales que luego son mostrados en una pantalla. Estos tipos de multímetros miden con la misma exactitud que los analógicos, pero aumentan la precisión a la hora de leer la medición, ya que con aguja hay un pequeño error.

7.2. Amperímetros

Un amperímetro es un dispositivo que permite realizar la medición de los amperios que tiene la corriente eléctrica. La medición consiste en hacer que la corriente eléctrica circule a través del aparato. La resistencia interna del amperímetro es muy pequeña para que no se produzca una caída de tensión a la hora de la medición.

(Gardey, 2017)

7.2.1. Tipos de Amperímetros

Existen varios tipos de amperímetros, que a grandes rasgos podemos dividir en tres grupos: los analógicos, los digitales y las pinzas amperimétricas.

Amperímetros analógicos

La descripción provista en los párrafos anteriores no es otra cosa que el fundamento de los amperímetros más antiguos, los cuales eran analógicos. Como ocurre en muchos otros ámbitos, aunque esta tecnología haya sido diseñada hace mucho tiempo, sigue siendo utilizada en la actualidad.

Los amperímetros analógicos presentan el resultado de la medición con ayuda de una aguja que se posiciona en el punto correspondiente entre el mínimo y el máximo disponibles en el panel de indicación. En este grupo de dispositivos encontramos dos subgrupos: los amperímetros electromecánicos y los térmicos.

A grandes rasgos, podemos decir que los amperímetros electromecánicos se apoyan en la interacción mecánica que tiene lugar entre conductores electrificados, entre un campo magnético y una corriente, o bien entre dos corrientes. Su diseño es relativamente sencillo: cuentan con dos órganos, uno móvil y uno fijo, y una aguja para indicar el valor resultante.

Este tipo de amperímetro es sin lugar a dudas bastante voluminoso y eso acarrea un mayor desgaste de sus piezas, así como una mayor probabilidad de error en la medición. Por otro lado, supera en rapidez a otros modelos y resulta útil para lecturas en posiciones fijas. En este grupo entran los amperímetros magnetoeléctricos, los electromagnéticos, los electrodinámicos y los ferromagnéticos.

Amperímetros digitales

Gracias a los avances de la tecnología nació este tipo de amperímetro, más versátil y práctico de usar que los analógicos. Entre sus ventajas fundamentales se

encuentra un menor desgaste (ante la ausencia de piezas móviles) y una importante reducción de las probabilidades de error. En lugar de un panel con una aguja, cuentan con una pantalla en la cual se pueden visualizar los resultados de la lectura.

Pinzas amperimétricas

Esta clase de amperímetro también se conoce como tenaza o gancho, y es de gran utilidad ya que permite una medición instantánea de la intensidad sin necesidad de interrumpir o abrir el circuito. Dado que no tiene arrollamientos eléctricos, no existe riesgo de que se prenda fuego.

(Gardey, 2017)

7.3. Voltímetros

Son aparatos que miden la tensión en volts, de los diferentes circuitos de una instalación. Los voltímetros se pueden utilizar para medir directamente hasta 800 V. Para magnitudes mayores sus bobinas son de 110V y la medición se efectúa a través de un transformador de potencial, con secundario de 110V.

En los circuitos trifásicos se acostumbra usar un solo voltímetro, que por medio de un conmutador de tres vías permite leer las tensiones entre cada par de fases de la instalación.

(Perez, 2013)

7.3.1 Tipos de voltímetros

Voltímetro Analógico o Análogo

Este instrumento se caracteriza por estar encapsulado en una pequeña caja transparente, en su interior se encuentra una aguja la cual va recorriendo una escala de valores. Son muy utilizados en proyectos de electrónica o en plataformas que trabajan con gases inflamables, ya que al no ser eléctricos tienen menos probabilidad de provocar una explosión (obviamente deben ser instrumentos informatizados para trabajar en áreas peligrosas).

Por lo general un mismo instrumento no puede medir corriente directa y corriente alterna, por lo cual se debe tener uno para cada tipo de corriente.

Voltímetros digitales

Estos sirven para medir la diferencia de potencial entre 2 puntos de un circuito (Negativo y positivo). Las únicas diferencias entre estos tipos de medidores digitales y los analógicos, es que los digitales poseen una pantalla lcd en la cual se muestra la lectura del voltaje, es menos probable que pierda su calibración, pero la característica que comparten es que no se puede usar el mismo instrumento para medir corriente directa y alterna (salvo que esta característica este implementada en el dispositivo, en la actualidad ya hay algunos que poseen esta característica).

(Reyes, 2016)

7.4 Analizador de redes eléctricas

El **analizador de redes eléctricas** es un instrumento que permite analizar diferentes propiedades de una instalación. Se centra especialmente en los **parámetros de dispersión** (Parámetros-S) y los datos que arroja permiten llevar un control exacto del consumo de energía eléctrica.

El **analizador de redes** dispone de alta tecnología y valora diferentes parámetros eléctricos con el fin de facilitar la gestión y el control de las instalaciones, posibilitando la mejora de la eficiencia energética.

Funcionamiento del analizador de redes eléctricas

El equipo analizador de redes eléctricas está diseñado para ser colocado en cualquier tipo de instalación, existiendo por ejemplo un analizador de redes para cuadro eléctrico. Tiene una memoria interna en la que se archivan los parámetros de medición. Un analizador de redes puede disponer de distintos softwares, con diferentes aplicaciones para cada tipo de análisis.

En el mercado existe una amplia variedad de analizadores. Son capaces de exportar o mostrar los parámetros eléctricos, y lo hacen de forma directa o indirecta a través de un display. También transfieren por comunicación todas las magnitudes eléctricas medidas y/o calculadas.

Algunos analizadores de redes pueden ser expandibles o modulares, también pueden disponer de funciones adicionales asociables a un parámetro eléctrico medido o calculado.

Parámetros que mide el analizador de redes:

1. **Flickers:** variación rápida de tensión que se presenta de forma repetitiva y permanente.
2. **Armónicos:** distorsión en la forma de onda senosoidal de la corriente eléctrica provocada por un aparato que consume energía de forma no lineal.
3. **Distorsión armónica (THD) de corriente y tensión:** suma de la distorsión producida por todos los armónicos.
4. **Valor eficaz:** el valor eficaz de una corriente alterna es el valor que tendría una corriente continua que produjera la misma potencia al aplicarla sobre la misma resistencia.
5. **Potencia y factor de potencia:** la potencia es la cantidad de energía eléctrica que transporta el circuito por unidad de tiempo, y el factor de potencia permite comparar la energía extraída de la red con la energía útil que obtenemos tras su paso por la red.

Tipos de analizadores de redes eléctricas

- Analizador fijo con montaje en panel

Los **analizadores fijos** se instalan en parte delantera de los tableros eléctricos, de forma que se tenga una visibilidad directa.

Aplicaciones:

1. Control de cuadros de distribución y acometidas de media y baja tensión.
2. Controles de alarma, programable las variables a examinar, valor máximo, valor mínimo y retardo.
3. Control de energía activa y reactiva mediante la medición de la salida de impulsos de parámetros eléctricos.

- Analizador fijo con montaje en carril DIN

Se instalan directamente **sobre el carril DIN** del cuadro eléctrico.

Aplicaciones:

1. Control de cuadros de distribución y acometidas en media y baja tensión.
2. Útil donde se necesite poner un analizador en el carril DIN por problemas de espacio.
3. Control de parámetros instantáneos, máximos y mínimos de los valores eléctricos medidos

- Analizador de redes eléctricas portátil

Analizan los principales parámetros en una red eléctrica, en **valor eficaz**, con **cuatro canales de tensión y cuatro de corriente**.

Aplicaciones:

1. El analizador eléctrico es un producto idóneo para la toma de mediciones en baja tensión durante grandes periodos de tiempo con el fin de valorare el nivel de calidad del suministro eléctrico disponible en cada punto de medida (tensión, flicker, armónicos.)
2. Se trata de un producto perfecto para el análisis, en especial la diferencia de tensión entre los inicios y finales en las líneas de distribución.
3. Como características a destacar, la sencillez en su instalación y la facilidad de uso del software.

(Vazquez, 2016)

VI. Hipótesis y Variables

El actual sistema de acondicionamiento y luminarias en el recinto universitario Pedro Aráuz Palacios son obsoletas y de baja eficiencia, con la elaboración de una Auditoria energética de nivel II, se demostrara que estos equipos y luminarias de baja eficiencia consumen más energía por lo que se procederá a recomendar la sustitución de estos por aires acondicionados con eficiencia SEER superior, lámparas de tecnología ahorrativa y también a la vez implementando medidas de ahorro y el uso adecuado de equipos para reducir el consumo de energía eléctrica.

VII. Diseño Metodológico

La presente investigación según el tiempo de ocurrencia será de carácter prospectivo, en el periodo 2019.

Según el nivel de profundidad de la investigación será Descriptiva, porque se identificará si hay uso eficiente de la energía eléctrica. Asimismo, será de carácter Explicativo, pues una vez identificada la eficiencia de la energía se explicarán los efectos de la misma y las posibles soluciones a recomendar.

El enfoque de la investigación será cuantitativo, porque nuestra investigación se basará en datos numéricos que son indicadores producto de las mediciones y estimaciones.

La investigación se realizará en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios UNIRUPAP, ubicado en la ciudad de Managua, de los Semáforos de Villa Progreso 3 cuadras al Oeste, Villa Progreso.

Se aplicará el método de observación en las instalaciones con equipos consumidores para valorar su funcionamiento apropiado, también se usará el método inductivo, para obtener conclusiones sobre el uso eficiente de la energía, así como el método analítico para analizar la información bibliográfica, datos recopilados y el método de síntesis para resumir todos los hallazgos.

VIII. Análisis y presentación de resultados

8.1 Información Base

Descripción de las instalaciones

La Universidad Nacional de Ingeniería es una Institución de la Educación Superior, estatal y autónoma, en búsqueda permanente de la excelencia académica, dedicada a formar profesionales en el campo de la Ciencia, la Ingeniería y la Arquitectura para que generen y difundan conocimientos con conciencia social, ética y humanística, con la finalidad de contribuir a la transformación tecnológica y al desarrollo sustentable de Nicaragua y la región Centroamericana. El Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios cuenta con 3 Facultades y 5 carreras, se encuentra ubicado en el costado Sur de Villa Progreso Managua, Nicaragua.



Figura 3: Vista Satelital del Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios

El recinto cuenta con dos medidores de energía de los cuales, el medidor con NIS 2032582 representa el 91.02 % del consumo de energía de las instalaciones mientras que el medidor con el NIS 2032584 representa el 8.98 % del consumo restante. Además el recinto cuenta con 11 bancos de transformadores² que proporcionan la potencia eléctrica necesaria para satisfacer la demanda de los equipos consumidores instalados en el recinto, cada banco posee diferentes potencias aparentes de diseño.

8.2 Facturación eléctrica

El Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios se abastece de energía eléctrica de la red comercial suministrada por UNION-FENOSA Disnorte-Dissur. Dicho recinto cuenta con dos medidores de energía la cual está sujeta a dos tarifas eléctricas:

El medidor con NIS 2032582 cuenta con la tarifa T2D-General Mayor Binomial.

Tabla 1: Datos de facturación eléctrica para el mes de abril 2019.

	Código	Aplicación	Energía (C\$/kWh)	Potencia (C\$/kW-mes)
Tarifa	T-2D General Mayor	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, oficinas públicas y privadas, Centros de Salud, hospitales, etc.)	6.1925	909.8350
Compañía suministradora	Distribuidora de Electricidad del Sur S.A.			
Código de cliente (NIS)	2032582			

² Véase anexo de distribución de los transformadores

El medidor con NIS 2032584 cuenta con la tarifa T2BT-General Mayor Binomial

Tabla 2: Datos de facturación eléctrica para el mes de abril 2019.

	Código	Aplicación	Energía (C\$/kWh)	Potencia (C\$/kW-mes)
Tarifa	T-2	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, oficinas públicas y privadas, Centros de Salud, hospitales, etc.)	6.3380	755.4819
Compañía suministradora	Distribuidora de Electricidad del Sur S.A.			
Código de cliente (NIS)	2032584			

8.2.1 Consumo de energía eléctrica

Para el análisis del consumo eléctrico del recinto se prescindieron de las facturas eléctricas del periodo de Abril del 2017 hasta Abril del 2018. A continuación, se presenta un histograma del consumo de energía eléctrica en ambos medidores:

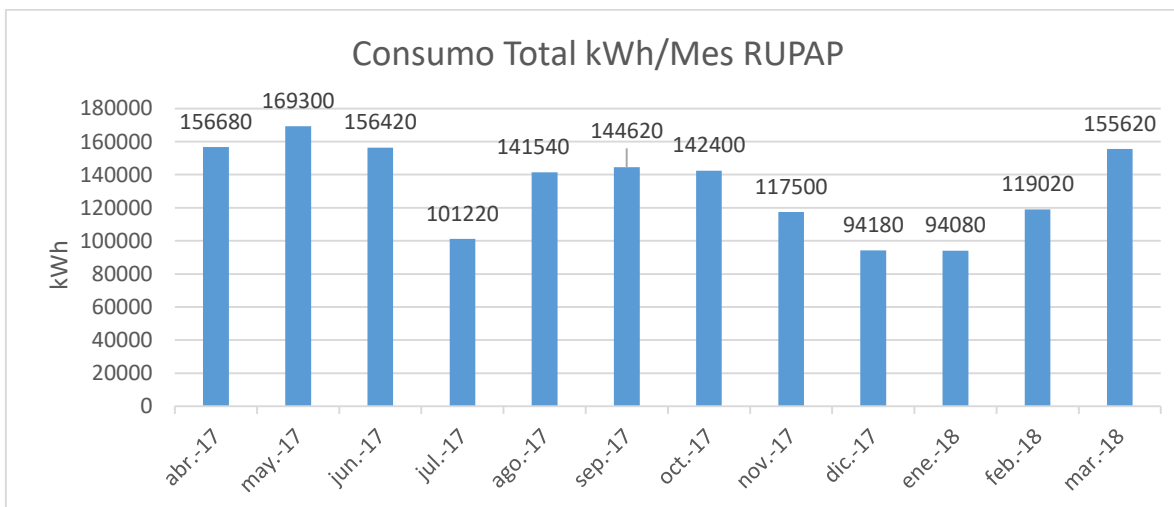


Figura 4: Consumo total de energía (kWh) de abril 2017 hasta abril 2018.

8.2.2 Demanda de Potencia

Para el análisis de la demanda de potencia del recinto se prescindieron de las facturas eléctricas del periodo de Abril del 2017 hasta Abril del 2018. A continuación, se presenta un histograma de la demanda de potencia en ambos medidores:

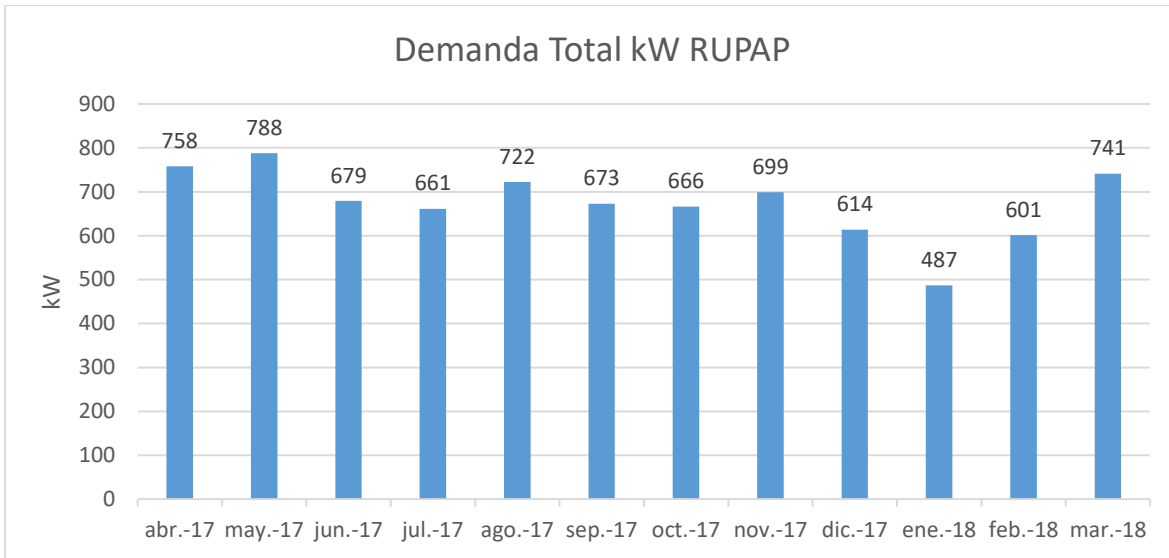


Figura 5: Demanda de Potencia (kW) de abril 2017 hasta abril 2018.

8.2.3 Factor de Potencia

A continuación, se presenta el histograma de comportamiento del factor de potencia en ambos medidores. Los datos que se muestran están comprendidos en el periodo de abril del 2017 hasta abril del 2018.

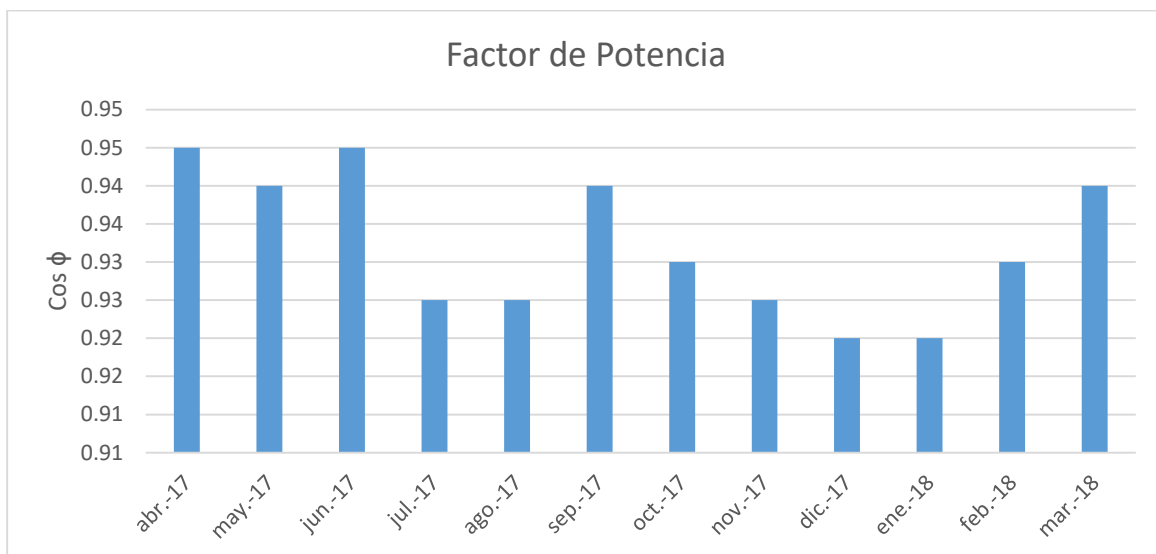


Figura 6: Factor de potencia de abril 2017 hasta Abril 2018

8.2.4 Histórico de consumo eléctrico

Para los costos energía eléctrica y demanda de potencia se prescindieron de las facturas eléctricas del periodo de abril del 2017 hasta abril del 2018 y se presentan a continuación:

Tabla 3: Históricos de consumo de Abril 2017 hasta Abril 2018³

Medidor	NIS 2032582		Costos de energía C\$/kWh	Costos demanda de potencia C\$/kW	Total costos C\$
Mes	Consumo kWh	Demanda kW			
abr 17	144,200	672	754,412.58	516,752.88	1271,165.46
may 17	153,300	707	805,360.07	545,924.61	1351,284.68
jun 17	142,100	602	764,444.01	477,040.57	1241,484.58
jul 17	91,700	595	496,446.65	473,469.64	969,916.29
ago 17	128,100	644	696,392.92	514,589.23	1210,982.15
sep 17	129,500	595	706,838.20	477,346.07	1184,184.27
oct 17	128,800	581	705,930.90	468,049.94	1173,980.84
nov 17	107,100	623	589,292.19	503,901.53	1093,193.72
dic 17	86,100	553	475,762.22	449,140.68	924,902.90
ene 18	86,800	441	481,624.92	359,662.80	841,287.72
feb 18	109,900	546	612,084.91	446,966.57	1059,051.48
mar 18	142,100	665	794,681.51	546,642.83	1341,324.34

³ En las tablas solo se presentan el total de costos de consumo de energía y demanda de potencia, no se reflejan los cargos por alumbrado público, comercialización, regulación INE e IVA.

Tabla 4: Históricos de consumo de Abril 2017 hasta Abril 2018

Medidor	NIS 2032584		Costos de energía C\$/kWh	Costos demanda de potencia C\$/kW	Total costos C\$
Mes	Consumo kWh	Demanda kW			
abr 17	12,480	86	66,826.03	54,912.79	121,738.82
may 17	16,000	81	88,029.64	51,934.95	139,964.59
jun 17	14,320	77	78,845.78	50,665.35	129,511.13
jul 17	9,520	66	52,749.99	43,609.45	96,359.44
ago 17	13,440	78	74,781.02	51,752.45	126,533.47
sep 17	15,120	78	84,465.92	51,960.39	136,426.31
oct 17	13,600	85	76,288.93	56,858.63	133,147.56
nov 17	10,400	76	58,567.44	51,042.59	109,610.03
dic 17	8,080	61	45,696.72	41,138.51	86,835.23
ene 18	7,280	46	41,343.40	31,151.30	72,494.70
feb 18	9,120	55	51,986.90	37,385.79	89,372.69
mar 18	13,520	76	77,386.42	51,874.88	129,261.30

Las tablas anteriores muestran los datos de consumo y costos de energía de los dos medidores que se encuentran en el recinto. El consumo total de energía es de **1, 592, 580 kWh** en el periodo comprendido de un año desde abril 2017 hasta marzo 2018. Con un consumo promedio mensual de **132,715 kWh** y un consumo promedio diario de **4, 310 kWh**.

8.3 Análisis del consumo de energía

8.3.1 Censo de carga

Para el censo de carga se efectuó la visita de las instalaciones del recinto (aulas, oficinas, laboratorios, talleres, cafetines y áreas públicas) con el objetivo de contabilizar la cantidad de los diferentes equipos consumidores de energía eléctrica tales como equipos de climatización, equipos de oficina, luminarias, electrodomésticos y máquinas de laboratorio.

8.3.1.1 Censo de equipos de climatización

El censo de los diferentes equipos de climatización se realizó con el fin de obtener un registro de la cantidad y diferentes especificaciones tales como capacidad, tipo, funcionamiento y eficiencia para luego compararlo con el registro de aire que nos suministró el área administrativa de la universidad, con esto se comprobó que el censo que realizamos coincidía con los datos facilitados por el área administrativa del recinto.

Tabla 5: Censo de Aires acondicionados

Capacidad (BTU)	Tipo			Total	Mal Estado (Inactivos)
	Split	Unidad Central	Ventana		
9000	5	0	0	5	2
12000	8	0	2	10	4
18000	35	0	1	36	8
24000	32	0	3	35	6
36000	47	1	0	48	4
48000	15	8	0	23	5
60000	89	9	0	98	11
Total	231	18	6	255	40

8.3.1.2 Censo de luminarias

El censo de luminarias se llevó a cabo contabilizando las luminarias que se encuentran en el recinto, para luego registrar sus datos tales como: tipo, potencia y estado actual.

Tabla 6: Censo de Luminarias

Potencia	Tipo	Total	Mal Estado
1X40 W	Lámpara Fluorescente	31	3
2X40 W	Lámpara Fluorescente	1385	19
1X20 W	Lámpara Fluorescente	32	2
2X20W	Lámpara Fluorescente	25	0
2X70 W	Lámpara Fluorescente	6	0
1x70 W	Lámpara Fluorescente	23	0
18 W	Bombillo LED	7	0
1X18 W	Lámpara LED	9	0
2X18 W	Lámpara LED	92	0
12 W	Bombillo LED	60	0
100 W	Bombillo Incandescente	27	2
1X125 W	Luminaria pública Incandescente	95	0
1X125 W	Luminaria LED	23	0
1X125 W	Luminaria Jardinera Incandescente	22	1
1X175 W	Luminaria Incandescente	5	0
Total		1,842	27

8.3.1.3 Censo de equipos de oficina

El censo de equipos se elaboró contabilizando los diferentes tipos de equipos de oficina que se encuentran en el las oficinas y laboratorios de cada facultad del recinto, asimismo se registró el total de electrodomésticos encontrados en los diferentes cafetines y oficinas.

Tabla 7: Censo de electrodomésticos y equipos de oficina

Equipos	Cantidad
PC	424
Portátiles PC	7
Impresoras	63
Pizarra Electrónica	20
Cafetera	24
Microondas	23
Abanicos	36
Estabilizador	36
Batería	78
Refrigeradoras	15
Bomba 1/4 hp	1
Proyector	10
TV	10
Mantenedoras	15
Exhibidores	20
Licadoras	6
Arrocera	1

8.3.1.4 Censo de máquinas

El censo de máquinas se llevó a cabo efectuando la visita a los diferentes laboratorios, talleres tales como el laboratorio de soldadura, laboratorio de edafología, laboratorio de máquinas y herramientas entre otros para luego contabilizar el número, tipo, su placa de especificaciones de las máquinas.

En este acápite no se realizará un análisis a fondo del consumo de energía y costos de energía debido a que las maquinas no tienen un tiempo de uso continuo, ya que solo se usan cuando hay prácticas de laboratorio, además muchas de ellas están fuera de funcionamiento, y algunas presentaban dificultades a la hora de hacer mediciones puntuales.

Para ver la lista de máquinas de los laboratorios del recinto, véase anexo VIII.

8.4 Evaluación

8.4.1 Balance de energía

En este acápite se realiza un análisis del consumo de energía del RUPAP, identificando los equipos que más energía consumen.

Con el objetivo de identificar los equipos que consumen mayor cantidad de energía se realizó un balance de energía, tomando en cuenta la potencia eléctrica y los tiempos de operación de los equipos. Los valores de consumo mensual se muestran en la siguiente figura:

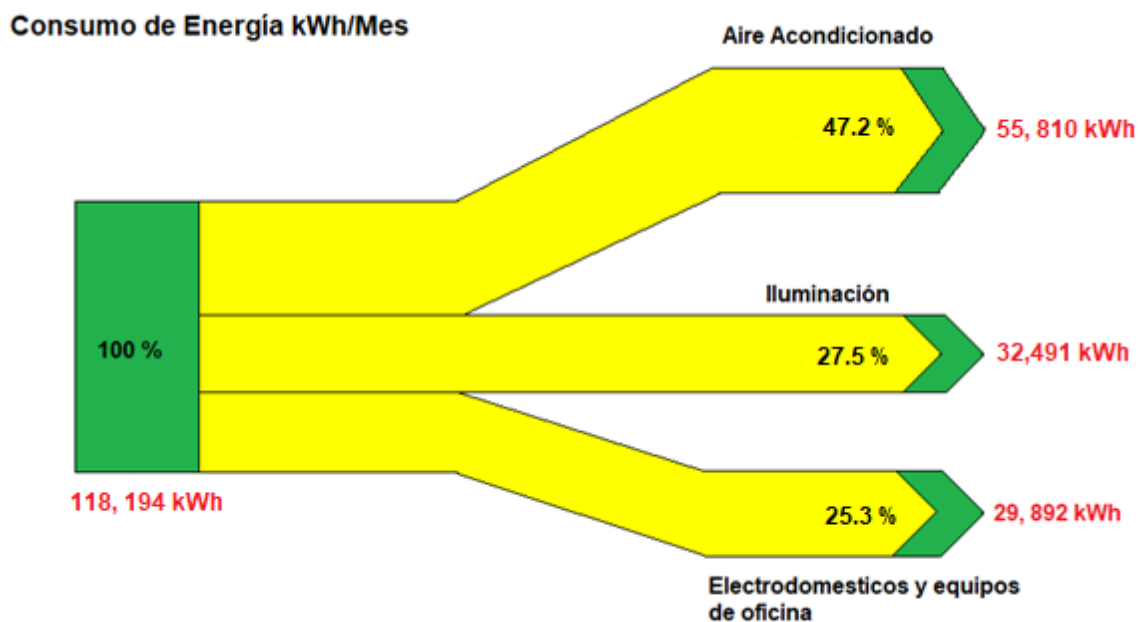


Figura 7: Balance de energía del RUPAP

Tomando como ejemplo el mes de abril 2019 el RUPAP presentó un consumo de 118,194 kWh/mes y de este consumo el 47.2 % de esa energía, la consumen los equipos de climatización, esto debido a que cuenta con 255 equipos donde la mayoría cuenta con eficiencia SEER 12, lo que al final tiene como resultado un alto consumo de energía.

Los equipos de oficina representan el 25.3 % del consumo de energía de la institución; estos equipos incluyen PC de escritorio, fotocopiadoras, impresoras, microondas y otros equipos. También dentro de este total está incluido el consumo

de los electrodomésticos que se encuentran en los bares cafetines del recinto; estos incluyen licuadoras, mantenedoras, exhibidores, refrigeradoras, entre otros. Este consumo es normal debido a la función propia del recinto, pero puede disminuirse comprando equipos como PC de escritorio pantallas LED y equipos Energy Star de la agencia Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) que pueden generar hasta un 30% de ahorro de energía.

El 27.5 % restante de la energía del edificio se consume en iluminación y esto se debe a que la institución cuenta en su mayoría con luminarias de tecnología T12 (luminarias de 2*40W), que aun trabajan con balastro electromagnético. Por lo que se propone en el presente estudio la sustitución de las mismas por iluminación con tecnología T8 (LED De 18 W)

8.4.1.1 Sistema de acondicionamiento de aire

El RUPAP cuenta con un total de 255 equipos de climatización, denominados aires acondicionados (AA), estos se encuentran en salones de clases y oficinas del recinto, la mayoría de estas unidades poseen eficiencia muy baja y oscilan entre SEER 12 y SEER 14, esto significa que la capacidad frigorífica y el consumo energético de estos aires acondicionados se encuentra muy por debajo de los límites establecidos para obtener confort, además de consumir mucha más energía eléctrica a la hora de ser operados.

Para el calculo de consumo y evaluación de eficiencia de los equipos de climatización, se realizaron mediciones puntuales por cada equipo instalado en el recinto, mediciones tales como Voltaje, Corriente, Potencia y Factor de Potencia. Se utilizaron amperímetros de gancho marca Tenmars modelo TM-13E y TM-1017.

Para un mejor análisis se calculó el consumo por cada edificio del recinto, resultando la siguiente tabla:

Tabla 8: Consumo de A.A por edificio

Aires Acondicionados				
Ubicación	Consumo mensual kWh	Costo de consumo C\$/kwh	Demanda de Potencia kW	Costos de Demanda de Potencia C\$
Edificio 02	8,522.72	52,776.96	89.33	28,521.79
Administración	3,097.15	19,179.13	46.38	14,808.14
Áreas FTC	2,433.25	15,067.90	36.71	11,720.80
Edificio 05	9,290.23	57,529.78	103.70	33,107.84
Áreas FTI	1,239.27	7,674.18	15.81	5,047.36
Edificio 01 y Ceneg	4,694.21	29,068.92	58.07	18,541.35
Marlon Zelaya	8,042.95	49,805.95	94.29	30,105.63
Julio Padilla	5,209.60	32,260.46	60.53	19,324.56
Biblioteca	6,452.16	39,955.01	76.53	24,432.76
FTI	3882	24,039.27	64.05	20,449.05
Edificio Julio Guevara	1,353.47	8,381.38	24.55	7,838.58
I + D y PIM	1,593.80	9,869.63	22.72	7,252.86
Total	55,810.83	345,608.56	692.67	221,150.73

De los calculos realizados⁴ obtuvimos un consumo total de 55,810.83 kWh mensual solo por aires acondicionados. Generando un costo de C\$ 345,608.56 mensuales a la facturación.

Como se refleja en la tabla anterior el Edificio 05 es el de mayor consumo representando un 17% del total con 9, 290. 23 kWh al mes aproximadamente.

Como segundo consumidor se encuentra el Edificio 02 teniendo un 15 % del total con 8,522.72 kWh/mes. El Edificio Marlon Zelaya con 8,042.95 kWh/mes significando un 14%.

Sumando los consumos por aire acondicionado del Edificio 05, Edificio 02 y Edificio Marlon Zelaya, representan un 46% del total de todas las instalaciones del recinto RUPAP.

En el siguiente diagrama de pastel se aprecia el consumo en porcentajes por edificio:

⁴ Véase Anexo IV y V

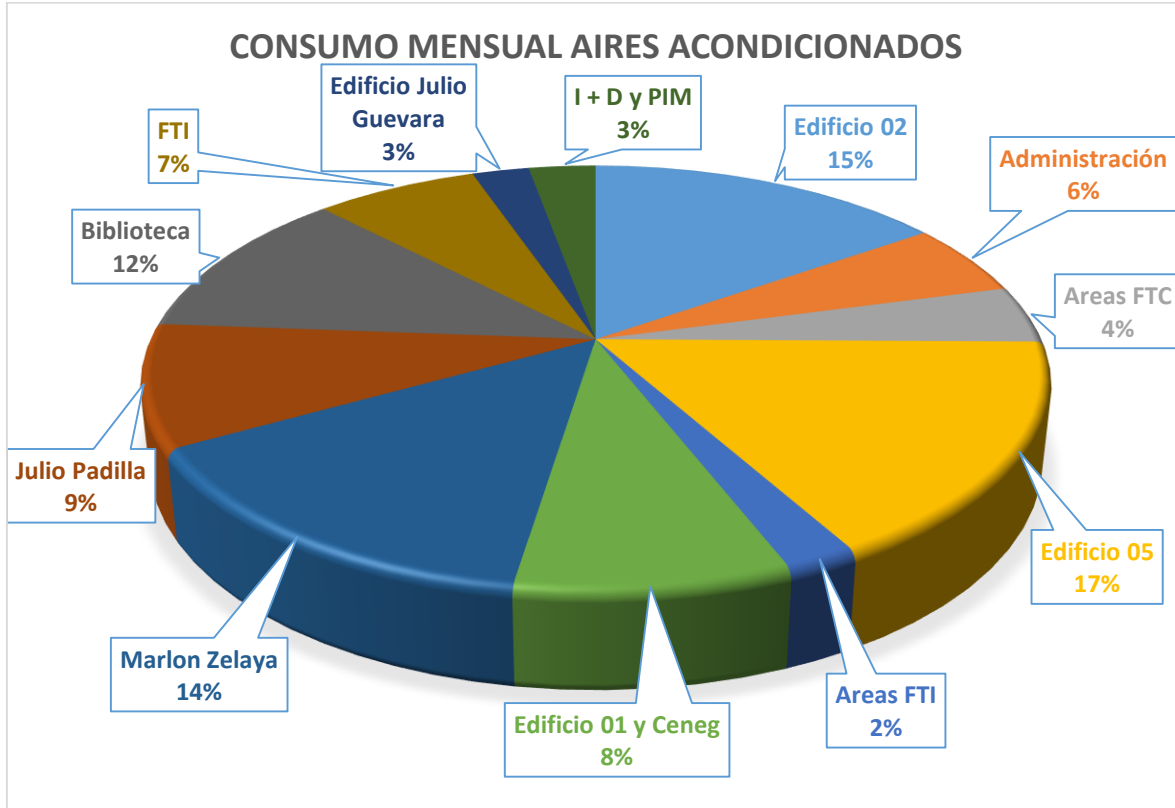


Figura 8: Consumo de aires acondicionados por edificio.

8.4.1.2 Sistema de iluminación

El recinto RUPAP cuenta también con un total de 1,842 luminarias distribuidas en todas las instalaciones, de las cuales 1,385 son lámparas fluorescentes de 2x40W cada una, estas reflejan el mayor consumo.

En la siguiente tabla se muestra el consumo de iluminación por edificio:

Tabla 9: Consumo de iluminación por edificio

Lámparas Convencionales		
Ubicación	Consumo mensual kwh	Costo de consumo C\$/kwh
Edificio 02	2,892.60	17,912.43
Administración	899.55	5,570.46
Áreas FTC	2,765.70	17,126.60
Edificio 05	4,009.05	24,826.04
Áreas FTI	2,051.85	12,706.08
Edificio 01 y Ceneg	1,655.91	10,254.22
Exteriores	343.20	2,125.27
Bares	542.25	3,357.88
Marlon Zelaya	4,210.20	26,071.66
Julio Padilla	2,361.60	14,624.21
Biblioteca	4,795.20	29,694.28
FTI	3,501.90	21,685.52
Julio Guevara	1,166.40	7,222.93
I+D y PIM	1,296.00	8,025.48
Total	32,491.41	201,203.06

De los calculos realizados⁵ obtuvimos de consumo total de 32,491 kWh mensual de iluminación. Generando un costo de C\$ 201,203 mensuales a la facturación.

Como se refleja en la tabla anterior el Edificio Biblioteca es el de mayor consumo representando un 15% del total con 4,795 kWh al mes aproximadamente. Como segundo consumidor se encuentra el edificio Marlon Zelaya teniendo un 13% del total con 4,210 kWh/mes.

Cabe señalar que en su mayoría las lámparas instaladas en el recinto poseen tecnología T12 la cual en nuestros días ésta es una tecnología ineficiente, además utilizan balastos magnéticos los cuales elevan el consumo energético de cada una de las luminarias.

⁵ Véase anexo VI

En el siguiente diagrama de pastel se aprecia el consumo en porcentajes por edificio:

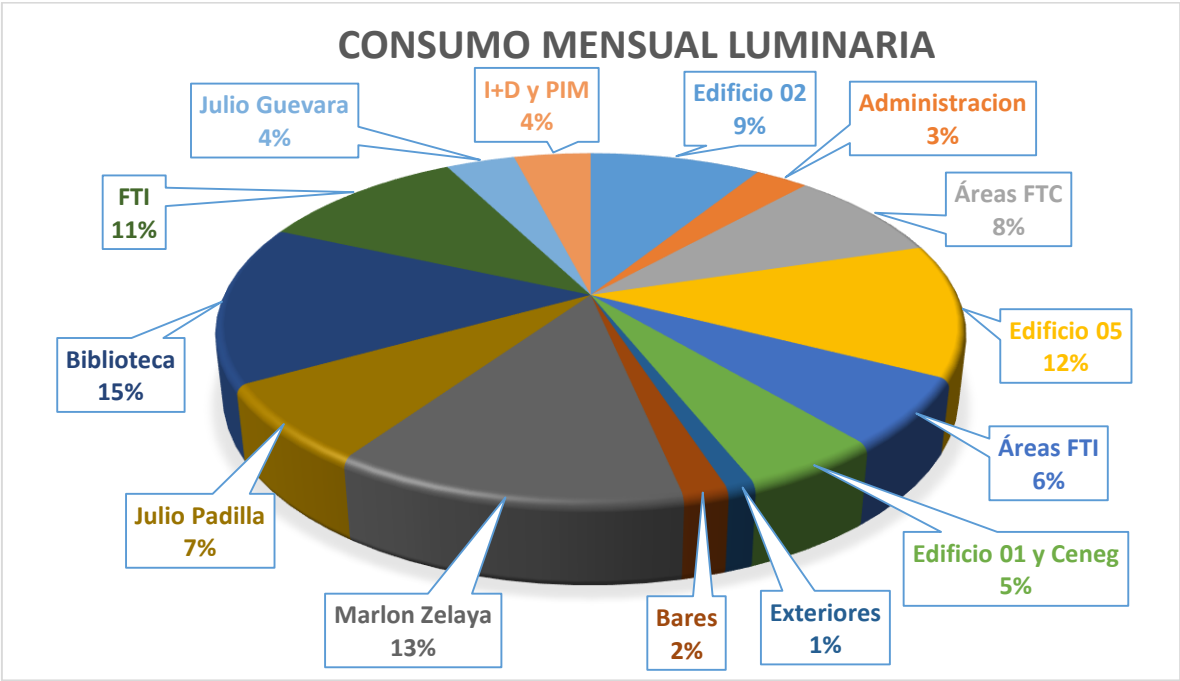


Figura 9: Consumo de iluminación por edificio.

8.4.1.3 Equipos de oficina

Por otro lado, en el RUPAP, se encuentran instalados 424 computadoras de escritorio los cuales representan el mayor consumo de los equipos de oficina. Estos equipos de cómputos poseen un consumo energético de 13,992 kWh/mes significando un 46.8% del consumo total de equipos.

También se encuentran instalados otros equipos de oficina tales como: fotocopiadoras, impresoras, entre otros cuyo consumo corresponde a 3,923 kWh/mes.

De igual manera en los bares cafetines se encuentran equipos electrodomésticos tales como: Cafeteras, Microondas, refrigeradoras, mantenedoras, exhibidores entre otros.

Lo cual el consumo por equipos de oficina y electrodomésticos suma un total de 29,892 kWh/mes.

En la siguiente tabla se aprecia los distintos equipos consumidores y sus consumos:

Tabla 10: Consumo de equipos de oficina y electrodomésticos

Equipos	Cantidad	Energía kWh/Mes	Costos de Energía C\$
PC	424	13,992	86,645.46
Portátiles PC	7	46	282.32
Impresoras	63	1,040	6,437.10
Pizarra Electrónica	13	161	996.22
Cafetera	24	1,439	8,909.77
Microondas	23	805	4,984.68
Abanicos	36	675	4,179.70
Estabilizador	36	449	2,782.17
Batería	78	1,338	8,288.54
Refrigeradoras	15	3,450	21,364.13
Bomba 1/4 hp	1	50	310.96
Proyector	10	180	1,114.65
TV	10	80	494.16
Mantenedoras	15	2,592	16,050.96
Exhibidores	20	3,456	21,401.28
Licadoras	6	105	649.84
Arrocera	1	35	216.73
Total		29,892	185,109

8.4.2 Evaluación de eficiencias de aires acondicionados

Para la evaluación de eficiencia de los equipos de climatización se procedió a calcular la eficiencia SEER de cada aire acondicionado para luego compararla con la eficiencia SEER de placa.

Calculo de SEER:

Capacidad frigorífica del equipo 18,000 BTU

Potencia calculada del equipo: 1.4898 kW (Calculada con la ecuación 2.6)

SEER de placa: 13

$$\text{SEER} = \frac{\text{Capacidad frigorífica del equipo}}{\text{Potencia eléctrica} * 0.9}$$

$$\text{SEER} = \frac{18,000 \text{ BTU}}{1,489.8 \text{ W} * 0.9}$$

$$\text{SEER} = 13.42$$

El SEER de placa es 13, comparado con el SEER calculado que da 13.42 son aproximados.

Calculo de SEER:

Capacidad frigorífica del equipo 24000 BTU

Potencia calculada del equipo: 2.1004 kW (Calculada con la ecuación 2.6)

SEER de placa: 12

$$\text{SEER} = \frac{\text{Capacidad frigorífica del equipo}}{\text{Potencia eléctrica} * 0.9}$$

$$\text{SEER} = \frac{24,000 \text{ BTU}}{2,100.4 \text{ W} * 0.9}$$

$$\text{SEER} = 12.69$$

El SEER de placa es 12, comparado con el SEER calculado que da 12.69 son aproximados.

Calculo de SEER:

Capacidad frigorífica del equipo 36,000 BTU

Potencia calculada del equipo: 2.4027 kW (Calculada con la ecuación 2.6)

SEER de placa: 16

$$\text{SEER} = \frac{\text{Capacidad frigorifica del equipo}}{\text{Potencia electrica} * 0.9}$$

$$\text{SEER} = \frac{36,000}{2402.7 * 0.9}$$

$$\text{SEER} = 16.64$$

El SEER de placa es 16, comparado con el SEER calculado que da 16.64 son aproximados.

Calculo de SEER:

Capacidad frigorífica del equipo 48,000 BTU

Potencia calculada del equipo: 4.7446 kW (Calculada con la ecuación 2.6)

SEER de placa: 11

$$\text{SEER} = \frac{\text{Capacidad frigorifica del equipo}}{\text{Potencia electrica} * 0.9}$$

$$\text{SEER} = \frac{48000 \text{ BTU}}{4,744.6 \text{ W} * 0.9}$$

$$\text{SEER} = 11.24$$

El SEER de placa es 11, comparado con el SEER calculado que da 11.24 son aproximados.

Calculo de SEER:

Capacidad frigorífica del equipo 60,000 BTU

Potencia calculada del equipo: 4.5809 kW (Calculada con la ecuación 2.6)

SEER de placa: 16

$$\text{SEER} = \frac{\text{Capacidad frigorífica del equipo}}{\text{Potencia eléctrica} * 0.9}$$

$$\text{SEER} = \frac{60000 \text{ BTU}}{4580.9 \text{ W} * 0.9}$$

$$\text{SEER} = 14.55$$

El SEER de placa es 16, comparado con el SEER calculado que da 14.55 son aproximados.

Para ver el resto de cálculos véase el anexo IX donde se observa la comparación de la eficiencia de placa con respecto a la eficiencia calculada de cada equipo de climatización.

Se pudo observar que las eficiencias calculadas se aproximaban al SEER de placa, además se encontró que algunos equipos de climatización no tenían su eficiencia ya que la placa de característica estaba en mal estado y no se podía observar ninguna información acerca del equipo. También que la mayoría de los equipos instalados en el recinto son eficiencias SEER 16, 13 y 12.

8.4.3 Evaluación por Analizador de redes

Para analizar el comportamiento de la demanda de potencia y factor de potencia se utilizó el Analizador de Redes Fluke 435 instalándose en los centros de alimentación y transformadores principales de 3 diferentes puntos de la universidad (Biblioteca, Edificio 05, FTI).

Análisis del Edificio 05

El banco transformador que alimenta el edificio 05 posee una potencia aparente de 500 KVA con número (#54517 Trifásico) y alimenta las siguientes áreas: edificio no.05 planta alta y baja, edificio maquinas herramientas, edificio plantas térmicas, edificio taller automotriz, áreas de departamento de construcción, laboratorio de suelo, laboratorio de hidráulica, centro de documentación, aula de fundición.



Figura 10: Banco de transformador de 500 kVA

Demanda de Potencia y Perfil de Carga

Se realizó una medición de parámetros eléctricos mediante el Analizador Fluke 435 tomando en cuenta el voltaje, amperaje y potencia en el panel con el objetivo de observar el comportamiento en cada línea y de la curva de potencia. Para este panel se realizó la medición en un periodo de 21 horas y 57 minutos.

Medición del Banco de Transformadores



Figura11: Medición del Banco de Transformador 500 kVA

La medición se realizó en la fecha 17/06/2019 y se programó el analizador de redes para que realizara mediciones entre las 11:30:02 am y 09:26:32 am del 18/06/2019.

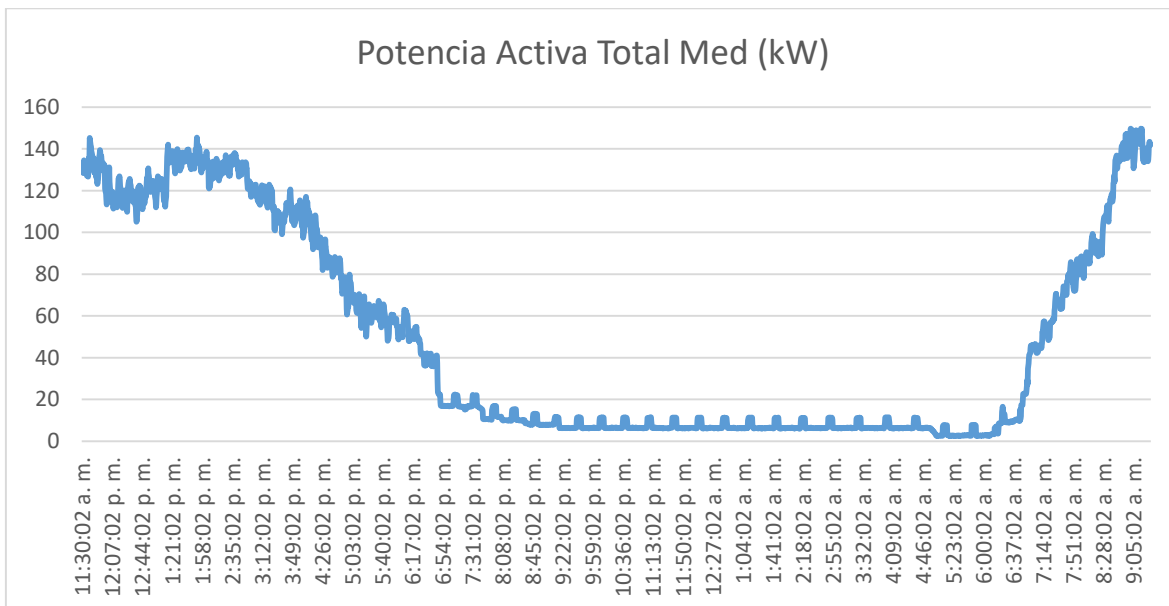


Figura 12: Potencia Activa total media kW

En la gráfica el equipo fue instalado a la 11:30 am representa una demanda de potencia de 100 a 150 kW entre las 11:30Am a 4:10 pm con un valor máximo de 149.5 kW. Entre 4:10 pm y 7:00 pm disminuye de los 100 kW a 20 kW y entre 7:00 pm a 7:00 am se observa una demanda desde los 20 KW a un mínimo en la medición de 2.4 kW. A partir de esa hora comienza ascender la curva de potencia debido a que comienzan las operaciones académicas.

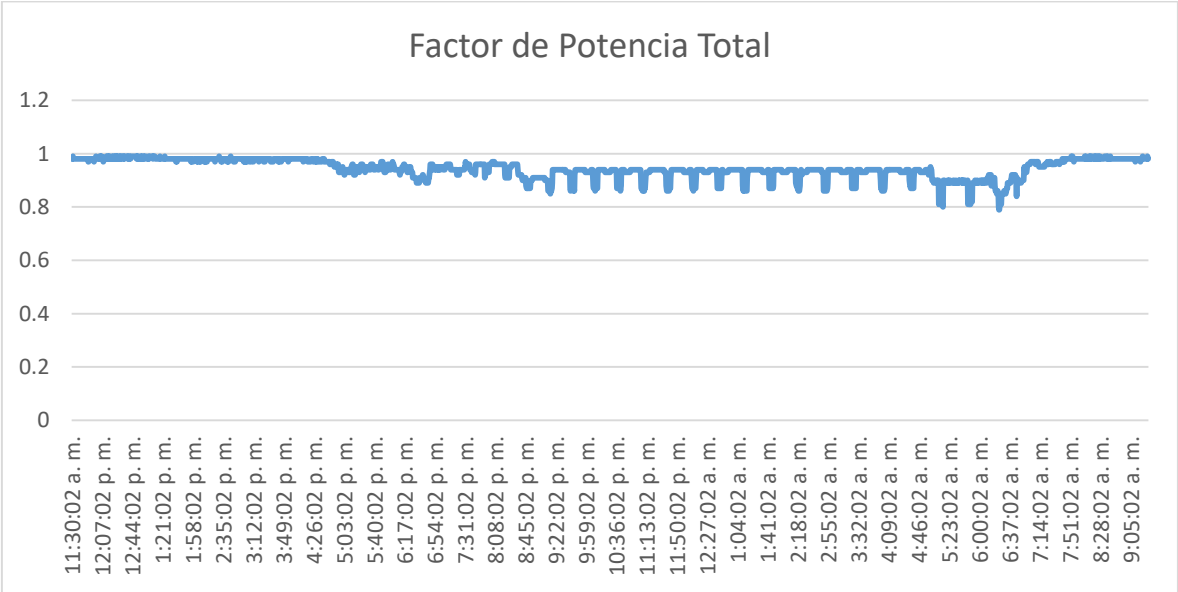


Figura 13: Factor de Potencia total Medio

En la gráfica podemos observar que a las 11:30 am el factor de potencia en el banco de transformadores de 500 kVA se encuentra con un máximo valor de 0.99, luego disminuye entre las 5:03 pm y 4:46 am se mantiene un factor de potencia entre 0.98 y 0.93 de lo cual podemos deducir, que se conserva un factor de potencia adecuado del que recomienda INE que no sea menor de 0.85 pero, se observa que hay una pequeña caída entre las entre las 5:23 am y las 6:37 am de 0.80 que no cumple con la norma de 0.85 esto se debe a que no hay uso de equipos, finalmente a las 9:05 am se vuelve a tener un factor de potencia estable acercándose a un fp=1 donde comienza el uso de equipos consumidores.

Análisis del edificio FTI

El edificio de la facultad de la tecnología de la industria FTI se alimenta de un banco de 3 transformadores de 100 kVA Trifásico cada uno.

Demanda de Potencia y Perfil de Carga

Se realizó una medición de parámetros eléctricos mediante el Analizador Fluke 435 tomando en cuenta el voltaje, Amperaje y Potencia en el panel para observar el comportamiento en cada línea y de la curva de potencia. Para este panel se realizó la medición en un periodo de 20 horas y 22 minutos.

Medición de Panel

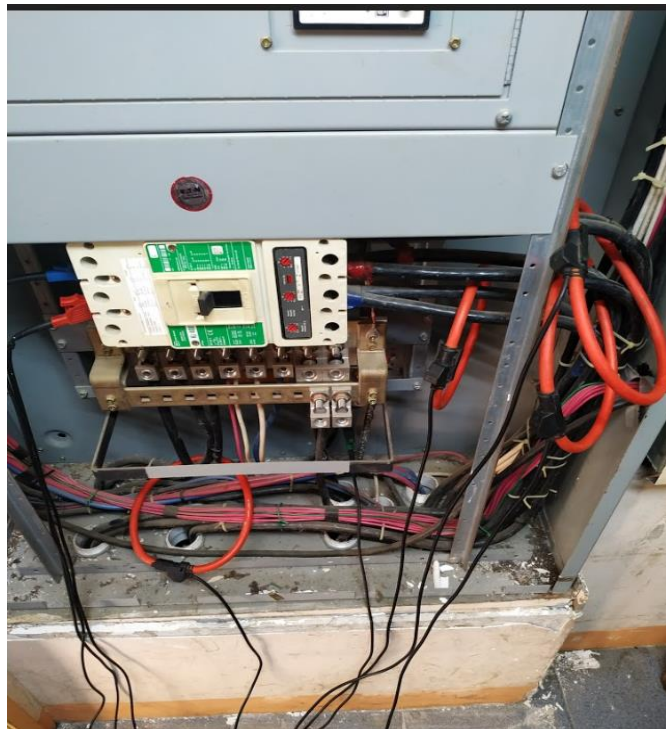


Figura 14: Medición del panel principal FTI

La medición se realizó entre la fecha 19/06/2019 a la hora 10:31:22 am y finalizó a la hora 06:53:22 am del día 20/06/2019.

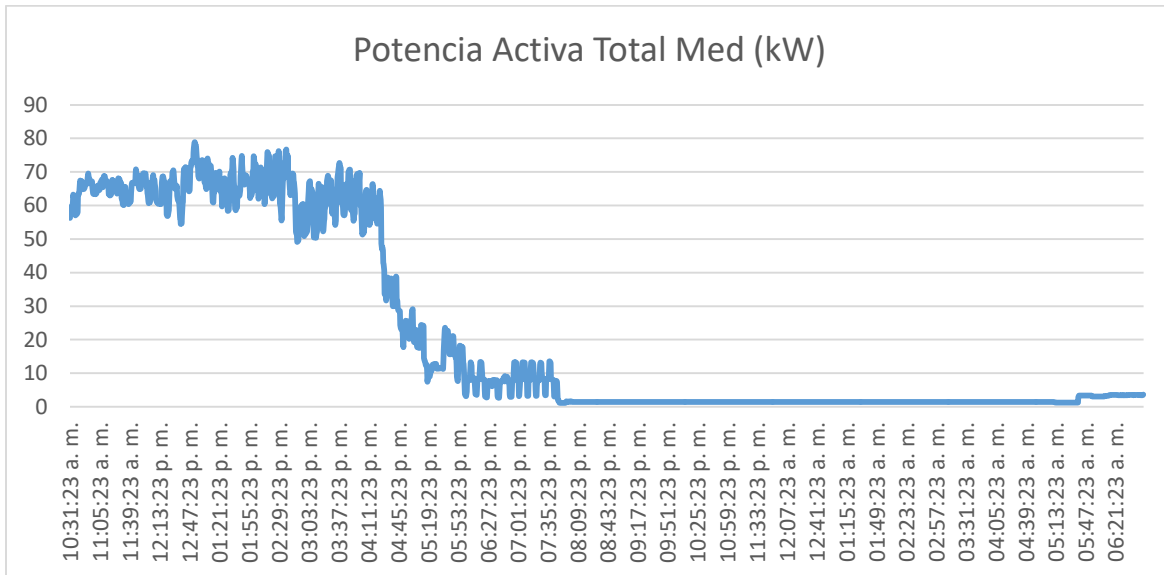


Figura 15: Demanda de Potencia Activa Total media kW

En la gráfica el equipo fue instalado a la 10:31 am representa una demanda de potencia entre 50 a 80 kW con un valor máximo de 78.6 kW. A partir de las 4:00 pm la curva de potencia comienza a disminuir debido a que en este edificio la mayor parte de consumo es con respecto a usos administrativos, oficinas de profesores y decano, en este se encuentran equipos de climatización, luminarias y equipos de oficina. Entre las 4:00 pm y 8:00 pm disminuye de forma descendente de 50 kW a 1.4 kW que es la demanda mínima en la medición y entre 8:00 pm a 7:00 am se mantiene en un mínimo con pocas variaciones.

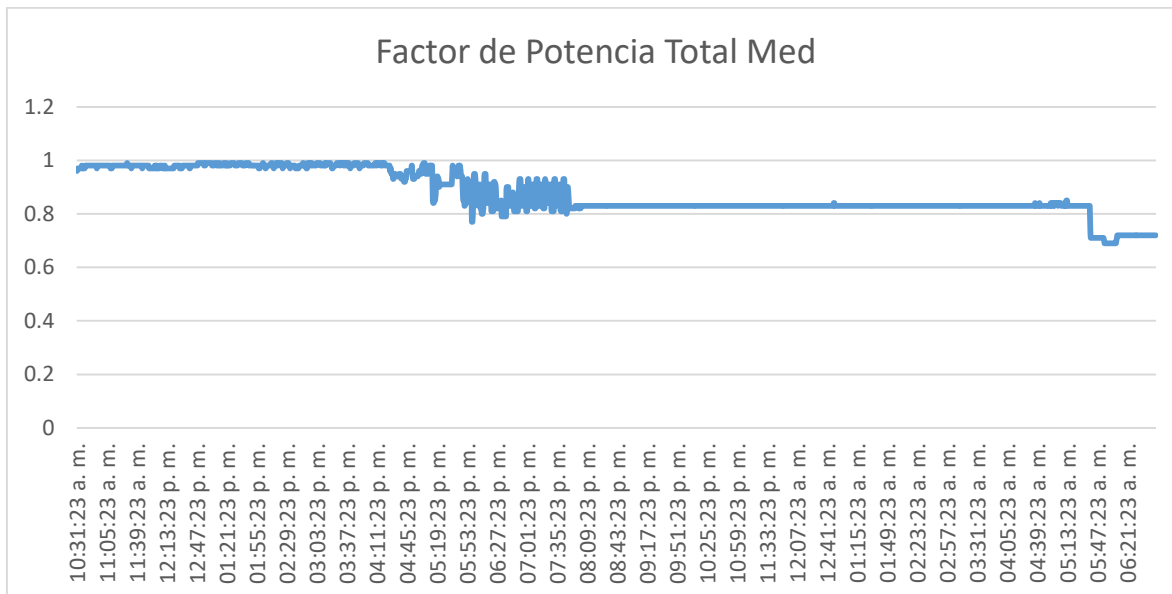


Figura 16: Factor de Potencia Total Medio

En la gráfica podemos observar que entre las 10:31 am y las 04:45 pm el factor de potencia se mantiene en 1 y luego notamos que entre las 05:19 pm y las 08:19 pm se mantiene un factor entre 0.90 que está entre los parámetros permisibles del INE y luego cae hasta su valor mínimo de 0.75 a las 06:21 am del día 20/06/2019.

Análisis Biblioteca

La biblioteca del recinto universitario está alimentada por 3 transformadores de 37.5 kVA Trifásico.

Demanda de Potencia y Perfil de Carga

Se realizó una medición de parámetros eléctricos mediante el Analizador Fluke 435 tomando en cuenta el voltaje, Amperaje y Potencia en el panel para observar el comportamiento en cada línea y de la curva de potencia. Para este panel se realizó la medición en un periodo de 16 horas.

Medición de Panel

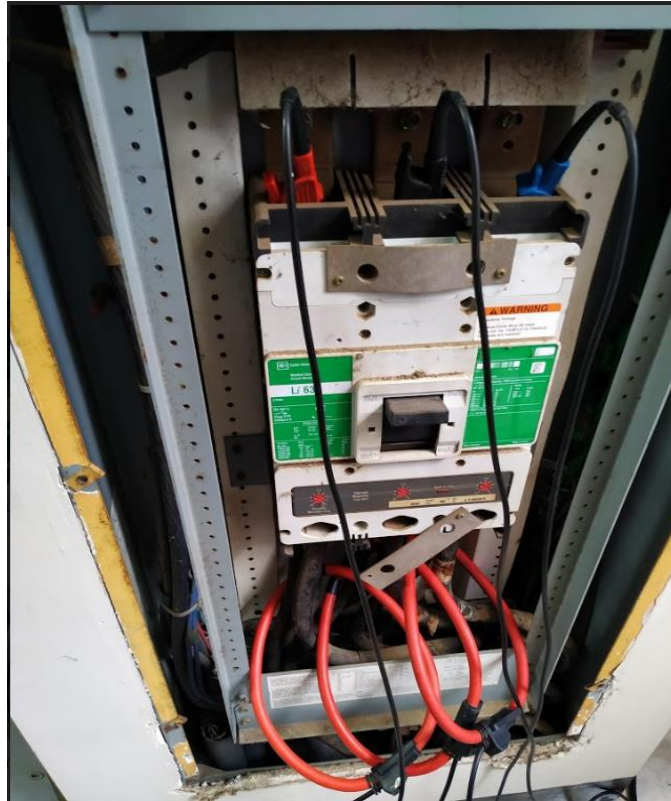


Figura 17: Medición del panel primario

La Fecha de Medición del panel principal abarco entre 11:21:37 am del 18/06/2019 hasta las 03:21:07 am del 19/06/2019.

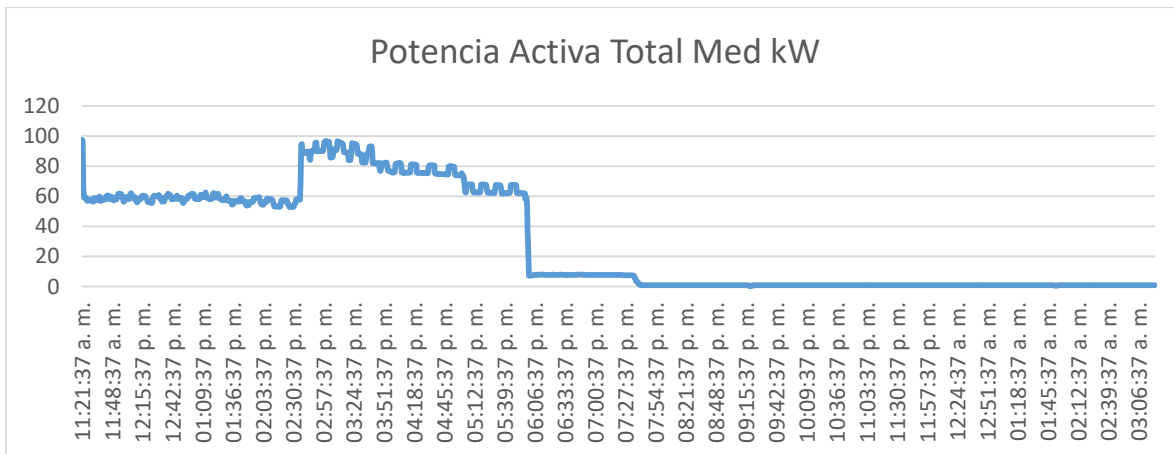


Figura 18: Demanda de Potencia Activa Total Media kW

El equipo fue instalado a las 11:21 am esta representa una demanda de potencia entre 50 a 60 kW entre la 11:21 am a 2:40 pm. A partir de las 2:40 pm incrementa

la curva de potencia a 90 kW, que va descendiendo a 60 kW hasta las 6:00 pm, después de las 6:00 pm baja a 10 kW y así manteniéndose entre las 7:30 pm a 3:06 am con un valor mínimo de 0.31 kW, a esa hora se desconectó el equipo debido a un incidente con la Batería del mismo, lo cual para resolver se logró realizar otra medición más tarde ese mismo día para observar el periodo de consumo en el encendido de equipos por la mañana.

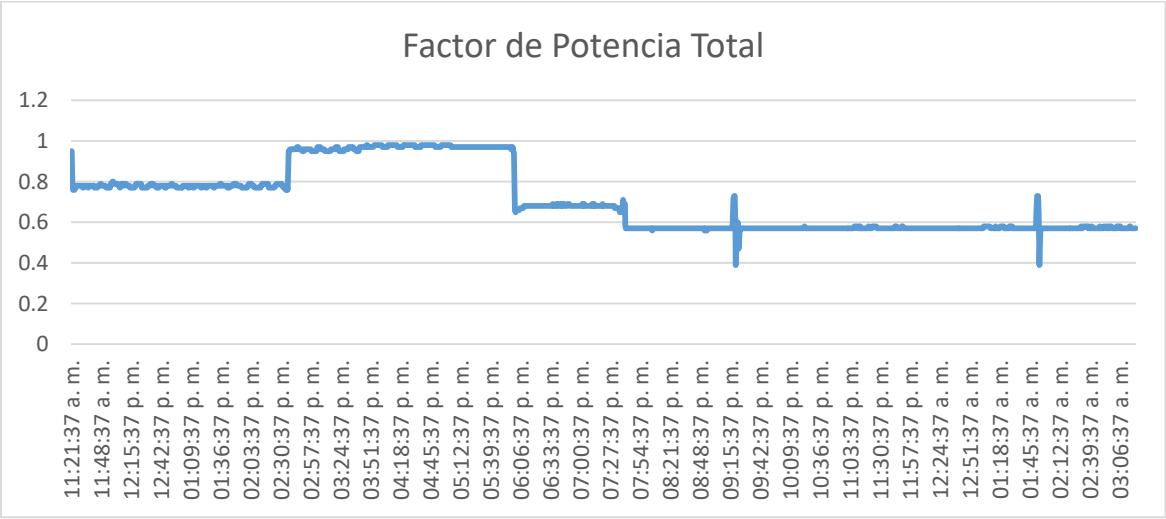


Figura 19: Factor de Potencia Total Media

Entre las 11:21 am y 3:00 pm en la curva es de 0.8 a partir de esa hora asciende la curva a 0.98 y 0.99 que son los puntos máximos que se mantienen hasta las 6:00 pm, entre 6:00pm y 2:51 am entre 0.4 y 0.6 que son los puntos mínimos que registró la medición.

Segunda Medición

La segunda medición se realizó entre las 08:57:33 am y las 09:41:06 am del 19/06/2019.

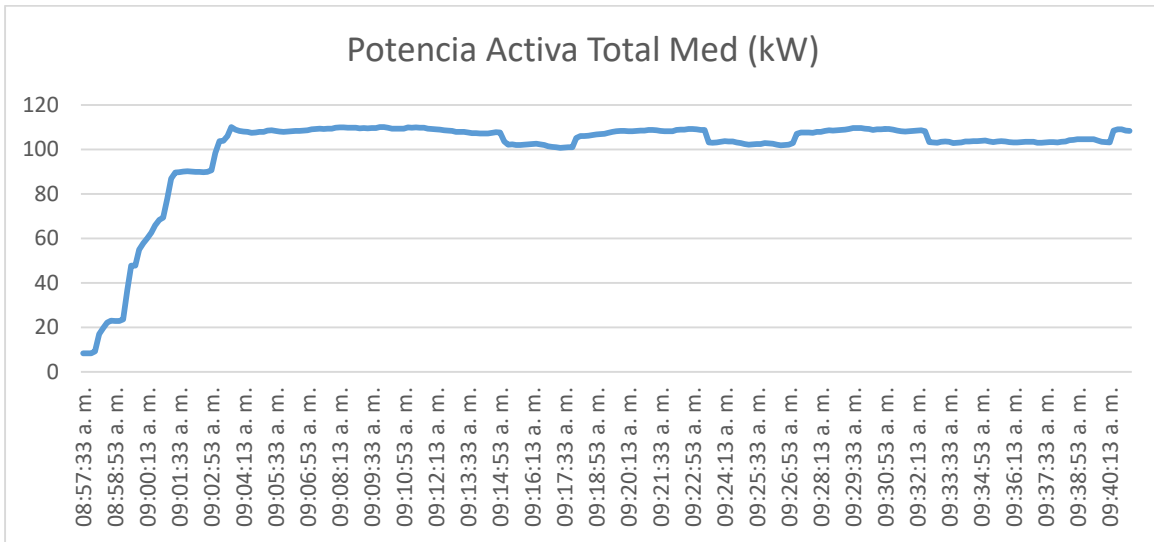


Figura 20: Potencia Activa Total Media

A las 8:57 fue instalado el equipo antes que los equipos de mayor consumo que son los aires fueran encendidos. Al encenderlos se encontraba inicialmente con un mínimo 8.3 kW donde solo estaban encendidas luminarias y equipos de oficina, al encender los equipos de climatización la curva comenzó ascender en un periodo de 8 minutos manteniéndose entre los 100 kW y los 110.07 kW que es el máximo en esta medición. Esta medición se realizó en un periodo de 44 minutos.

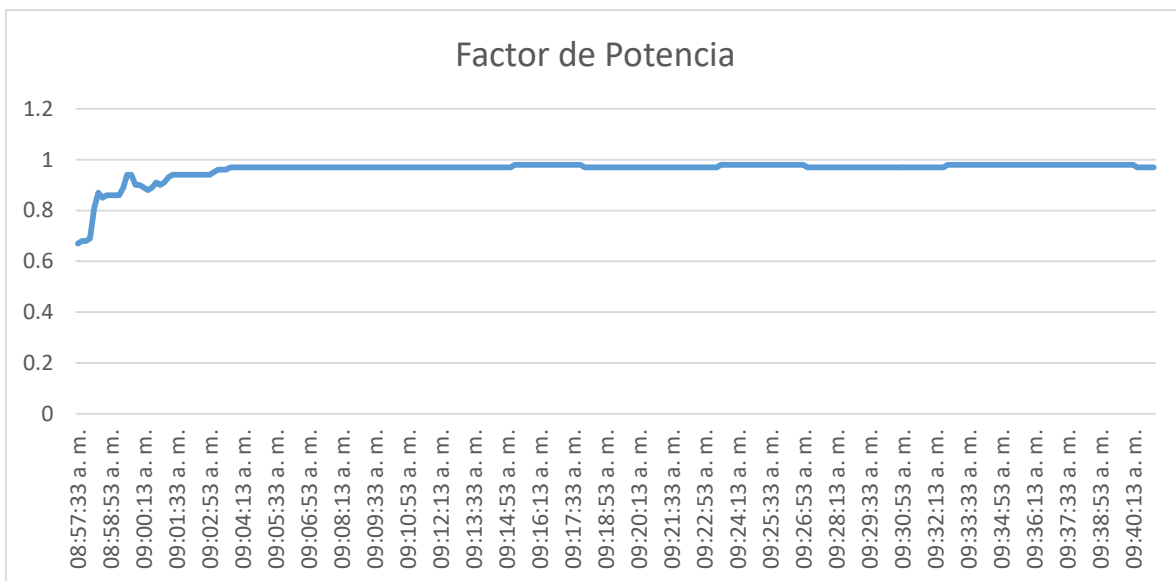


Figura 21: Factor de Potencia Total Media

En la gráfica podemos observar que a las 08:57 en el inicio de la medición el factor de potencia es 0.65 luego a las 08:59 am alcanza un valor de 0.98 y finalmente se mantiene en 0.98 entre 09:03 am hasta las 09:40 am.

8.4.4 Huella de carbono

El consumo total de kWh del recinto está dividido de la siguiente manera:

Tabla 11: Consumo total del recinto.

Consumo total mensual kWh	
Aires Acondicionados	55,810.83
Luminarias	32,491.41
Equipos de Oficina y electrodomésticos	29,892
Total	118,194

Para determinar la cantidad de CO₂ producida por kWh generada mensualmente se procederá a multiplicar la cantidad de kWh generada por los equipos consumidores de energía por el factor de emisión Kg de CO₂/kWh.

Calculo de Huella de carbono para equipos de climatización

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh⁶

Consumo de energía mensual: 55,810.83 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 55,810.83 \text{ kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 21,487.1695 \text{ kg de CO}_2$$

Calculo de Huella de carbono para luminarias T-12

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 32,491.41 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 32,491.41 \text{ kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 12,509.19 \text{ kg de CO}_2$$

⁶ Factor tomado de la norma ISO 14067:2018

Calculo de Huella de carbono para equipos de oficina y electrodomésticos

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 29,892 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 29,892 \text{ kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 11,508 \text{ kg de CO}_2$$

En general dicho consumo de energía mensual ha generado indirectamente **45.5 toneladas de CO₂** (un gas responsable del calentamiento global) hacia la atmosfera.

8.5 Generación de opciones de mejora

Luego del análisis de los equipos que conforman los diferentes sistemas de consumo de energía en la institución, se plantea el análisis de dos posibles opciones de mejora que contribuyan al ahorro de energía en la institución, dichas opciones se describen a continuación:

8.5.1 Aires acondicionados

Se plantea la sustitución de los aires acondicionados actualmente instalados por equipos de mayor eficiencia. Para esto la universidad debe adecuar sus pliegos bases para la licitación de adquisición de los equipos, y hacer la sustitución paulatinamente una vez que los equipos actuales den su vida útil. Debido a la falta de variedad de equipos altamente eficientes en el mercado, se propone el cambio de los siguientes equipos según su capacidad y existencia comercial:

Tabla 12: Aires propuestos según su capacidad

Capacidad (BTU)	SEER propuesto
60,000	18
48,000	17
36,000	23
24,000	20
18,000	23
12,000	24
9,000	27

Para determinar la viabilidad de esta opción de mejora se calcula el consumo del equipo de mayor eficiencia y se compara con el actualmente instalado.

SEER 23

Se propone la sustitución de un aire acondicionado de 18,000 BTU con un SEER de placa 13, por un aire acondicionado de mayor eficiencia con SEER 23.

Cálculos de potencia:

$$SEER = \frac{\text{Capacidad frigorífica del equipo}}{\text{Potencia eléctrica} * 0.9}$$

Despejando:

$$\text{Potencia eléctrica} = \frac{\text{Capacidad frigorífica del equipo}}{SEER * 0.9}$$

$$\text{Potencia eléctrica} = \frac{18,000 \text{ BTU}}{23 * 0.9}$$

$$\text{Potencia eléctrica} = 0.8695 \text{ Kw}$$

Calculo de energía:

$$E = P_{prom} * t_{func} * F_{utilizacion}$$

$$E = 0.8695 \text{ kW} * 8 \text{ h} * 0.333$$

$$E = 2.3163 \text{ kWh/dia}$$

$$E = 2.3163 \text{ kWh} * 25 \text{ dias}$$

$$E = 57.9075 \text{ kWh/mes}$$

Costos de energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Costo}_{kWh} * \text{Dias}_{funcionamiento}$$

$$Costos = 2.3163 \text{ kWh} * 6.1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 25$$

$$Costos = \text{C\$ } 358.5921$$

Costos de potencia:

$$Costos = P * Costo_{kW} * F_{utilizacion}$$

$$Costos = 0.8695 \text{ kWh} * 909.385 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 0.333$$

$$Costos = \text{C\$ } 263.4368$$

Tabla 13: Comparación de consumo y costos

Comparación	Aire acondicionado SEER 13	Aire Acondicionado SEER 23
Consumo Mensual kWh	98.325	57.9075
Costos de Energía C\$	608.887	358.921
Costos de Potencia C\$	451.1489	263.4368

Beneficio Económico:

Con la implementación de un aire acondicionado SEER 23 se obtendrá un ahorro de 40.42 kWh de energía mensual y un ahorro en costos de energía C\$ 250.2966 más un ahorro en costos por demanda de potencia de C\$ 187.7121

Beneficio Ambiental:

Calculo de Huella de carbono para aire acondicionado SEER 13

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 98.325 kWh

$$Huella \text{ de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 98.325 \text{ kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 37.8551 \text{ kg de CO}_2$$

Calculo de Huella de carbono para aire acondicionado SEER 23

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 57.9075 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 57.9075 \text{ kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 22.2943 \text{ kg de CO}_2$$

Con la implementación del aire acondicionado SEER 23 se dejarán de emitir 15.5608 kg de CO₂ al mes.

SEER 20

Se propone la sustitución de un aire acondicionado de 24,000 BTU con un SEER de placa 12, por un aire acondicionado de mayor eficiencia con SEER 20.

Cálculos de potencia:

$$\text{SEER} = \frac{\text{Capacidad frigorífica del equipo}}{\text{Potencia eléctrica} * 0.9}$$

Despejando:

$$\text{Potencia eléctrica} = \frac{\text{Capacidad frigorífica del equipo}}{\text{SEER} * 0.9}$$

$$\text{Potencia eléctrica} = \frac{24,000 \text{ BTU}}{20 * 0.9}$$

$$\text{Potencia eléctrica} = 1.3333 \text{ kW}$$

Calculo de energía:

$$E = P_{prom} * t_{func} * F_{utilizacion}$$

$$E = 1.3333 \text{ kW} * 8 \text{ h} * 0.333$$

$$E = 3.5519 \text{ kWh}$$

$$E = 3.5519 \text{ kWh} * 25 \text{ dias}$$

$$E = 88.7975 \text{ kWh/mes}$$

Costos de Energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Costo}_{kWh} * \text{Dias}_{\text{funcionamiento}}$$

$$\text{Costos} = 3.5519 \text{ kWh} * 6.1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 25$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 549.8785$$

Costos de potencia:

$$\text{Costos} = P * \text{Costo}_{kW} * F_{\text{utilizacion}}$$

$$\text{Costos} = 1.333 \text{ kWh} * 909.385 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 0.333$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 403.6659$$

Tabla 14: Comparación de consumo y costos

Comparación	Aire acondicionado	Aire Acondicionado
	SEER 12	SEER 20
Consumo Mensual kWh	138.6250	88.79075
Costos de Energía C\$	858.4353	549.8785
Costos de Potencia	636.05	404.6659

Beneficio Económico:

Con la implementación de un aire acondicionado SEER 20 se obtendrá un ahorro de 49.8275 kWh de energía mensual y un ahorro en costos de C\$ 308.5567 más un ahorro en costos por demanda de potencia de C\$ 232.38.

Beneficio Ambiental:

Calculo de Huella de carbono para aire acondicionado SEER 12

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 138.6250kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 138.6250 \text{kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 53.3706 \text{ kg de CO}_2$$

Calculo de Huella de carbono para aire acondicionado SEER 20

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 88.79075kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 88.7907 \text{kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 34.1844 \text{ kg de CO}_2$$

Con la implementación del aire acondicionado SEER 23 se dejarán de emitir 19.1861 kg de CO₂ al mes.

SEER 23

Se propone la sustitución de un aire acondicionado de 36,000 BTU con un SEER de placa 16 por un aire acondicionado de mayor eficiencia con SEER 23.

Cálculos de potencia:

$$SEER = \frac{\text{Capacidad frigorifica del equipo}}{\text{Potencia electrica} * 0.9}$$

Despejando:

$$\text{Potencia electrica} = \frac{\text{Capacidad frigorifica del equipo}}{SEER * 0.9}$$

$$\text{Potencia electrica} = \frac{36000 \text{ BTU}}{23 * 0.9}$$

$$\text{Potencia electrica} = 1.7391 \text{ kW}$$

Calculo de energía:

$$E = P_{prom} * t_{func} * F_{utilizacion}$$

$$E = 1.7391 \text{ kW} * 10 \text{ h} * 0.4166$$

$$E = 7.2450 \text{ kWh}$$

$$E = 7.2450 \text{ kWh} * 25 \text{ dias}$$

$$E = 181.125 \text{ kWh/mes}$$

Costos de Energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Costo}_{kWh} * \text{Dias}_{funcionamiento}$$

$$\text{Costos} = 7.2450 \text{ Kwh} * 6.1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 25$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 1,121.6165$$

Costos de potencia:

$$\text{Costos} = P * \text{Costo}_{kW} * F_{\text{utilizacion}}$$

$$\text{Costos} = 1.7391 \text{ kWh} * 909.385 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 0.4166$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 658.8576$$

Tabla 15: Comparación de consumo y costos

Comparación	Aire acondicionado	Aire Acondicionado
	SEER 16	SEER 23
Consumo Mensual kWh	250.24	181.125
Costos de Energía C\$	1,549.6112	1,121.6165
Costos de Potencia C\$	910.2623	658.85

Beneficio Económico:

Con la implementación de un aire acondicionado SEER 23 se obtendrá un ahorro de 69.6275 kWh de energía mensual y un ahorro en costos de C\$ 427.4947 más un ahorro en costos por demanda de potencia de C\$ 252.0923.

Beneficio Ambiental:

Calculo de Huella de carbono para aire acondicionado SEER 16

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 250.24 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 250.24 \text{ kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 96.3424 \text{ kg de CO}_2$$

Calculo de Huella de carbono para aire acondicionado SEER 23

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 181.125 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 181.125 \text{ kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 69.7331 \text{ kg de CO}_2$$

Con la implementación del aire acondicionado SEER 23 se dejarán de emitir 26.6092 kg de CO₂ al mes.

SEER 17

Se propone la sustitución de un aire acondicionado de 48,000 BTU con un SEER de placa 11 por un aire acondicionado de mayor eficiencia con SEER 17

Cálculos de potencia:

$$\text{SEER} = \frac{\text{Capacidad frigorífica del equipo}}{\text{Potencia eléctrica} * 0.9}$$

Despejando:

$$\text{Potencia eléctrica} = \frac{\text{Capacidad frigorífica del equipo}}{\text{SEER} * 0.9}$$

$$\text{Potencia eléctrica} = \frac{48,000 \text{ BTU}}{17 * 0.9}$$

$$\text{Potencia eléctrica} = 3.1372 \text{ kW}$$

Calculo de energía:

$$E = P_{prom} * t_{func} * F_{utilizacion}$$

$$E = 3.1372 \text{ kW} * 8 \text{ h} * 0.333$$

$$E = 8.3575 \text{ kWh}$$

$$E = 8.3575 \text{ kWh} * 25 \text{ dias}$$

$$E = 208.9375 \text{ kWh/mes}$$

Costos de Energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Costo}_{\text{kWh}} * \text{Dias}_{\text{funcionamiento}}$$

$$\text{Costos} = 8.3575 \text{ kWh} * 6.1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kWh}} - \text{mes} \right) * 25$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 1,296.5546$$

Costos de potencia:

$$\text{Costos} = P * \text{Costo}_{\text{kW}} * F_{\text{utilizacion}}$$

$$\text{Costos} = 3.1372 \text{ kWh} * 909.385 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 0.333$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 950.0232$$

Tabla 16: Comparación de consumo y costos

Comparación	Aire acondicionado	Aire Acondicionado
	SEER 11	SEER 27
Consumo Mensual kWh	315.99	208.93
Costos de Energía C\$	1,958.7554	1,296.5546
Costos de Potencia	1,436.7844	950.02

Beneficio Económico:

Con la implementación de un aire acondicionado SEER 18 se obtendrá un ahorro de 107.0525 kWh de energía mensual y un ahorro en costos de C\$ 662.20 más un ahorro en costos por demanda de potencia de C\$ 486.7612

Beneficio Ambiental

Calculo de Huella de carbono para aire acondicionado SEER 11

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 315.99 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 315.99 \text{kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 121.6561 \text{ kg de CO}_2$$

Calculo de Huella de carbono para aire acondicionado SEER 17

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 208.9375 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 208.9375 \text{ kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 88.4409 \text{ kg de CO}_2$$

Con la implementación del aire acondicionado SEER 17 se dejarán de emitir 33.2152 kg de CO₂ al mes.

SEER 18

Se propone la sustitución de un aire acondicionado de 60,000 BTU con un SEER de placa 16 por un aire acondicionado de mayor eficiencia con SEER 18.

Cálculos de potencia:

$$\text{SEER} = \frac{\text{Capacidad frigorífica del equipo}}{\text{Potencia eléctrica} * 0.9}$$

Despejando:

$$\text{Potencia electrica} = \frac{\text{Capacidad frigorifica del equipo}}{\text{SEER} * 0.9}$$

$$\text{Potencia electrica} = \frac{60,000 \text{ BTU}}{18 * 0.9}$$

$$\text{Potencia electrica} = 3.7037 \text{ Kw}$$

Calculo de energía:

$$E = P_{prom} * t_{func} * F_{utilizacion}$$

$$E = 3.7037 \text{ kW} * 8 \text{ h} * 0.333$$

$$E = 9.8667 \text{ kWh}$$

$$E = 9.8667 \text{ kWh} * 25 \text{ dias}$$

$$E = 246.6675 \text{ kWh/mes}$$

Costos de Energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Costo}_{kWh} * \text{Dias}_{funcionamiento}$$

$$\text{Costos} = 9.8667 \text{ kWh} * 6.1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 25$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 1,527.4884$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 1,296.5546$$

Costos de potencia:

$$\text{Costos} = P * \text{Costo}_{kW} * F_{utilizacion}$$

$$\text{Costos} = 3.7037 \text{ kWh} * 909.385 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 0.333$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 1,121.5737$$

Tabla 17: Comparación de consumo y costos

Comparación	Aire acondicionado	Aire Acondicionado
	SEER 16	SEER 18
Consumo Mensual kWh	305.0879	246.6675
Costos de Energía C\$	1,745.7121	1,527.4884
Costos de Potencia C\$	1,392.23	1,121.5737

Beneficio Económico:

Con la implementación de un aire acondicionado SEER 18 se obtendrá un ahorro de 58.4204 kWh de energía mensual y un ahorro en costos de C\$ 218.2237 más un ahorro en costos por demanda de potencia de C\$ 270.653

Beneficio Ambiental:

Calculo de Huella de carbono para aire acondicionado SEER 11

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 305.0879 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 305.0879 \text{ kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 117.4588 \text{ kg de CO}_2$$

Calculo de Huella de carbono para aire acondicionado SEER 17

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 246.6675 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 246.6675 \text{ kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 94.9669 \text{ kg de CO}_2$$

Con la implementación del aire acondicionado SEER 18 se dejarán de emitir 22.4918 kg de CO₂ al mes.

Beneficio Ambiental Total:

Cálculo de Huella de carbono para equipos de mayor eficiencia

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 13,368 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 43,457.81 \text{kWh}$$

$$\text{Huella de carbono} = 16,731.2586 \text{ kg de CO}_2$$

Con la implementación de equipos de climatización de mayor eficiencia se dejarán de emitir 4,755.9126 kg de CO₂ al mes.

Para un mejor análisis se realizó el cálculo del consumo mensual de los aires de mayor eficiencia para así poder apreciar cuantos kWh se ahorrarían si ya estuvieran instalados y valorar la implementación de esta opción de mejora. Resultando la siguiente tabla donde:

1. Los aires acondicionados mayor eficientes tendrían un consumo aproximado de 43,457 kWh, en comparación con los que ya posee el recinto, consumirían 12, 353 kWh menos al mes.
2. De lo anterior mencionado la demanda de potencia por consumo de A.A disminuiría a 572 kW aproximadamente, generando un ahorro de C\$45, 300 mensualmente.
3. La sustitución de los aires generaría un ahorro solamente en consumo de kWh de C\$ 76, 496 mensuales, asimismo sumando los ahorros de potencia obteniendo un ahorro total en costos de C\$121, 796 al mes.
4. En beneficio del medio ambiente, indirectamente emitirían 4, 755 kg de CO₂ menos al mes.

Tabla 18: Tabla de ahorros de aire acondicionado

Aires Acondicionados Convencionales					Aires acondicionados de mayor eficiencia							
Ubicación	Consumo mensual kWh	Costo de consumo C\$/kwh	Demanda de Potencia kW	Costos de Demanda de Potencia C\$	Consumo mensual kWh	Costo de consumo C\$/kwh	Ahorro en consumo kWh	Demanda de potencia	Costos de Demanda de potencia	Ahorro en Costos de demanda de potencia C\$	Ahorro en Costos Energía C\$	Ahorro En Costos Totales C\$
Edificio 02	8,522.72	52,776.96	89.33	28,521.79	5,554.18	34,394.27	2,968.54	73.85	18,939.28	9,582.52	18,382.69	27,965.21
Administración	3,097.15	19,179.13	46.38	14,808.14	1,855.65	11,491.11	1,241.51	38.34	9,106.54	5,701.60	7,688.02	13,389.62
Areas FTC	2,433.25	15,067.90	36.71	11,720.80	1,564.06	9,685.46	869.19	30.35	7,743.20	3,977.60	5,382.44	9,360.04
Edificio 05	9,290.23	57,529.78	103.70	33,107.84	6,289.45	38,947.43	3,000.78	85.73	22,574.48	10,533.36	18,582.35	29,115.71
Areas FTI	1,239.27	7,674.18	15.81	5,047.36	1,064.26	6,590.42	175.01	13.07	4,578.53	468.83	1,083.76	1,552.59
Edificio 01 y Ceneg	4,694.21	29,068.92	58.07	18,541.35	3,279.09	20,305.77	1,415.12	48.01	13,013.64	5,527.71	8,763.14	14,290.86
Marlon Zelaya	8,042.95	49,805.95	94.29	30,105.63	7,665.06	47,465.86	377.89	77.95	28,555.57	1,550.06	2,340.09	3,890.15
Julio Padilla	5,209.60	32,260.46	60.53	19,324.56	4,954.72	30,682.12	254.88	50.04	18,318.63	1,005.93	1,578.35	2,584.27
Biblioteca	6,452.16	39,955.01	76.53	24,432.76	5,540.36	34,308.66	911.80	63.26	22,588.86	1,843.90	5,646.35	7,490.25
FTI	3,882.00	24,039.27	64.05	20,449.05	3,226.20	19,978.25	655.80	52.95	17,090.21	3,358.84	4,061.02	7,419.86
Edificio Julio Guevara	1,353.47	8,381.38	24.55	7,838.58	1,318.60	8,165.42	34.87	20.30	7,818.37	20.22	215.96	236.17
I + D y PIM	1,593.80	9,869.63	22.72	7,252.86	1,146.18	7,097.71	447.63	18.78	5,522.96	1,729.89	2,771.92	4,501.81
Total	55,810.83	345,608.56	692.67	221,150.73	43,457.81	269,112.49	12,353.02	572.62	175,850.27	45,300.46	76,496.08	121,796.53

Inversión

Para conocer la inversión inicial de la propuesta de sustitución de aires con mayor eficiencia se procedió a cotizar en el mercado los diferentes precios (incluyen unidades evaporadoras y condensadoras) donde se estima una inversión inicial de \$ 345,928.09

Tabla 19: Inversión total de equipos de climatización

Capacidad BTU	Cantidad	Precio Unitario \$	Costo Total \$
9,000	3	578.18	1,734.54
12,000	9	512.19	4,609.71
18,000	31	602.39	18,674.09
24,000	34	955.26	32,478.89
36,000	43	1,393	59,899
48,000	18	1,927	34,686
60,000	97	1,998.41	193,845.77
Total			345,928.09

Calculo del VPN en Función de la TMAR

Inversión inicial (ii): \$ 345,928.09

Se asume para el proyecto un TMAR del 5% (La universidad considera una Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento del 5% por lo que también se trata de un proyecto social)

Tasa de cambio de Dólar a Córdoba: C\$ 33.82

Ahorro Anual (F): \$ 43,481.04

$$VPN = -II + \sum \frac{F}{(I + TMAR)^n}$$

Datos

$F = 43,481.04$ U\$ (Ahorro Anual)

$n = 8$ Años (Realizando varios cálculos del VPN en la siguiente formula se determinó según los datos, que en 8 años se recuperaría la inversión obteniendo un VPN positivo).

$TMAR = 5\%$

$$VPN = -345,928.09 + \frac{43,481.04}{(1 + 0.05)} + \frac{43,481.04}{(1 + 0.05)^2} + \frac{43,481.04}{(1 + 0.05)^3} + \frac{43,481.04}{(1 + 0.05)^4} + \frac{43,481.04}{(1 + 0.05)^5} + \frac{43,481.04}{(1 + 0.05)^6} + \frac{43,481.04}{(1 + 0.05)^7} + \frac{43,481.04}{(1 + 0.05)^8}$$

$$VPN = 15,585.07$$

Según los cálculos del VPN se espera que en 8 años se recupere la inversión debido a que el valor del VPN es un valor positivo.

Tabla 20: Comparación de aires estándar vs aires propuestos.

Capacidad	Eficiencia	Precio de la Unidad	Costos/ Mensuales	Costos Anuales	Costo a 5 años	Ahorro con SEER mas alto
36000	SEER 16	\$ 1,233.82	\$ 76.04	\$ 912.48	\$ 4562.4	\$ 1437.6
	SEER 23	\$ 1,393	\$ 52.08	\$ 624.96	\$ 3124.8	
48000	SEER 16	\$ 1843.47	\$ 69.73	\$ 836.76	\$ 4183.8	\$ 241.2
	SEER 17	\$ 1927.97	\$ 65.71	\$ 788.52	\$ 3942.6	
60000	SEER 16	\$ 1998.4	\$ 87.17	\$ 1046.04	\$ 5,230.2	\$ 778.8
	SEER 18	\$ 1998.4	\$ 74.19	\$ 890.28	\$ 4,451.4	

Se evaluó la comparativa de costos de consumo y de equipos en un periodo de 5 años. Se observa que en las capacidades de 36,000 BTU con SEER 23 los costos en energía mensual son de \$ 52.08 y en cinco años serian de \$ 3,124.8 esto representa un menor costo en ese periodo que el aire con eficiencia SEER 16 con una diferencia de \$ 1437.6. En el aire con capacidad de 48,000 BTU hay una diferencia de \$ 241.2 entre las dos eficiencias y en el de capacidad de 60,000 BTU hay una diferencia de \$778.8

La diferencia de costos de energía de los equipos con menor eficiencia con respecto a los equipos más eficientes en 5 años presenta el ahorro que se obtiene con un SEER más alto, resulta mejor la compra de equipos más eficientes debido a que su consumo es menor y el impacto ambiental es reducido.

8.5.2 Iluminación

Como segunda opción de mejora, se propone la sustitución de luminarias actualmente instalados por luminarias de mayor eficiencia:

Lámparas Fluorescente 2X40 W por lámparas LED de 2X18 W.

Lámparas Fluorescente 1X40 W por lámparas LED de 1X18 W.

Bombillos de 100 W por bombillos LED de 16 W.

Para determinar la viabilidad de esta opción de mejora se calcula el consumo de luminarias LED y se compara con las lámparas actualmente instaladas.

LED 1X18 W

Tiempo de Funcionamiento: 9 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Calculo de energía:

$$E = \frac{P * t_{funcionamiento}}{1000} kWh$$

$$E = \frac{18 W * 9}{1000}$$

$$E = 0.162 kWh$$

$$E = 4.05 kWh/mensual$$

Costos de Energía:

$$Costos = E * Dias_{funcionamiento} * Costo_{kWh}$$

$$Costos = 0.162 kWh * 25 * 6,1925 (C\$/kW - mes)$$

$$Costos = 25.0796 C\$\$$

Tabla 21: Comparación de consumo y costos

Comparación	1X40 W	LED 1X18 W
Consumo Mensual kWh	10.8	4.05
Costos de Energía C\$	66.87	25.0796

Beneficio Económico:

Con la implementación de lámparas de 1X18W se obtendrá un ahorro de 6.75 kWh de energía mensual y un ahorro en costos de energía C\$ 41.79

LED 2X18 W

Tabla 22: Comparación de consumo y costos

Comparación	2X40 W	LED 2X18 W
Consumo Mensual kWh	21.6	8.1
Costos de Energía C\$	133.75	50.1592

Beneficio Económico:

Con la implementación de lámparas de 2X18W se obtendrá un ahorro de 13.5 kWh de energía mensual y un ahorro en costos de energía C\$ 83.5908

Bombillos 100 W

Tabla 23: Comparación de consumo y costos

Comparación	100 W	16 W
Consumo Mensual kWh	22.5	3.6
Costos de Energía C\$	139.3312	22.293

Beneficio Económico:

Con la implementación de lámparas de bombillos LED 16 W se obtendrá un ahorro de 18.9 kWh de energía mensual y un ahorro en costos de energía C\$ 117.382

Beneficio Ambiental:

Huella de carbono para luminarias instaladas: 12,509.19 kg de CO₂

Cálculo de Huella de carbono para luminarias de mayor eficiencia

Factor de emisión: 0.385 kg de CO₂/kWh

Consumo de energía mensual: 13,368 kWh

$$\text{Huella de carbono} = 0.385 \frac{\text{kg de CO}_2}{\text{kWh}} * 13,368 \text{ kWh}$$

Huella de carbono = 5,146 kg de CO₂

Con la implementación de luminarias LED T-8 se dejarán de emitir 7,362.51 kg de CO₂ al mes.

Para el resto de lámparas los cálculos se muestran en anexos. A continuación se presenta una tabla que contiene los datos de consumo y costos mensuales con lámparas de mayor eficiencia:

Tabla 24: Tabla de ahorros de Iluminación

Lamparas Convencionales			Lamparas de mayor eficiencia			
Ubicación	Consumo mensual kwh	Costo de consumo C\$/kwh	Consumo mensual kwh	Costo de consumo C\$/kwh	Ahorro en consumo kWh	Ahorro en Costos C\$
Edificio 02	2,892.60	17,912.43	1,048.50	6,492.84	1,844.10	11,419.59
Administracion	899.55	5,570.46	849.60	5,261.15	49.95	309.32
Áreas FTC	2,765.70	17,126.60	1,032.30	6,392.52	1,733.40	10,734.08
Edificio 05	4,009.05	24,826.04	1,506.15	9,326.83	2,502.90	15,499.21
Áreas FTI	2,051.85	12,706.08	816.75	5,057.72	1,235.10	7,648.36
Edificio 01 y Ceneg	1,655.91	10,254.22	733.05	4,539.41	922.86	5,714.81
Exteriores	343.20	2,125.27	343.20	2,125.27	0.00	0.00
Bares	542.25	3,357.88	229.05	1,418.39	313.20	1,939.49
Marlon Zelaya	4,210.20	26,071.66	1,865.25	11,550.56	2,344.95	14,521.10
Julio Padilla	2,361.60	14,624.21	846.90	5,244.43	1,514.70	9,379.78
Biblioteca	4,795.20	29,694.28	1,798.20	11,135.35	2,997.00	18,558.92
FTI	3,501.90	21,685.52	1,375.65	8,518.71	2,126.25	13,166.80
Julio Guevara	1,166.40	7,222.93	437.40	2,708.60	729.00	4,514.33
I+D y PIM	1,296.00	8,025.48	486.00	3,009.56	810.00	5,015.93
Total	32,491.41	201,203.06	13,368.00	82,781.34	19,123.41	118,421.72

Con la implementación de esta opción de mejora se espera lograr un ahorro de **19,123 kWh** al mes, asimismo un ahorro de C\$118, 421 en comparación con las lámparas convencionales de menor eficiencia que poseen las instalaciones del RUPAP. Resumidamente se estaría ahorrando el **59%** del consumo de lámparas.

Inversión

Se realizaron cotizaciones de lámparas de mayor eficiencia resultando una inversión detallada en la siguiente tabla:

Tabla 25: Especificaciones de luminarias cotizadas

Potencia	Tipo	Unidades	Descripción	Precio Unitario C\$	Precio Total C\$
1 x 18W	Lámpara LED	86	-LUMINARIA P/TUBO LED STRIP FLAT 1T 48 PULG S7T ILU-EA, Monto: C\$ 276 -TUBO LED 18W T8 6500K 865 FR VIDRIO SYLVANIA, Monto: C\$ 152.10	428.1	36,816.6
2 X 18W	Lámpara LED	1447	-LUMINARIA LED 503PLUS 48 2X18W 1X4 DP C/TUBO, Monto: C\$ 941.40 -DIFUSOR 2X4 PRISM. S7MARCO. Monto: C\$ 340.52 -TUBO LED 18W T8 6500K 865 FR VIDRIO SYLVANIA, Monto: C\$ 152.10 X 2	1586.12	2,295,115.6
16 W	Bombilla LED	27	-BOMBILLA LED E27 25000HRS 100V-240V HIGH LUMEN PHILLIPS: 16W:A25:6500K, Monto: C\$ 427.42	427.42	11,540.34
Total C\$					2,343,471.9

Calculo del VPN en Función de la TMAR

Inversión inicial (ii): \$ 69,394.59

Se asume para el proyecto una TMAR del 5%

Ahorro Anual (F): \$ 42080.28

$$VPN = -II + \sum \frac{F}{(I + TMAR)^n}$$

$$F = 42,080.28 \$$$

$$n = 3 \text{ Años}$$

$$TMAR = 5\%$$

$$VPN = -69,394.59 + \frac{42,080.28}{(1 + 0.05)} + \frac{42,080.28}{(1 + 0.05)^2} + \frac{42,080.28}{(1 + 0.05)^3}$$

$$VPN = -69,394.59 + 40,076.45 + 38,168.05 + 36,350.52$$

$$VPN = 45,200.43$$

Se espera que para un tiempo de 2 años se obtenga de regreso la inversión ya que el VPN calculado es mayor que 0.

Vida Útil

Las lámparas actualmente instaladas de tecnología T12 tienen una vida útil de 10,000 horas y las lámparas LED tienen una vida útil de 25,000 horas. Con las lámparas T12 la universidad estaría cambiándolas cada 3 años, mientras que con las LED durarían 7.6 años. Las lámparas LED duran 2.5 veces más.

IX. Conclusiones

Se elaboró un censo de los equipos consumidores en las instalaciones del recinto, para realizar un análisis balance de energía, así también aportarlo como un registro detallado el cual sea útil en control para el equipo de mantenimiento de la universidad y facilitar el estudio de nuevos proyectos relacionados con el mejoramiento energético.

En el balance de carga se identificaron los mayores consumidores del recinto, el cual se detectó que los mayores consumidores eléctricos lo representan las unidades de climatización y los sistemas de iluminación.

Mediante el estudio del balance de carga de la UNI-RUPAP concluimos que el 47% de la energía consumida la presentan las unidades de climatización, esto debido a que cuenta con 255 equipos donde la mayoría cuenta con eficiencia SEER 12 y 14, también que el sistema de iluminación consume un 27% del total porque la institución cuenta en su mayoría con luminarias de tecnología T12 (luminarias 2x40 W) y el 25% restante lo consumen los equipos de oficina y máquinas de laboratorio.

De igual manera gracias al censo y el balance de carga se logró identificar los edificios del recinto que presentan los mayores consumos.

Con los datos obtenidos de las mediciones puntuales a todas las unidades de climatización logramos evaluar sus eficiencias, concluyendo que las unidades están trabajando relativamente bien respecto a la eficiencia SEER de placa, a pesar de ser equipos con bajas eficiencias.

De todo lo anterior expuesto se procedió hacer un análisis técnico, económico y ambiental, en cual se generaron dos opciones de mejora que contribuyan al ahorro de energía en la institución, una de las opciones es la sustitución de equipos de climatización con equipos de mayor eficiencia con la que se pretende que el recinto ahorre 12, 000 kWh al mes aproximadamente, asimismo se reducirían las emisiones de CO₂ hasta 4.7 toneladas al mes. La segunda opción de mejora se basa en la sustitución de las luminarias por tecnología T8 de 18 W, con esta opción se espera lograr un ahorro de 19,000 kWh de energía, significando un 59% de ahorro del

consumo actual de lámparas, de esta manera de dejarían de emitir 7.3 toneladas de CO₂ al mes contribuyendo al ecosistema. Con estas dos opciones el beneficio económico en ahorros sería de C\$ 240, 000 mensuales.

También se evaluó económicamente que tan factible es implementarlas y en cuanto tiempo recuperarían la inversión gracias a los ahorros energéticos.

X. Recomendaciones

1. Realizar el encendido de los equipos de aire acondicionado de manera escalonada (cada 5 min) y no todos al mismo tiempo.
2. Estandarizar las temperaturas de confort ya que se observó que en algunas oficinas las temperaturas se encontraban por debajo de los 20°C.
3. Asegurar el mantenimiento preventivo de los equipos de climatización para evitar el exceso de suciedad en las unidades condensadoras y evaporadoras que dificulten el intercambio de calor.
4. Debido a que los equipos de climatización que se implementaran son tecnología inverter se recomienda instalar a cada equipo un protector de voltaje para evitar daños en el sistema electrónico de los equipos ya que son sensibles a cambios bruscos en la calidad de la energía.
5. En cuanto a los Centros de Carga:
 - Sustituir paneles eléctricos en mal estado.
 - Rotular adecuadamente paneles eléctricos
 - Realizar un balance de líneas en paneles que presenten sobrecalentamiento para evitar las pérdidas de potencia y energía, recalentamiento de máquinas y sistema.

XI. Bibliografía

- AHRI, A. H. (2009). *Performance Rating of Unitary Air-Conditioning & Air-Source Heat Pump Equipment*. Arlington: ANSI.
- Alvarado, J. E. (30 de Abril de 2017). *Sector Electricidad*. Obtenido de <http://www.sectorelectricidad.com/17597/carga-demanda-y-energia-electrica-conceptos-fundamentales-para-la-distribucion-de-electricidad/>
- Arroyo, F. V. (2013). El Libro blanco de la iluminacion. En F. V. Arroyo, *El Libro blanco de la iluminacion* (pág. 147). Madrid: Comite Español de Iluminacion.
- Balladares F., B. L. (2006). *Diseño de un sistema de climatizacion*. Managua.
- Cengel, Y. (2012). Termodinamica. En Y. Cengel, *Termodinamica* (pág. 616). Mexico DF: McGraw Hill.
- Colocho Lopez, N. B., Daza Jimenes, P. A., & Gúzman Alvarez, M. T. (08 de Agosto de 2011). Manual basico de sistemas de aire acondicionado y extraccion mecanica de uso comun en arquitectura. 37. San Salvador, El Salvador.
- Cruz, C. G. (2001). *Tableros, Conductores y Canalizacion*. Colon, Chile.
- Gardey, J. P. (2017). *DefinicionDe*. Obtenido de <https://definicion.de/amperimetro/>
- INE. (2000). *Normativa de Tarifas*. Managua.
- Miguel, P. A. (2004). Electrotecnia. En P. A. Miguel, *Electrotecnia* (pág. 91). España: Editorial Spain.
- Milton, G. (s.f.). Fundamentos de Electricidad. En G. Milton, *Fundamentos de Electricidad* (pág. 41). Mexico DF: McGraw Hill.
- Perez, J. E. (2013). *Instrumentos de Medicion Electrica*. Mexico DF, Mexico.
- Reyes, L. A. (Junio de 2016). *IngenieriaElectronica*. Obtenido de <https://ingenieriaelectronica.org/voltimetro-analogico-y-digital-caracteristicas-y-definicion/>
- Salmeron, J. L. (Febrero de 2016). *OVACEN periodismo al detalle*. Obtenido de <https://ovacen.com/auditorias-energeticas-definicion-ambito-actuacion-normativa/>
- Segui, P. (2016). *Construccion 21 España*. Obtenido de <https://www.construction21.org/espana/articulos/es/como-realizar-una-auditoria-energetica-y-no-perderse.html>
- Somarriba Rivas, L. A., & Tellez Ortiz, H. A. (2013). *Auditoria Electrica en el Centro juvenil Don bosco*. Managua.

- Trandem, B. (2009). Instalaciones Electricas. En B. Trandem, *Instalaciones Electricas* (pág. 73). Minneapolis Minnesota: Creative Publishing International.
- Ucha, F. (Noviembre de 2010). *Definicion ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/energia-electrica.php>
- Vazquez, R. A. (2016). *Certicalia*. Obtenido de Certicalia: <https://www.certicalia.com/blog/que-es-analizador-redes-electricas>
- Wildi, T. (2007). Maquinas Electricas y Sistemas de Potencia. En T. Wildi, *Maquinas Electricas y Sistemas de Potencia* (pág. 134). Mexico DF: Pearson.

XII. Anexos

Anexo I

Pliego tarifario para el medidor NIS 2032528.

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA ENTE REGULADOR

**TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE ABRIL 2019
AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR**

MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc)	T-2D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	6.1925	
		T-2E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	10.0800	
			Invierno Punta	9.7588	
			Verano Fuera de Punta	6.9656	
Invierno Fuera de Punta	6.7319				
Verano Punta			1,013.0746		
Invierno Punta		632.6811			
Verano Fuera de Punta		-			
Invierno Fuera de Punta		-			
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 y hasta 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	5.1221	
		T-4E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	7.5100	
			Invierno Punta	7.2649	
			Verano Fuera de Punta	4.9922	
Invierno Fuera de Punta	4.8264				
Verano Punta			754.5358		
Invierno Punta		471.2250			
Verano Fuera de Punta		-			
Invierno Fuera de Punta		-			
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	5.2546	
		T-5E	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	7.7673	
			Invierno Punta	7.5142	
			Verano Fuera de Punta	5.1323	
Invierno Fuera de Punta	4.9639				
Verano Punta			786.3721		
Invierno Punta		491.1004			
Verano Fuera de Punta		-			
Invierno Fuera de Punta		-			
PEQUEÑAS CONCESIONARIAS	Para uso exclusivo de pequeñas distribuidoras de energía eléctrica	TPC	TARIFA MONOMIA		
			Todos los kWh	3.9424	

Anexo II

Pliego tarifario para el medidor NIS 2032584

**INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA
ENTE REGULADOR**
TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE ABRIL 2019
AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR

BAJA TENSION (120,240 y 480 V)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
RESIDENCIAL	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rurales	T-0	Primeros 25 kWh	2.8918	
			Siguientes 25 kWh	6.2298	
			Siguientes 50 kWh	6.5247	
			Siguientes 50 kWh	8.6232	
			Siguientes 350 kWh	8.1321	
			Siguientes 500 kWh	12.9164	
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	5.4170	
			> 150 kWh	8.4551	
GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)	T-1A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	6.1291	730.3085
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 kW de Demanda Máxima	6.3380	755.4819
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc.)	T-3	TARIFA MONOMIA		
			Todos los kWh	7.3847	
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc.)	T-3A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	5.2088	693.7853
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	5.7429	684.5797
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	5.9299	653.1829
IRRIGACION	Para irrigación de campos agrícolas	T-6	TARIFA MONOMIA		
			Todos los kWh	6.4847	
		T-6A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	4.7608	553.0876
		T-6B	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	6.2263	1,046.9734
Invierno Punta	6.0239				
Verano Fuera de Punta	4.6074				
Invierno Fuera de Punta	4.5371				
T-6B	Verano Punta		653.9279		
	Invierno Punta		0.0000		
	Verano Fuera de Punta		0.0000		
	Invierno Fuera de Punta		0.0000		

Anexo III

Distribución eléctrica de los transformadores

En el RUPAP se encuentran 11 bancos de transformadores distribuidos por todo el recinto, alimentando con energía los siguientes puntos:

Banco No. 1

1. 50 KVA (#54509 monofásico)
2. 75 KVA (#155462)

Este par de transformadores alimentan a los siguientes puntos:

- a. Edificio CNEG
- b. Edificio CNEG No.1 FCYS
- c. Bar Doña Gloria; Luces del parquecito
- d. Laboratorio de Idiomas; Luces públicas del sector

Banco No. 2

1. 225 KVA (#54516 Trifásico)

Abastece a los siguientes puntos:

- a. Edificio No.02 Planta Alta y Baja
- b. Edificio DBE
- c. Edificio Administración, Luces Publicas del Sector
- d. Bar Yean
- e. Innova Edificio
- f. Área de mantenimiento; jardinería; Seguridad principal
- g. Comisariato; Librería Universitaria

Banco No.3

1. 500 KVA (#54517 Trifásico)

Suministra energía a los siguientes puntos:

- a. Edificio No.05 Planta alta y baja
- b. Edificio maquinas herramientas
- c. Edificio plantas térmicas

- d. Edificio taller automotriz
- e. Áreas de departamento de construcción; Laboratorio de suelo; laboratorio de hidráulica; centro de documentación; aula de fundición.

Banco No.4

- 1. 25 KVA (#58393 monofásico)
- 2. 75 KVA (#54511 monofásico)
- 3. 75 KVA
Alimenta a los siguientes puntos:
 - a. Comedor
 - b. Edificio Julio Guevara
 - c. Bar Doña Xiomara
 - d. Bar El Aula

Banco No.5

- 1. 75 KVA (#54513 Trifásico)
- 2. 75 KVA (#54514 Trifásico)
- 3. 75 KVA (#54512 Trifásico)
Abastece a Biblioteca

Banco No.6

- 1. 100 KVA (#57885 Trifásico)
- 2. 100 KVA (#57886 Trifásico)
- 3. 100 KVA (#57887 Trifásico)
Abastece al Edificio FTI

Banco No.7

- 1. 37.5 KVA (#155281 Monofásico)
- 2. 37.5 KVA (#155282 Monofásico)
- 3. 37.5 KVA (#155283 Monofásico)
Abastece al Edificio Julio Padilla

Banco No.8

1. 75 KVA (#154670 Trifásico)
2. 75 KVA (#154671 Trifásico)
3. 75 KVA (#154672 Trifásico)

Abastece al Edificio Marlon Zelaya

Banco No.9

1. 75 KVA (#54530 Trifásico)
2. 75 KVA (#54531 Trifásico)
3. 75 KVA (#54532 Trifásico)

Suministra a los siguientes puntos:

- a. Oficina Hidráulica
- b. Laboratorio de Computación FTI y FTC
- c. Laboratorio de Soldadura FTI
- d. Bar Roberto; Don Domingo y Telefonía
- e. Centro de producción
- f. Laboratorio electromecánica
- g. Unen FTC y FCYS
- h. Edificio PIMA
- i. Dinot
- j. Sala de dibujo y aula de clases

Banco No.10

1. 25 KVA (#54533 Trifásico)
2. 25 KVA (#54534 Trifásico)
3. 25 KVA (#54535 Trifásico)

Abastece a Bloquera y Pozo

Banco No.11

1. 37.5 KVA (#154648 Trifásico)
2. 37.5 KVA (#154649 Trifásico)
3. 37.5 KVA (#154950 Trifásico)

Abastece al Proyecto JICA

Anexo IV

Tabla de equipos de climatización del RUPAP.

Dependencia	Ubicación	Tipo	Capacidad BTU	SEER	Voltaje (V)	Corriente (A)			FP	Poten cia	Energía	Costos de Energía	SEER
					VL	L1	L2	Lprom		kW	Kwh/mes	C\$/mes	Evaluated
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1016 P/B	split	36000	16	239.3	11.62	11.2	11.41	0.88	2.40	250.29	1549.91	16.65
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1016 P/B	split	60000	16	239	18	17.78	17.89	0.87	3.72	387.49	2399.51	17.92
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1017 P/B	split	60000	16	242	14.6	15.7	15.15	0.89	3.26	339.90	2104.81	20.43
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1017 P/B	split	36000	16	237.6	11.5	11.45	11.48	0.89	2.43	252.77	1565.25	16.48
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1018 P/B	split	36000	16	236.5	13.8	12.74	13.27	0.87	2.73	284.41	1761.23	14.65
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1018 P/B	split	60000	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1019 P/B	split	60000	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1019 P/B	split	36000	16	239	16.6	15.2	15.9	0.66	2.51	261.26	1617.83	15.95
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1020 P/B	split	36000	16	237	19.7	20.2	19.95	0.66	3.12	325.06	2012.94	12.82
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1020 P/B	split	60000	16	236	23	22.8	22.9	0.86	4.65	484.14	2998.06	14.34
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1021 P/B	split	60000	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1021 P/B	split	36000	16	241.5	16.2	17.5	16.85	0.88	3.58	373.02	2309.91	11.17
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1022 P/A	split	60000	16	241.3	16.5	16.4	16.45	0.91	3.61	376.26	2330.02	18.46
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1022 P/A	split	36000	16	241.8	12.55	12.85	12.7	0.86	2.64	275.10	1703.54	15.15
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1023 P/A	split	36000	16	240	12.43	11.33	11.88	0.88	2.51	261.36	1618.47	15.94
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1023 P/A	split	60000	16	241.1	18.3	18.2	18.25	0.96	4.22	440.01	2724.75	15.78
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1024 P/A	split	60000	16	239.6	14.42	15.48	14.95	0.87	3.12	324.62	2010.21	21.39
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1024 P/A	split	36000	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1025 P/A	split	36000	16	239	15.7	16.9	16.3	0.91	3.55	369.28	2286.77	11.28
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1025 P/A	split	60000	16	241.5	16.7	17.9	17.3	0.93	3.89	404.74	2506.35	17.16
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1026 P/A	split	36000	16	240.5	15.82	15.75	15.79	0.87	3.30	344.04	2130.46	12.11
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1026 P/A	split	60000	16	242	17.87	16.67	17.27	0.99	4.14	430.99	2668.93	16.11
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1027 P/A	split	36000	16	242.7	12.6	11.09	11.85	0.89	2.56	266.52	1650.40	15.63
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1027 P/A	split	60000	16.4	241.6	18.78	19.2	18.99	0.89	4.08	425.34	2633.94	16.33
Julio Padilla	Aula 1028 P/B	split	60000	16.4	215.4	18.71	17.82	18.27	0.89	3.50	364.74	2258.66	19.04
Julio Padilla	Aula 1029 P/B	split	60000	16.4	239.8	18.83	19.16	19	0.91	4.15	431.78	2673.77	16.08
Julio Padilla	Aula 1030 P/B	split	60000	16.4	246.5	17.64	16.83	17.24	0.82	3.48	362.89	2247.17	19.14
Julio Padilla	Aula 1031 P/B	split	60000	16.4	241.2	15.17	17.3	17.34	0.88	3.45	358.96	2222.83	19.35

FTI	Laboratorio de computacion No1 P/B	Split	18000		212.2	16.4	16.6	16.5	0.88	3.08	115.54	715.50	6.49
FTI	Laboratorio de computacion No1 P/B	Split	18000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
FTI	Laboratorio de computacion No1 P/B	Split	60000	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FTI	Laboratorio de computacion No1 P/B	Split	60000	16	209.8	27.6	25.4	26.5	0.92	5.11	191.81	1187.78	13.03
FTI	Oficina coordinacion P/B	Split	24000	13	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00
FTI	Centro de documentacion P/B	Split	48000		211.2	23.9	24.2	24.05	0.84	4.27	217.78	1348.59	12.50
FTI	Sala de profesores P/B	Split	48000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
FTI	Oficina de investigacion	Split	24000	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	La innova	split	36000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Lab de electrotecnia	Ventana	14000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Lab. de electrotecnia	split	48000	14	244.8	14	13.97	13.99	0.74	2.53	95.00	588.31	21.05
Areas de FTI	Lab. de computacion No2	Split	60000		233.8	18.6	18.64	18.62	0.86	3.74	140.40	869.40	17.81
Areas de FTI	Lade computacion No2	split	60000		233.4	17.11	17.21	17.16	0.82	3.28	123.16	762.66	20.30
Areas de FTI	Sala de dibujo No1 FTI	split	60000	16	241	25.41	25.84	25.63	0.68	4.20	157.48	975.19	15.88
Areas de FTI	Sala de dibujo No1 FTI	split	60000	13	238	19.7	20.6	20.15	0.79	3.79	142.07	879.78	17.60
Areas de FTI	Taller automotriz FTI	split	24000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Edificio taller mecanica	split	14000	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Aula de usos multiples	split	60000		219.3	17	17.38	17.19	0.86	3.24	216.13	1338.41	20.56
Areas de FTI	DITIC Ubicado edificio No 5	split	60000	16	218.8	28.6	28.3	28.45	0.84	5.23	3137.33	19427.91	12.75
Areas de FTI	DITIC Ubicado edificio No 5	split	48000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio Plantas termicas	Ventana	18000		220.4	4.8	5.12	4.96	0.8	0.87	3.64	22.57	22.87
Areas de FTI	Oficina Maquinas Herramientas	Ventana	12000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metales FTI	split	60000	10	217.1	23.71	23.76	23.74	0.92	4.74	316.04	1957.09	14.06
Areas de FTI	Dpto. Seguridad industrial	split	36000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Dpto. Seguridad industrial	split	48000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Ud. Central	48000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Split	18000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Split	18000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Split	18000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Ventana	24000		215.8	10.47	10.68	10.58	0.89	2.03	76.16	471.65	13.13
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Split	24000		0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Administracion	Salon Areito	Split	60000		216.8	27.56	26.7	27.13	0.86	5.06	84.31	522.06	13.18
Administracion	Salon Areito	Split	60000		217.8	22.17	22.93	22.55	0.8	3.93	65.49	405.52	16.97
Administracion	Salon Areito	Split	60000		218.6	27.78	26.45	27.12	0.83	4.92	81.99	507.75	13.55
Administracion	Etica y transparencia	Split	60000		216.4	28.12	27.45	27.79	0.77	4.63	308.65	1911.32	14.40
Administracion	Division de finanzas (Caja)	Split	36000		227.9	12.2	13.25	12.73	0.89	2.58	172.07	1065.53	15.50
Administracion	Caja division Financiera	Split	12000		218.12	18.9	17.93	18.42	0.83	3.33	222.26	1376.32	4.00

Biblioteca	Sala de estudio P/A	Ud. Central	60000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biblioteca	Sala de estudio P/A	Ud. Central	60000	Malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biblioteca	Sala de estudio P/A	Innovair	60000		216	28.1	28.8	28.45	0.89	5.47	569.71	3527.94	12.19
Biblioteca	Sala de estudio P/A	Ud. Central	60000		215.2	16.44	16.27	16.36	0.91	3.20	333.63	2065.99	20.81
FIQ	Edificio No2 P/A Frente al Dpto. Sociales	Split	24000		216	18.2	20.4	19.3	0.82	3.42	356.09	2205.06	7.80
FIQ	Laboratorio de quimica	Split	48000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
FIQ	Laboratorio de quimica	Split	60000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
FTC	Oficina de Equipos Audiovisuales	Split	36000		218.9	18.32	18.1	18.21	0.83	3.31	220.57	1365.87	12.09
FTC	Oficina de Equipos Audiovisuales	Split	36000		237.2	15.72	17.2	16.46	0.86	3.36	223.85	1386.17	11.91
FTC	Oficina de Jefe de Depto	Split	24000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
FTC	Oficina Agricola Depto Agricola	Split	18000		219.2	11.78	11.2	11.49	0.83	2.09	139.36	863.01	9.57
FTC	Oficina Agricola Depto Agricola	Split	60000	16	216.7	28.48	27.83	28.16	0.9	5.49	366.07	2266.90	12.14
FTC	Oficina Agricola Depto Agricola	Split	36000		216.8	13.87	13.88	13.88	0.87	2.62	174.47	1080.40	15.28
FTC	Depto Via Transporte	Split	18000	13	218.6	11.1	11.26	11.18	0.86	2.10	140.12	867.69	9.52
FTC	Escuela Ing.Civil	Split	24000	13	217.2	11.2	11.86	11.53	0.82	2.05	136.90	847.77	12.99
FTC	Depto Via Transporte	Split	24000	13	219.1	15.91	15.96	15.94	0.8	2.79	186.21	1153.08	9.55
FTC	Escuela Ing.Civil	Split	18000		214.2	18.2	17.6	17.9	0.85	3.26	217.27	1345.45	6.14
FTC	Depto de Estructura Secretaria	Split	18000		215.1	9.5	9.45	9.475	0.86	1.75	116.85	723.59	11.41
FTC	Oficina de Estructuras	Split	18000		216.2	11.7	10.8	11.25	0.89	2.16	144.31	893.66	9.24
FTC	Oficina Jefe de Depto Estructura	Split	36000	13	217	7.89	7.97	7.93	0.87	1.50	99.81	618.05	26.72
FTC	Sala de Conferencia Estructura	Split	18000	terrado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FTC	Oficina Estructura	Split	24000	13	217.3	18.5	18.76	18.63	0.85	3.44	229.40	1420.58	7.75
FTC	Maestria Vias Terrestres	Split	60000		216.5	19.6	19.57	19.59	0.87	3.69	245.93	1522.91	18.07
FTC	Aula de Maestria Vias Terrestres	Split	48000		216.3	16.6	19.45	18.03	0.89	3.47	231.33	1432.51	15.37
FTC	Sala de Aula Clase 02 Lab.Suelos	Split	18000		215.9	23.35	23.43	23.39	0.86	4.34	289.53	1792.90	4.61
FTC	Sala de Aula Clase 01 Lab.Suelos	Split	18000		215.6	7.08	7.12	7.1	0.85	1.30	86.74	537.16	15.37
FTC	Depto de Construccion Lab.suelos P/A	Split	18000		216.1	5.2	5.28	5.24	0.86	0.97	64.92	402.03	20.54
FTC	Depto de Construccion Lab.suelos P/A	Split	18000	13	216.4	8.31	8.28	8.295	0.83	1.49	99.33	615.07	13.42
FTC	Depto de Construccion Lab.suelos P/A	Split	18000		216.9	10.98	11.22	11.1	0.86	2.07	138.04	854.78	9.66
FTC	Depto de Construccion Lab.suelos P/A	Split	18000		218.2	11.31	11.07	11.19	0.86	2.10	139.99	866.88	9.52
FTC	Depto de Construccion Lab.suelos P/A	Split	18000		218.6	11.37	11.54	11.46	0.89	2.23	148.57	920.05	8.97
FTC	Depto de Construccion Lab.suelos P/A	Split	24000		215.8	11.2	10.92	11.06	0.88	2.10	140.02	867.09	12.70
FTC	Depto Hidraulica	Split	18000		236.6	6.48	6.4	6.44	0.87	1.33	88.37	547.26	15.09
FTC	Lab. Hidraulica	Split	36000		214.78	11.87	11.44	11.66	0.86	2.15	143.52	888.75	18.58
FTC	Depto Hidraulica	Split	18000		236.8	7.28	7.29	7.285	0.82	1.41	94.30	583.98	14.14
FTC	Depto Hidraulica	Split	18000		237.3	7.74	7.7	7.72	0.82	1.50	100.15	620.16	13.31
FTC	Depto Hidraulica	Split	18000	encen	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00

FTC	Lab.Computacion FTC	Split	60000		237.7	23.6	22.99	23.3	0.82	4.54	302.70	1874.48	14.68
FTC	Depto Hidraulica	Split	36000		217.1	13.77	13.77	13.77	0.84	2.51	167.41	1036.69	15.93
FTC	Lab.Computacion FTC	Split	60000	Malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FTC	Sala de Dibujo FTC	Split	48000		217.6	17.52	17.46	17.49	0.88	3.35	223.28	1382.63	15.92
FTC	Sala de Dibujo FTC	Split	48000	11	217.8	23.1	23.25	23.18	0.94	4.74	316.31	1958.76	11.24
FTC	Vicedecanatura	Split	12000		215.1	18.1	17.26	17.68	0.88	3.35	223.11	1381.59	3.98
FTC	Aula Especializada 01	Split	60000	16	216.9	23.21	22.16	22.69	0.96	4.72	314.90	1950.04	14.11
FTC	Aula Especializada 02	Split	36000	16	213.6	15.12	13.8	14.46	0.77	2.38	158.55	981.83	16.82
FTC	Depto Registro Academico	Split	36000		215.2	16.95	16.98	16.97	0.88	3.21	214.18	1326.34	12.45
FTC	Sala de Espera Decanatura	Split	36000		216.9	12.8	13.1	12.95	0.96	2.70	179.77	1113.21	14.83
FTC	Sala de Conferencia FTC	Split	12000		213.6	5.78	5.77	5.775	0.88	1.09	72.37	448.14	12.28
FTC	Oficina Decanatura	Split	9000	13	215.2	3.8	3.72	3.76	0.89	0.72	48.01	297.30	13.89
FTC	Decanatura FTC	Split	12000		212.1	13.86	13.28	13.57	0.91	2.62	174.61	1081.28	5.09
FTC	Oficina Secretario Academico	Split	12000		215.4	8.11	8.04	8.075	0.93	1.62	107.84	667.80	8.24
FTC	Contabilidad FTC	Split	24000		217.2	8.1	8.98	8.54	0.9	1.67	111.29	689.18	15.97
FTC	Depto de Registro Academico	Split	60000		215.3	16.34	16.25	16.3	0.89	3.12	208.16	1289.03	21.35
FTC	Aula Especializada 01	Split	60000		214.1	38.7	38.24	38.47	0.86	7.08	472.22	2924.23	9.41
FTC	Aula Especializada 02	Split	60000		216.2	27.9	28.3	28.1	0.86	5.22	348.31	2156.93	12.76
FTC	Laboratorio Computacion 01	Split	36000		216.9	19.3	19.8	19.55	0.86	3.65	243.12	1505.50	10.97
FTC	Culminacion de Estudios	Split	36000		214	13.47	13.4	13.44	0.87	2.50	166.76	1032.63	15.99
FTC	Centro de Documentacion	Split	60000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
FTC	Centro de Documentacion	Split	60000	Malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FTC	Laboratorio Edafologia	Split	60000	16	217.8	22.45	23.25	22.85	0.89	4.43	166.10	1028.56	15.05
FCYS	Decanatura P/B	Split	24000	13	218.4	9.86	9.8	9.83	0.93	2.00	133.11	824.26	13.36
FCYS	Decanatura P/B	Split	36000		212.7	17.7	17.58	17.64	0.86	3.23	215.12	1332.11	12.40
FCYS	Vicedecanatura	Split	36000	13	217	17.3	17.42	17.36	0.87	3.28	218.49	1353.02	12.20
FCYS	Depto de Informatica y admon	Split	60000	10	217.1	23.67	23.8	23.74	0.87	4.48	298.87	1850.73	14.87
FCYS	Depto de Informatica y admon	Split	60000	10	217.7	27.89	26.9	27.4	0.88	5.25	349.88	2166.64	12.70
FCYS	Depto de Informatica y admon	Split	60000	10	214.2	23.52	23.97	23.75	0.89	4.53	301.78	1868.77	14.73
FCYS	Depto de Fisica	Split	48000	16	217.8	19.7	19.8	19.75	0.87	3.74	249.49	1544.97	14.25
FCYS	Depto de Fisica	Split	60000	16	218.8	28.45	27.94	28.2	0.88	5.43	361.92	2241.18	12.28
FCYS	Nodo FCYS	Split	36000	16	217.5	18.25	18	18.13	0.87	3.43	228.65	1415.90	11.66
FCYS	Lab de sala de usos multiples #2	Split	60000	16	218.3	29.9	29.3	29.6	0.89	5.75	3450.54	21367.45	11.59
FCYS	Lab de sala de usos multiples #2	Split	36000	16	219	17.7	18.28	17.99	0.88	3.47	231.14	1431.31	11.54
FCYS	Depto de Idiomas #2	Split	12000		219.1	9.1	9.7	9.4	0.89	1.83	122.20	756.72	7.27
FCYS	Depto de Idiomas #2	Split	24000	11	218.1	11.4	11.13	11.27	0.85	2.09	139.22	862.15	12.77
FCYS	Depto de Idiomas #2	Split	24000		237	12	12.32	12.16	0.88	2.54	169.07	1046.98	10.51

FCYS	Depto de Matematicas	Split	60000		218.4	22.44	22	22.22	0.84	4.08	271.76	1682.87	16.35
FCYS	Depto de Matematicas	Split	60000		218.3	21.8	20.44	21.12	0.86	3.97	264.34	1636.90	16.81
FCYS	Depto de Ing.Sistema #2	Split	60000		217.9	23	23.22	23.11	0.91	4.58	171.84	1064.13	14.55
FCYS	Depto de Sociales P/A	Split	60000	16	219.3	22.14	27.5	24.82	0.9	4.90	183.70	1137.58	13.61
FCYS	Lab de Ciencias y Sistemas Julio Guevara	Split	60000		241.1	18.8	18.85	18.83	0.95	4.31	161.69	1001.27	15.46
FCYS	Lab de Ciencias y Sistemas Julio Guevara	Split	60000	14	239.5	16.72	15.71	16.22	0.89	3.46	129.61	802.62	19.29
FCYS	Lab Sistemas Julio Guevara	Split	60000	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCYS	Lab Comp. Ciencias Basicas Julio Guevara	Split	60000		241.3	18	17	17.5	0.91	3.84	144.10	892.35	17.35
FCYS	Lab Comp. Ciencias Basicas Julio Guevara	Split	60000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCYS	Lab Comp. Ciencias Basicas Julio Guevara	Split	60000	16	238.7	21.68	20.76	21.22	0.9	4.56	170.95	1058.61	14.62
FCYS	Laboratorio Comp.CNEG	Split	60000		237.68	20.89	21.34	21.12	0.92	4.62	173.14	1072.18	14.44
FCYS	Laboratorio Comp.ADPA	Split	36000		240.5	13.63	15.54	14.59	0.9	3.16	118.38	733.10	12.67
FCYS	Sala de proyecto Julio Guevara	Split	36000		241.1	10.67	11.83	11.25	0.91	2.47	92.56	573.18	16.21
FCYS	Sala de Medios Audiovisuales	Split	36000		240	17.14	16.84	16.99	0.9	3.67	244.66	1515.03	10.90
FCYS	Sala de Medios Audiovisuales	Split	60000		228.35	18.61	20.34	19.48	0.87	3.87	145.09	898.45	17.23
FCYS	Sala de Consultas Especia Julio Guevara	Split	24000		219.12	10.52	10.89	10.71	0.82	1.92	72.13	446.66	13.86
FCYS	Sala de Consultas Especial Julio Guevara	Split	24000		220.2	10.1	10.12	10.11	0.89	1.98	74.30	460.10	13.46
FCYS	Soporte Tecnico Julio Guevara	Ventana	24000	IACTIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCYS	Computacion CNEG	Split	60000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
FCYS	Culminacion de Estudios #1	Split	36000		241.2	11.1	11.3	11.2	0.89	2.40	90.16	558.32	16.64
FCYS	Auditorio de Sistemas	Split	48000	16	230.4	19.34	20.89	20.12	0.87	4.03	268.80	1664.55	13.23
FCYS	Depto de PROMECYS	Split	24000		240.5	11	10.78	10.89	0.67	1.75	65.80	407.49	15.20
FCYS	Secretaria FYCS #1	Split	36000		240.2	11.63	11.51	11.57	0.89	2.47	92.75	574.37	16.17
FCYS	Secretaria FYCS #1	Split	24000		234.5	10.13	10.28	10.21	0.87	2.08	78.07	483.47	12.81
FCYS	Laboratorio Fisica-Mec P/A #5	Split	60000		225.67	21.23	22.53	21.88	0.87	4.30	161.09	997.56	15.52
FCYS	Laboratorio Fisica-Mec P/A #5	Split	24000	Malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vicerectoria I+D FCYS	Laboratorio de Biomasa	Split	36000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vicerectoria I+D FCYS	Oficina Biomasa	Split	18000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vicerectoria I+D FCYS	Laboratorio de Biomasa	Split	18000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vicerectoria I+D FCYS	Laboratorio de Biomasa	Split	36000		234.7	11.66	10.77	11.22	0.86	2.26	115.54	715.49	17.67
Vicerectoria I+D FCYS	Oficina Biomasa	Split	24000		234.7	11.2	10.89	11.05	0.85	2.20	112.47	696.45	12.10
Vicerectoria I+D FCYS	Oficina Biomasa	Split	24000		226.5	8.94	8.65	8.795	0.88	1.75	89.48	554.09	15.21
Vicerectoria I+D FCYS	Laboratorio de Biomasa	Split	36000		0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.B.E	UNEN Industrial	Split	18000		222	6.92	6.84	6.88	0.78	1.19	124.10	768.48	16.79
D.B.E	UNEN Mecanica	Split	18000		228.8	8.25	8.29	8.27	0.83	1.57	163.59	1013.06	12.73
D.B.E	UNEN FCYS	Split	24000		240.2	10.1	9.48	9.79	0.79	1.86	193.51	1198.33	14.35
D.B.E	UNEN civil-Agricola(Sala de conferencia)	Split	36000		234.6	11.6	12.2	11.9	0.82	2.29	238.46	1476.67	17.47

D.B.E	UNEN civil-Agricola(Sala de espera)	Split	36000	Malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D.B.E	UNEN Civil	Split	9000		239	9.28	9.3	9.29	0.87	1.93	201.22	1246.03	5.18
D.B.E	UNEN Agricola	Split	24000		232.2	12.1	11.8	11.95	0.86	2.39	248.57	1539.30	11.17
D.B.E	Marlo Zelaya CER P/B	Split	36000		234	11.23	11.99	11.61	0.88	2.39	249.03	1542.15	16.73
D.B.E	UNEN presidente de recinto	Split	24000		225.2	10.05	10.11	10.08	0.87	1.97	205.72	1273.92	13.50
D.B.E	UNEN presidente de recinto	Split	24000		227.2	10.05	10.12	10.09	0.88	2.02	210.04	1300.65	13.23
D.B.E	Direccion bienestar estudiantil	Split	20000		218.2	6.38	6.78	6.58	0.88	1.26	84.23	521.60	17.59
D.B.E	Direccion bienestar estudiantil	Split	60000		228	21.3	20.77	21.04	0.84	4.03	268.57	1663.15	16.55
D.B.E	Departamento de deporte MZ P/A	Split	60000		239.7	18.7	19.89	19.3	0.88	4.07	271.33	1680.24	16.38
D.B.E	Departamento de deporte MZ P/A	Split	60000		240	18.89	18.5	18.7	0.89	3.99	266.22	1648.55	16.69
D.B.E	Dpto. de Cultura Marlon Zelaya P/B	Split	60000		237.5	26.7	27.2	26.95	0.89	5.70	379.77	2351.73	11.70

Anexo V

Memoria de Cálculo para aires acondicionados

Parámetros de placa

Capacidad: 18,000 BTU

Tipo: Split

SEER: 13

Parámetros medidos

Corriente de líneas

L₁: 8.31 A

L₂: 8.28 A

Voltaje entre líneas

V_L: 216.4 V

Factor de Potencia promedio

FP: 0.83

Calculo de Potencia Aparente:

Para L₁

$$S = V * I \quad (\text{VA})$$

$$S = \frac{8.31 \text{ A} * 216.4 \text{ V}}{1000} \quad (\text{kVA})$$

$$S = 1.7982 \text{ kVA}$$

Para L₂

$$S = V * I \quad (\text{VA})$$

$$S = \frac{8.28 \text{ A} * 216.4 \text{ V}}{1000} \text{ (kVA)}$$

$$S = 1.7917 \text{ kVA}$$

$$S_{prom} = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

$$S_{Prom} = \frac{1.7982 + 1.7917}{2}$$

$$S = 1.7950 \text{ kVA}$$

Calculo de potencia activa:

Para L₁

$$P_1 = \frac{S * \text{Cos}\varphi = V * I * \text{Cos}\varphi}{1000} \text{ kW}$$

$$P_1 = \frac{216.4 \text{ V} * 8.31 \text{ A} * 0.83}{1000}$$

$$P_1 = 1.4925 \text{ kW}$$

Para L₂

$$P_2 = \frac{S * \text{Cos}\varphi = V * I * \text{Cos}\varphi}{1000} \text{ kW}$$

$$P_2 = \frac{216.4 \text{ V} * 8.28 \text{ A} * 0.83}{1000}$$

$$P_2 = 1.4871 \text{ kW}$$

Potencia Promedio Activa

$$P_{prom} = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

$$P_{Prom} = \frac{1.4925 + 1.4871}{2}$$

$$P_{Prom} = 1.4898 \text{ kW}$$

Calculo de potencia Reactiva:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Despejando de la potencia aparente se obtiene la potencia Reactiva

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Para L₁

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = \sqrt{1.7982^2 - 1.4925^2}$$

$$Q = 1.0030 \text{ kVAr}$$

Para L₂

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \text{ (kVAr)}$$

$$Q = \sqrt{1.7917^2 - 1.4871^2}$$

$$Q = 0.9993 \text{ kVAr}$$

Calculo promedio de potencia reactiva

$$P_{prom} = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

$$P_{Prom} = \frac{1.0030 + 0.9993}{2}$$

$$P_{Prom} = 1.0012 \text{ kVAr}$$

Calculo costos de energía:

Tiempo de funcionamiento del equipo: 8 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kW: 6.1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Costo de Demanda de Potencia: 909.835 (C\$/kW-mes)

Factor de utilización:

$$F_{utilizacion} = \frac{t_{func}}{24 \text{ h}}$$

$$F_{utilizacion} = \frac{8}{24}$$

$$F_{utilizacion} = 0.333$$

Calculo de Energía:

$$E = P_{prom} * t_{func} * F_{utilizacion}$$

$$E = 1.4898 \text{ kW} * 8 \text{ h} * 0.333$$

$$E = 3.9330 \text{ kWh}$$

Calculo de Costos de energía:

$$Costos = E * Costo_{kWh} * Dias_{funcionamiento}$$

$$Costos = 3.9330 \text{ kWh} * 6,1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kWh}} - \text{mes} \right) * 25$$

$$Costos = \text{C\$ } 608.8887$$

Calculo de Costos de potencia:

$$Costos = P * Costo_{kW} * F_{utilizacion}$$

$$Costos = 1.4898 kW * 909.385 \left(\frac{C\$}{kW} - \text{mes} \right) * 0.333$$

$$Costos = C\$ 451.14$$

Parámetros de placa

Capacidad: 24,000 BTU

Tipo: Split

SEER: 12

Parámetros medidos

Corriente de líneas

L₁: 11.4 A

L₂: 11.3 A

Voltaje entre líneas

V_L: 218.1 V

Factor de Potencia promedio

FP: 0.85

Calculo de Potencia Aparente:

Para L₁

$$S = V * I \quad (\text{VA})$$

$$S = \frac{11.4 \text{ A} * 218.1 \text{ V}}{1000} \quad (\text{kVA})$$

$$S = 2.4863 \text{ kVA}$$

Para L₂

$$S = V * I \text{ (VA)}$$

$$S = \frac{11.3 \text{ A} * 218.1 \text{ V}}{1000} \text{ (kVA)}$$

$$S = 2.4274 \text{ kVA}$$

$$S_{prom} = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

$$S_{Prom} = \frac{2.4863 + 2.4272}{2}$$

$$S = 2.4568 \text{ kVA}$$

Calculo de potencia activa:

Para L₁

$$P_1 = \frac{S * \text{Cos}\varphi = V * I * \text{Cos}\varphi}{1000} \text{ (kW)}$$

$$P_1 = \frac{218.1 \text{ V} * 11.3 \text{ A} * 0.85}{1000}$$

$$P_1 = 2.0948 \text{ kW}$$

Para L₂

$$P_2 = \frac{S * \text{Cos}\varphi = V * I * \text{Cos}\varphi}{1000} \text{ kW}$$

$$P_2 = \frac{218.11 \text{ V} * 11.4 \text{ A} * 0.85}{1000}$$

$$P_2 = 2.1133 \text{ kW}$$

Potencia Promedio Activa:

$$P_{prom} = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

$$P_{Prom} = \frac{2.0948 + 2.1133}{2}$$

$$P_{Prom} = 2.1004 \text{ kW}$$

Calculo de potencia Reactiva:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Despejando de la potencia aparente se obtiene la potencia Reactiva

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Para L₁

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (\text{kVAr})$$

$$Q = \sqrt{2.4863^2 - 2.0948^2}$$

$$Q = 1.3392 \text{ kVAr}$$

Para L₂

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = \sqrt{2.4274^2 - 2.1133^2}$$

$$Q = 1.1942 \text{ kVAr}$$

Calculo promedio de potencia reactiva:

$$P_{prom} = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

$$P_{prom} = \frac{1.3392 + 1.1942}{2}$$

$$P_{prom} = 1.2658 \text{ KVAr}$$

Calculo costos de energía:

Tiempo de funcionamiento del equipo: 8 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6,1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Costo de Demanda de Potencia: 909.835 (C\$/kW-mes)

Factor de utilización:

$$F_{utilizacion} = \frac{t_{func}}{24 \text{ h}}$$

$$F_{utilizacion} = \frac{8}{24}$$

$$F_{utilizacion} = 0.333$$

Calculo de Energía:

$$E = P_{prom} * t_{func} * F_{utilizacion}$$

$$E = 2.1004 \text{ kW} * 8 \text{ h} * 0.33$$

$$E = 5.5450 \text{ kWh}$$

Calculo de Costos:

$$Costos = E * Costo_{kWh} * Dias_{funcionamiento}$$

$$\text{Costos} = 5.5450 \text{ kWh} * 6,1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kWh}} - \text{mes} \right) * 25$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 858,4353$$

Calculo de Costos de potencia:

$$\text{Costos} = P * \text{Costo}_{kW} * F_{\text{utilizacion}}$$

$$\text{Costos} = 2.1004 \text{ kW} * 909.385 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 0.333$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 636.05$$

Parámetros de placa

Capacidad: 36,000 BTU

Tipo: Split

SEER: 16

Parámetros medidos

Corriente de líneas

L₁: 11.62 A

L₂: 11.2 A

Voltaje entre líneas

V_L: 239,3 V

Factor de Potencia promedio

FP: 0.88

Calculo de Potencia Aparente:

Para L₁

$$S = V * I \text{ (VA)}$$

$$S = \frac{11.62 \text{ A} * 239.3 \text{ V}}{1000} \text{ (kVA)}$$

$$S = 2.7806 \text{ kVA}$$

Para L₂

$$S = V * I \text{ (VA)}$$

$$S = \frac{11.2 \text{ A} * 239.3 \text{ V}}{1000} \text{ (kVA)}$$

$$S = 2.6801 \text{ kVA}$$

$$S_{prom} = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

$$S_{prom} = \frac{2.7806 + 2.6801}{2}$$

$$S = 2.7303 \text{ kVA}$$

Calculo de potencia activa:

Para L₁

$$P_1 = \frac{S * \cos\phi = V * I * \cos\phi}{1000} \text{ (kW)}$$

$$P_1 = \frac{239.3 \text{ V} * 11.62 \text{ A} * 0.88}{1000}$$

$$P_1 = 2.4469 \text{ kW}$$

Para L₂

$$P_2 = \frac{S * \cos\phi = V * I * \cos\phi}{1000} \text{ kW}$$

$$P_2 = \frac{239.3 \text{ V} * 11.2 \text{ A} * 0.88}{1000}$$

$$P_2 = 2.3585 \text{ kW}$$

Potencia Promedio Activa:

$$P_{prom} = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

$$P_{Prom} = \frac{2.4469 + 2.3585}{2}$$

$$P_{Prom} = 2.4027 \text{ kW}$$

Calculo de potencia Reactiva:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Despejando de la potencia aparente se obtiene la potencia Reactiva

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Para L₁

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = \sqrt{2.7886^2 - 2.4469^2}$$

$$Q = 1.3375 \text{ kVAr}$$

Para L₂

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \text{ (kVAr)}$$

$$Q = \sqrt{2.6801^2 - 2.3585^2}$$

$$Q = 1.2742 \text{ kVAr}$$

Calculo promedio de potencia reactiva:

$$P_{prom} = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

$$P_{Prom} = \frac{1.3375 + 1.2742}{2}$$

$$P_{Prom} = 1.3058 \text{ kVAr}$$

Calculo costos de energía:

Tiempo de funcionamiento del equipo: 10 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6,1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Costo de Demanda de Potencia: 909.835 (C\$/kW-mes)

Factor de utilización:

$$F_{utilizacion} = \frac{t_{func}}{24 \text{ h}}$$

$$F_{utilizacion} = \frac{10}{24}$$

$$F_{utilizacion} = 0.4166$$

Calculo de Energía:

$$E = P_{prom} * t_{func} * F_{utilizacion}$$

$$E = 2.4027 \text{ kW} * 10 \text{ h} * 0.4166$$

$$E = 10.0096 \text{ kWh}$$

Calculo de Costos de energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Costo}_{\text{Kwh}} * \text{Dias}_{\text{funcionamiento}}$$

$$\text{Costos} = 10.0096 \text{ Kwh} * 6,1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kWh}} - \text{mes} \right) * 25$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 1,549.6112$$

Calculo de Costos de potencia:

$$\text{Costos} = P * \text{Costo}_{\text{kW}} * F_{\text{utilizacion}}$$

$$\text{Costos} = 2.4027 \text{ kW} * 909.385 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 0.4166$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 910.26$$

Parámetros de placa

Capacidad: 48,000 BTU

Tipo: Split

SEER: 11

Parámetros medidos

Corriente de líneas

L₁: 23.1 A

L₂: 23,25 A

Voltaje entre líneas

V_L: 217.8 V

Factor de Potencia promedio

FP: 0.94

Calculo de Potencia Aparente:

Para L₁

$$S = V * I \quad (\text{VA})$$

$$S = \frac{23.1 \text{ A} * 217.8 \text{ V}}{1000} \quad (\text{kVA})$$

$$S = 5.0311 \text{ kW}$$

Para L₂

$$S = V * I \quad (\text{VA})$$

$$S = \frac{23.25 \text{ A} * 217.8 \text{ V}}{1000} \quad (\text{kVA})$$

$$S = 5.0638 \text{ kVA}$$

$$S_{prom} = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

$$S_{prom} = \frac{5.0311 + 5.0638}{2}$$

$$S = 5.0475 \text{ kVA}$$

Calculo de potencia activa:

Para L₁

$$P_1 = \frac{S * \text{Cos}\varphi = V * I * \text{Cos}\varphi}{1000} \quad (\text{kW})$$

$$P_1 = \frac{217.8 \text{ V} * 23.1 \text{ A} * 0.94}{1000}$$

$$P_1 = 4.7293 \text{ kW}$$

Para L₂

$$P_2 = \frac{S * \cos\phi = V * I * \cos\phi}{1000} \text{ kW}$$

$$P_2 = \frac{217.8 \text{ V} * 23.25 \text{ A} * 0.94}{1000}$$

$$P_2 = 4.7600 \text{ kW}$$

Potencia Promedio Activa:

$$P_{prom} = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

$$P_{Prom} = \frac{4.7293 + 4.7600}{2}$$

$$P_{Prom} = 4.7446 \text{ kW}$$

Calculo de potencia Reactiva:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Despejando de la potencia aparente se obtiene la potencia Reactiva

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Para L₁

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \text{ (kVAr)}$$

$$Q = \sqrt{5.0311^2 - 4.7293^2}$$

$$Q = 1.7163 \text{ kVAr}$$

Para L₂

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = \sqrt{5.0638^2 - 4.7600^2}$$

$$Q = 1.7276 \text{ kVAr}$$

Calculo promedio de potencia reactiva

$$P_{prom} = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

$$P_{Prom} = \frac{1.7163 + 1.7276}{2}$$

$$P_{Prom} = 1.7218 \text{ KvAr}$$

Calculo costos de energía:

Tiempo de funcionamiento del equipo: 8 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6,1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Costo de Demanda de Potencia: 909.835 (C\$/kW-mes)

Factor de utilización:

$$F_{utilizacion} = \frac{t_{func}}{24 \text{ h}}$$

$$F_{utilizacion} = \frac{8}{24}$$

$$F_{utilizacion} = 0.333$$

Calculo de Energía:

$$E = P_{prom} * t_{func} * F_{utilizacion}$$

$$E = 4.7446 \text{ kW} * 8 \text{ h} * 0.333$$

$$E = 12.6510 \text{ kWh}$$

Calculo de Costos de Energía:

$$Costos = E * Costo_{kWh} * Dias_{funcionamiento}$$

$$Costos = 12.6510 \text{ kWh} * 6,1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kWh}} - \text{mes} \right) * 25$$

$$Costos = \text{C\$ } 1,958.5329$$

Calculo de Costos de potencia:

$$Costos = P * Costo_{kW} * F_{utilizacion}$$

$$Costos = 4.7446 \text{ kW} * 909.385 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 0.333$$

$$Costos = \text{C\$ } 1,436.78$$

Parámetros de placa

Capacidad: 60,000 BTU

Tipo: Split

SEER: 16

Parámetros medidos

Corriente de líneas

L₁: 22 A

L₂: 22.16 A

Voltaje entre líneas

V_L: 216.9 V

Factor de Potencia promedio

FP: 0.96

Calculo de Potencia Aparente:

Para L₁

$$S = V * I \text{ (VA)}$$

$$S = \frac{22 \text{ A} * 216.9 \text{ V}}{1000} \text{ (KVA)}$$

$$S = 4.7718 \text{ KVA}$$

Para L₂

$$S = V * I \text{ (VA)}$$

$$S = \frac{22.16 \text{ A} * 216.9 \text{ Vg}}{1000} \text{ (kVA)}$$

$$S = 4.8065 \text{ kVA}$$

$$S_{prom} = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

$$S_{Prom} = \frac{4.7718 + 4.8065}{2}$$

$$S = 4.7891 \text{ kVA}$$

Calculo de potencia activa:

Para L₁

$$P_1 = \frac{S * \cos\phi = V * I * \cos\phi}{1000} \text{ (kW)}$$

$$P_1 = \frac{216.9 \text{ V} * 22 \text{ A} * 0.96}{1000}$$

$$P_1 = 4.5809 \text{ kW}$$

Para L₂

$$P_2 = \frac{S * \cos\phi = V * I * \cos\phi}{1000} \text{ kW}$$

$$P_2 = \frac{216.9 \text{ V} * 22.16 \text{ A} * 0.96}{1000}$$

$$P_2 = 4.6142 \text{ kW}$$

Potencia Promedio Activa:

$$P_{prom} = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

$$P_{Prom} = \frac{4.5809 + 4.6142}{2}$$

$$P_{Prom} = 4.5975 \text{ Kw}$$

Calculo de potencia Reactiva:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Despejando de la potencia aparente se obtiene la potencia Reactiva

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Para L₁

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$Q = \sqrt{4.7718^2 - 4.5809^2}$$

$$Q = 1.3361 \text{ kVAr}$$

Para L₂

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (\text{kVAr})$$

$$Q = \sqrt{4.8065^2 - 4.6142^2}$$

$$Q = 1.3458 \text{ kVAr}$$

Calculo promedio de potencia reactiva:

$$P_{prom} = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

$$P_{prom} = \frac{1.3361 + 1.3458}{2}$$

$$P_{prom} = 1.3409 \text{ kVAr}$$

Calculo costos de energía:

Tiempo de funcionamiento del equipo: 8 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Costo de Demanda de Potencia: 909.835 (C\$/kW-mes)

Factor de utilización:

$$F_{\text{utilizacion}} = \frac{t_{\text{func}}}{24 \text{ h}}$$

$$F_{\text{utilizacion}} = \frac{8}{24}$$

$$F_{\text{utilizacion}} = 0.333$$

Calculo de Energía:

$$E = P_{\text{prom}} * t_{\text{func}} * F_{\text{utilizacion}}$$

$$E = 4.5809 \text{ kW} * 8 \text{ h} * 0.333$$

$$E = 12.2035 \text{ kWh}$$

Calculo de Costos de energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Costo}_{\text{kWh}} * \text{Dias}_{\text{funcionamiento}}$$

$$\text{Costos} = 12.2035 \text{ kWh} * 6,1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kWh}} - \text{mes} \right) * 25$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 1,889.2543$$

Calculo de Costos de potencia:

$$\text{Costos} = P * \text{Costo}_{\text{kW}} * F_{\text{utilizacion}}$$

$$\text{Costos} = 4.5975 \text{ kW} * 909.385 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right) * 0.333$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 1,392.23$$

Anexo VI

Memoria de Cálculo de Lámparas

Para: LED 1x18

Tiempo de Funcionamiento: 9 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Calculo de energía:

$$E = \frac{P * t_{funcionamiento}}{1000} kWh$$

$$E = \frac{18 W * 9}{1000}$$

$$E = 0.162 kWh$$

$$E = 4.05 kWh/mensual$$

Costos de Energía:

$$Costos = E * Dias_{funcionamiento} * Costo_{kWh}$$

$$Costos = 0.162 kWh * 25 * 6,1925 (C$/kW - mes)$$

$$Costos = 25.0796 C\$$$

Para: LED 2x18

Tiempo de Funcionamiento: 9 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Calculo de energía:

$$E = \frac{P * t_{funcionamiento}}{1000} kWh$$

$$E = \frac{18 W * 9}{1000} * 2$$

$$E = 0.324 \text{ kWh}$$

$$E = 8.1 \text{ kWh/mensual}$$

Costos de Energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Dias}_{\text{funcionamiento}} * \text{Costo}_{\text{kWh}}$$

$$\text{Costos} = 0.162 \text{ kWh} * 25 * 6,1925 \text{ (C\$/kW - mes)}$$

$$\text{Costos} = 25.0796 * 2$$

$$\text{Costos} = 50.1592\text{C\$}$$

Los costos totales se multiplican por 2 ya que es una lámpara LED 2x18 W

Para: Bombillo 100 W

Tiempo de Funcionamiento: 9 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Calculo de energía:

$$E = \frac{P * t_{\text{funcionamiento}}}{1000} \text{ kWh}$$

$$E = \frac{100 \text{ W} * 9}{1000}$$

$$E = 0.9 \text{ kWh}$$

$$E = 22.5 \text{ kWh/mensual}$$

Costos de Energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Dias}_{\text{funcionamiento}} * \text{Costo}_{\text{kWh}}$$

$$\text{Costos} = 0.9 \text{ kWh} * 25 * 6,1925 \text{ (C\$/kW - mes)}$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 139.3312$$

Para: LED 1x12

Tiempo de Funcionamiento: 9 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Calculo de energía:

$$E = \frac{P * t_{funcionamiento}}{1000} kWh$$

$$E = \frac{12 W * 9}{1000}$$

$$E = 0.108 kWh$$

$$E = 2.7 kWh/mensual$$

Costos de Energía:

$$Costos = E * Dias_{funcionamiento} * Costo_{kWh}$$

$$Costos = 0.108 kWh * 25 * 6,1925 (C\$/kW - mes)$$

$$Costos = C\$ 16.7197$$

Para: Bombillo LED 18 W

Tiempo de Funcionamiento: 9 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Calculo de energía:

$$E = \frac{P * t_{funcionamiento}}{1000} kWh$$

$$E = \frac{18 W * 9}{1000}$$

$$E = 0.162 kWh$$

$$E = 4.05 kWh/mensual$$

Costos de Energía:

$$Costos = E * Dias_{funcionamiento} * Costo_{kWh}$$

$$Costos = 0.162 kWh * 25 * 6,1925 (C\$/kW - mes)$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 25.0796$$

Para: 1x20 W

Tiempo de Funcionamiento: 9 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Factor de Balastro FB: 1.20

Calculo de energía:

$$E = \frac{P * t_{funcionamiento} * FB}{1000} \text{ kWh}$$

$$E = \frac{20 \text{ W} * 9 * 1.20}{1000}$$

$$E = 0.216 \text{ kWh}$$

$$E = 5.4 \text{ kWh/mensual}$$

Costos de Energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Dias}_{funcionamiento} * \text{Costo}_{kWh}$$

$$\text{Costos} = 0.216 \text{ kWh} * 25 * 6,1925 \text{ (C$/kW – mes)}$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 33.43$$

Para: 1x40 W

Tiempo de Funcionamiento: 9 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Factor de Balastro FB: 1.20

Calculo de energía:

$$E = \frac{P * t_{funcionamiento} * FB}{1000} kWh$$

$$E = \frac{40 W * 9 * 1.20}{1000}$$

$$E = 0.432 kWh$$

$$E = 10.8 kWh/mensual$$

Costos de Energía:

$$Costos = E * Dias_{funcionamiento} * Costo_{kWh}$$

$$Costos = 0.432 kWh * 25 * 6,1925 (C\$/kW - mes)$$

$$Costos = C\$ 66.879$$

Para: 2x20 W

Tiempo de Funcionamiento: 9 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Factor de Balastro FB: 1.20

Calculo de energía:

$$E = \frac{P * t_{funcionamiento} * FB}{1000} kWh$$

$$E = \frac{20 W * 9 * 1.20}{1000} * 2$$

$$E = 0.432 kWh$$

$$E = 10.8 kWh/mensual$$

Costos de Energía:

$$Costos = E * Dias_{funcionamiento} * Costo_{kWh}$$

$$Costos = 0.216 kWh * 25 * 6,1925 (C\$/kW - mes)$$

$$Costos = C\$ 33.4395 * 2$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 66.879$$

Para: 2x40 W

Tiempo de Funcionamiento: 9 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6.1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Factor de Balastro FB: 1.20

Calculo de energía:

$$E = \frac{P * t_{funcionamiento} * FB}{1000} \text{ kWh}$$

$$E = \frac{40 \text{ W} * 9 * 1.2}{1000} * 2$$

$$E = 0.864 \text{ kWh}$$

$$E = 21.6 \text{ kWh/mensual}$$

Costos de Energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Dias}_{funcionamiento} * \text{Costo}_{kWh}$$

$$\text{Costos} = 0.432 \text{ kWh} * 25 * 6,1925 \text{ (C\$/kW – mes)}$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 66.879 * 2$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 133.758$$

Anexo VII

Memoria de Cálculo de Electrodomésticos

Computadoras:

Datos de placa:

Corriente

L: 1.5 A

Voltaje

V: 110 V

Calculo de Potencia:

$$S = V * I \quad (W)$$

$$S = \frac{1.5 \text{ A} * 110 \text{ V}}{1000} \quad (\text{kW})$$

$$S = 0.165 \text{ kW}$$

Calculo costos de energía:

Tiempo de funcionamiento del equipo: 8 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6,1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Calculo de Energía Mensual:

$$E = P_{prom} * t_{func}$$

$$E = 0.165 \text{ kW} * 8 \text{ h} * 25 \text{ dias}$$

$$E = 33 \text{ kWh}$$

Calculo de Costos de Energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Costo}_{kWh}$$

$$\text{Costos} = 33 \text{ kWh} * 6,1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right)$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 204.3525$$

Refrigeradoras:

Datos de placa:

Corriente

L: 1.5 A

Voltaje

V: 115 V

Calculo de Potencia:

$$S = V * I \quad (\text{W})$$

$$S = \frac{1.5 \text{ A} * 115 \text{ V}}{1000} \quad (\text{kW})$$

$$S = 0.1725 \text{ kW}$$

Calculo costos de energía:

Tiempo de funcionamiento del equipo: 8 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6,1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Calculo de Energía:

$$E = P_{prom} * t_{func}$$

$$E = 0.1725 \text{ kW} * 12\text{h} * 25 \text{ dias}$$

$$E = 51.75 \text{ kWh}$$

Calculo de Costos de Energía:

$$\text{Costos} = E * \text{Costo}_{kWh}$$

$$\text{Costos} = 51.75 \text{ kWh} * 6,1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right)$$

$$\text{Costos} = \text{C\$ } 320.4618$$

Microondas:

Datos de placa

Corriente

L: 5.833 A

Voltaje

V: 120 V

Calculo de Potencia:

$$S = V * I \text{ (W)}$$

$$S = \frac{5.833 \text{ A} * 120 \text{ V}}{1000} \text{ (kW)}$$

$$S = 0.7 \text{ kW}$$

Calculo costos de energía:

Tiempo de funcionamiento del equipo: 2 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6,1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Calculo de Energía Mensual:

$$E = P_{prom} * t_{func}$$

$$E = 0.7 \text{ kW} * 2 \text{ h} * 25$$

$$E = 35 \text{ kWh}$$

Calculo de Costos de Energía:

$$Costos = E * Costo_{kWh}$$

$$Costos = 35 \text{ kWh} * 6,1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right)$$

$$Costos = \text{C\$ } 216.7375$$

Mantenedoras:

Datos de placa

Corriente

L1: 3.6 A

Voltaje

V: 110 V

Calculo de Potencia:

$$S = V * I \quad (W)$$

$$S = \frac{3.6 \text{ A} * 120 \text{ V}}{1000} \quad (\text{kW})$$

$$S = 0.432 \text{ kW}$$

Calculo costos de energía:

Tiempo de funcionamiento del equipo: 16 h

Días de Funcionamiento: 25 días

Costo del kWh: 6,1925 (C\$/kW-mes) Tomada de INE del mes de abril

Calculo de Energía:

$$E = P_{prom} * t_{func}$$

$$E = 0.432 \text{ kW} * 16 \text{ h} * 25 \text{ dias}$$

$$E = 172.8 \text{ kWh}$$

Calculo de Costos de Energía:

$$Costos = E * Costo_{kWh}$$

$$Costos = 172.8 \text{ kWh} * 6,1925 \left(\frac{\text{C\$}}{\text{kW}} - \text{mes} \right)$$

$$Costos = \text{C\$ } 1,070.064$$

Anexo VIII

Censo de máquinas

PIM	Cantidad
Sierra eléctrica	1
Motor 1/2HP	1
Taladro	2
Máquina para molde	1
Cepilladora	2
Cortadora 1800W(circular)	1
Capeadora	1
Sin fin 2 HP	1
Compresor 3 1/2 HP	1

Laboratorio de Máquinas y Herramientas	Cantidad
Tornos	6
Sierra Eléctrica	1
Cepilladora	1
Compresor	1
Moldeadora	2
Fresadora	3
Taladros Eléctricos	2
Esmeriladora	1

Laboratorio de Edafología	Cantidad
Hornos 110 V	1
Hornos 220 V	4
Balanzas	2

Laboratorio de suelos	Cantidad
Mezcladora	1
Batidora	2
Refrigeradoras	2
Cortadora	1

Laboratorio de Soldadura	Cantidad
Soldadores	10
Extractor de Humo	1
Molinos	1

Anexo IX

Tabla de aires acondicionados de mayor eficiencia.

Aires Acondicionados de mayor eficiencia								
Dependencia	Ubicación	Tipo	Capacidad BTU	SEER	Potencia Kw	Energia	Costos de Energia	Costos de Demanda de potencia C\$/kW
						Kwh/mes	C\$/kWh	
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1016 P/B	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1016 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1017 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1017 P/B	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1018 P/B	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1018 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1019 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1019 P/B	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1020 P/B	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1020 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1021 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1021 P/B	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1022 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1022 P/A	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1023 P/A	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1023 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1024 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1024 P/A	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1025 P/A	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1025 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37

Edif. Marlon Zelaya	Aula 1026 P/A	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1026 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1027 P/A	split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
Edif. Marlon Zelaya	Aula 1027 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1028 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1029 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1030 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1031 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1032 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1033 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1034 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1035 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1036 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1037 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1038 P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Julio Padilla	Aula 1039 P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edificio No1 FCYS	Aula 1040	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edificio No1 FCYS	Aula 1041	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edificio No1 FCYS	Aula A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edificio No1 FCYS	Aula B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edificio No1 FCYS	Aula C	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edificio No1 FCYS	Aula D	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Edificio No1 FCYS	Aula E	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
FTI	Planta alta Decano	Und Central	48000	17	3.14	160.13	991.61	832.12
FTI	Vicedecanatura P/A	Und Central	48000	17	3.14	160.13	991.61	832.12
FTI	Vicedecanatura P/A	Und Central	48000	17	3.14	160.13	991.61	832.12
FTI	Vicedecanatura P/A	Und Central	36000	23	1.74	88.77	549.70	461.28
FTI	Ingenieria mecanica P/A	Und Central	60000	18	3.70	189.04	1,170.65	982.36
FTI	Ingenieria mecanica P/A	Und Central	60000	18	3.70	189.04	1,170.65	982.36
FTI	Ingenieria mecanica P/A	Und Central	60000	18	3.70	189.04	1,170.65	982.36

FTI	Ingenieria mecanica P/A	Und Central	60000	18	3.70	189.04	1,170.65	982.36
FTI	Ingenieria mecanica P/A	Und Central	60000	18	3.70	189.04	1,170.65	982.36
FTI	Ingenieria industrial P/A	Und Central	48000	17	3.14	160.13	991.61	832.12
FTI	Ingenieria industrial P/A	Und Central	48000	17	3.14	160.13	991.61	832.12
FTI	Ingenieria industrial P/A	Und Central	48000	17	3.14	160.13	991.61	832.12
FTI	Secretaria de la facultad P/B	Split	36000	23	1.74	88.77	549.70	461.28
FTI	Secretaria de la facultad P/B	Split	24000	20	1.33	68.06	421.43	353.65
FTI	Secretaria de la facultad P/B	Split	24000	20	1.33	68.06	421.43	353.65
FTI	Aula especializada #2 P/B	Split	36000	23	1.74	88.77	549.70	461.28
FTI	Aula especializada #2 P/B	Split	36000	23	1.74	88.77	549.70	461.28
FTI	Aula especializada #1 P/B	Split	48000	17	3.14	160.13	991.61	832.12
FTI	Departamento de I + D P/B	Split	18000	23	0.87	44.38	274.85	230.64
FTI	Gerencia general FTI P/B	Split	18000	23	0.87	44.38	274.85	230.64
FTI	Vicedecanatura (Gerencia General) P/B	Split	18000	23	0.87	44.38	274.85	230.64
FTI	Laboratorio de computacion No1 P/B	Split	18000	23	0.87	32.61	201.93	197.69
FTI	Laboratorio de computacion No1 P/B	Split	18000	23	0.87	32.61	201.93	197.69
FTI	Laboratorio de computacion No1 P/B	Split	18000	23	0.87	32.61	201.93	197.69
FTI	Laboratorio de computacion No1 P/B	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FTI	Laboratorio de computacion No1 P/B	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FTI	Oficina coordinacion P/B	Split	24000	0	0	0	0	0
FTI	Centro de documentacion P/B	Split	48000	17	3.14	160.13	991.61	832.12
FTI	Sala de profesores P/B	Split	48000	17	0	0	0	0
FTI	Oficina de investigacion	Split	24000	20	0	0	0	0
Areas de FTI	La innova	split	36000	23	0	0	0	0
Areas de FTI	Lab de electrotecnia	Ventana	12000	24	0.56	28.36	175.60	147.35
Areas de FTI	Lab. de electrotecnia	split	48000	17	3.14	117.65	728.53	713.24
Areas de FTI	Lab. de computacion No2	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
Areas de FTI	Lade computacion No2	split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
Areas de FTI	Sala de dibujo No1 FTI	split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
Areas de FTI	Sala de dibujo No1 FTI	split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02

Areas de FTI	Taller automotriz FTI	split	24000	20	1.33	50.00	309.63	303.13
Areas de FTI	Edificio taller mecanica	split	12000	24	0.56	20.83	129.01	126.30
Areas de FTI	Aula de usos multiples	split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
Areas de FTI	DITIC Ubicado edificio No 5	split	60000	18	3.70	2,222.22	13,761.11	3,368.09
Areas de FTI	DITIC Ubicado edificio No 5	split	48000	17	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio Plantas termicas	Ventana	18000	23	0.87	3.62	22.44	65.90
Areas de FTI	Oficina Maquinas Herramientas	Ventana	12000	24	0.56	37.04	229.35	168.40
Areas de FTI	Laboratorio de metales FTI	split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
Areas de FTI	Dpto. Seguridad industrial	split	36000	23	0	0	0	0
Areas de FTI	Dpto. Seguridad industrial	split	48000	17	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Ud. Central	48000	17	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Split	18000	23	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Split	18000	23	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Split	18000	23	0	0	0	0
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Ventana	24000	20	1.33	50.00	309.63	303.13
Areas de FTI	Laboratorio de metrologia	Split	24000	20	0	0	0	0
Administración	Salon Areito	Split	60000	18	3.70	61.73	382.25	561.35
Administración	Salon Areito	Split	60000	18	3.70	61.73	382.25	561.35
Administración	Salon Areito	Split	60000	18	3.70	61.73	382.25	561.35
Administración	Etica y transparencia	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
Administración	Division de finanzas (Caja)	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
Administración	Caja division Financiera	Split	12000	24	0.56	37.04	229.35	168.40
Administración	Centro de reproduccion	Split	48000	17	0	0	0	0
Administración	Librería Universitaria Aldana	Split	36000	23	1.74	260.87	1,615.43	790.77
Administración	Oficina PAUS P/A Edif. Julio Padilla	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
Administración	Oficina PAUS P/B Edif. Julio Padilla	Split	48000	17	3.14	209.15	1,295.16	950.99
Administración	Comisariato Entrada principal	Split	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17
Administración	Comisariato Entrada principal	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
Administración	Oficina del STUNI	Split	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17
Administración	Sala de espera de Administracion	Split	36000	23	1.74	7.25	44.87	131.79

Administración	Dirección de servicios administrativos	Split	18000	23	0.87	57.97	358.99	263.59
Administración	Adquisiciones	Split	18000	23	0.87	57.97	358.99	263.59
Administración	Servicios Administrativos	Split	9000	27	0.37	24.69	152.90	112.27
Administración	Sala de conferencia	Split	36000	23	1.74	16.30	100.96	197.69
Administración	Servicios Generales	Split	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17
Administración	Oficina delegada administrativa	Split	18000	23	0.87	57.97	358.99	263.59
Administración	Oficina de Registro	Split	18000	23	0.87	57.97	358.99	263.59
Administración	Oficina planta telefonica	Ventana	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17
Administración	Bodega administrativa	split	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17
Administración	Oficina ATD Edificio No5 P/A	split	18000	23	0.87	32.61	201.93	197.69
Administración	Casa Protocolo Bello Horizonte	split	9000	27	0	0	0	0
Administración	Casa Protocolo Bello Horizonte	split	12000	21	0	0	0	0
Administración	Casa Protocolo Bello Horizonte	split	9000	27	0	0	0	0
Administración	Oficina RRHN	split	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17
Biblioteca	Despacho P/B	split	40000	21	2.12	220.46	1,365.19	801.93
Biblioteca	Dirección Biblioteca P/B	Ud. Central	48000	17	3.14	209.15	1,295.16	950.99
Biblioteca	Despacho P/B	split	48000	17	3.14	326.80	2,023.69	1,188.74
Biblioteca	Laboratorio de Computación P/B	split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
Biblioteca	Hemeroteca P/B	split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
Biblioteca	Hemeroteca P/B	split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
Biblioteca	Biblioteca P/A Sala de estudio	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Biblioteca	Biblioteca P/A Sala de estudio	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Biblioteca	Biblioteca P/A Sala de estudio	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Biblioteca	Hemeroteca P/B	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Biblioteca	Sala de estudio P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Biblioteca	Sala de estudio P/A	split	60000	18	3.70	385.80	2,389.08	1,403.37
Biblioteca	Sala de estudio P/A	split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
Biblioteca	Sala de estudio P/A	split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
Biblioteca	Sala de estudio P/A	split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
Biblioteca	Sala de estudio P/A	Ud. Central	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70

FTC	Depto de Construccion Lab.suelos P/A	Split	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17
FTC	Depto Hidraulica	Split	18000	23	0.87	57.97	358.99	263.59
FTC	Lab. Hidraulica	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FTC	Depto Hidraulica	Split	18000	23	0.87	57.97	358.99	263.59
FTC	Depto Hidraulica	Split	18000	23	0.87	57.97	358.99	263.59
FTC	Depto Hidraulica	Split	18000	23	0	0	0	0
FTC	Lab.Computacion FTC	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FTC	Depto Hidraulica	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FTC	Lab.Computacion FTC	Split	60000	18	0	0	0	0
FTC	Sala de Dibujo FTC	Split	48000	17	3.14	209.15	1,295.16	950.99
FTC	Sala de Dibujo FTC	Split	48000	17	3.14	209.15	1,295.16	950.99
FTC	Vicedecanatura	Split	12000	24	0.56	37.04	229.35	168.40
FTC	Aula Especializada 01	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FTC	Aula Especializada 02	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FTC	Depto Registro Academico	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FTC	Sala de Espera Decanatura	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FTC	Sala de Conferencia FTC	Split	12000	24	0.56	37.04	229.35	168.40
FTC	Oficina Decanatura	Split	9000	27	0.37	24.69	152.90	112.27
FTC	Decanatura FTC	Split	12000	24	0.56	37.04	229.35	168.40
FTC	Oficina Secretario Academico	Split	12000	24	0.56	37.04	229.35	168.40
FTC	Contabilidad FTC	Split	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17
FTC	Depto de Registro Academico	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FTC	Aula Especializada 01	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FTC	Aula Especializada 02	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FTC	Laboratorio Computacion 01	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FTC	Culminacion de Estudios	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FTC	Centro de Documentacion	Split	60000	18	0	0	0	0
FTC	Centro de Documentacion	Split	60000	18	0	0	0	0
FTC	Laboratorio Edafologia	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Decanatura P/B	Split	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17

FCYS	Decanatura P/B	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FCYS	Vicedecanatura	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FCYS	Depto de Informatica y admon	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FCYS	Depto de Informatica y admon	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FCYS	Depto de Informatica y admon	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FCYS	Depto de Fisica	Split	48000	17	3.14	209.15	1,295.16	950.99
FCYS	Depto de Fisica	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FCYS	Nodo FCYS	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FCYS	Lab de sala de usos multiples #2	Split	60000	18	3.70	2,222.22	13,761.11	3,368.09
FCYS	Lab de sala de usos multiples #2	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FCYS	Depto de Idiomas #2	Split	12000	24	0.56	37.04	229.35	168.40
FCYS	Depto de Idiomas #2	Split	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17
FCYS	Depto de Idiomas #2	Split	24000	20	1.33	88.89	550.44	404.17
FCYS	Depto de Matematicas	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FCYS	Depto de Matematicas	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
FCYS	Depto de Ing.Sistema #2	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Depto de Sociales P/A	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Lab de Ciencias y Sistemas Julio Guevara	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Lab de Ciencias y Sistemas Julio Guevara	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Lab Sistemas Julio Guevara	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Lab Comp. Ciencias Basicas Julio Guevara	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Lab Comp. Ciencias Basicas Julio Guevara	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Lab Comp. Ciencias Basicas Julio Guevara	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Laboratorio Comp.CNEG	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Laboratorio Comp.ADPA	Split	36000	23	1.74	65.22	403.86	395.38
FCYS	Sala de proyecto Julio Guevara	Split	36000	23	1.74	65.22	403.86	395.38
FCYS	Sala de Medios Audiovisuales	Split	36000	23	1.74	115.94	717.97	527.18
FCYS	Sala de Medios Audiovisuales	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Sala de Consultas Especia Julio Guevara	Split	24000	20	1.33	50.00	309.63	303.13
FCYS	Sala de Consultas Especial Julio Guevara	Split	24000	20	1.33	50.00	309.63	303.13

FCYS	Soporte Tecnico Julio Guevara	Ventana	24000	20	1.33	22.22	137.61	202.09
FCYS	Computacion CNEG	Split	60000	18	3.70	138.89	860.07	842.02
FCYS	Culminacion de Estudios #1	Split	36000	23	1.74	65.22	403.86	395.38
FCYS	Auditorio de Sistemas	Split	48000	17	3.14	209.15	1,295.16	950.99
FCYS	Depto de PROMECYS	Split	24000	20	1.33	50.00	309.63	303.13
FCYS	Secretaria FYCS #1	Split	36000	23	1.74	65.22	403.86	395.38
FCYS	Secretaria FYCS #1	Split	24000	20	1.33	50.00	309.63	303.13
FCYS	Laboratorio Fisica-Mec P/A #5	Split	24000	18	1.48	55.56	344.03	336.81
FCYS	Laboratorio Fisica-Mec P/A #5	Split	24000	20	1.33	22.22	137.61	202.09
Vicerrectoria I+D FCYS	Laboratorio de Biomasa	Split	36000	23	0	0	0	0
Vicerrectoria I+D FCYS	Oficina Biomasa	Split	18000	23	0	0	0	0
Vicerrectoria I+D FCYS	Laboratorio de Biomasa	Split	18000	23	0	0	0	0
Vicerrectoria I+D FCYS	Laboratorio de Biomasa	Split	36000	23	1.74	88.77	549.70	461.28
Vicerrectoria I+D FCYS	Oficina Biomasa	Split	24000	20	1.33	68.06	421.43	353.65
Vicerrectoria I+D FCYS	Oficina Biomasa	Split	24000	20	1.33	68.06	421.43	353.65
Vicerrectoria I+D FCYS	Laboratorio de Biomasa	Split	36000	23	0	0	0	0
D.B.E	UNEN Industrial	Split	18000	23	0.87	90.58	560.91	329.49
D.B.E	UNEN Mecanica	Split	18000	23	0.87	90.58	560.91	329.49
D.B.E	UNEN FCYS	Split	24000	20	1.33	138.89	860.07	505.21
D.B.E	UNEN civil-Agricola(Sala de conferencia)	Split	36000	23	1.74	181.16	1,121.83	658.97
D.B.E	UNEN civil-Agricola(Sala de espera)	Split	36000	23	0	0	0	0
D.B.E	UNEN Civil	Split	9000	27	0.37	38.58	238.91	140.34
D.B.E	UNEN Agricola	Split	24000	20	1.33	138.89	860.07	505.21
D.B.E	Marlo Zelaya CER P/B	Split	24000	23	1.16	120.77	747.89	439.32
D.B.E	UNEN presidente de recinto	Split	24000	20	1.33	138.89	860.07	505.21
D.B.E	UNEN presidente de recinto	Split	24000	20	1.33	138.89	860.07	505.21
D.B.E	Direccion bienestar estudiantil	Split	18000	23	0.87	57.97	358.99	263.59
D.B.E	Direccion bienestar estudiantil	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
D.B.E	Departamento de deporte MZ P/A	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
D.B.E	Departamento de deporte MZ P/A	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70
D.B.E	Dpto. de Cultura Marlon Zelaya P/B	Split	60000	18	3.70	246.91	1,529.01	1,122.70

Anexo X

Proformas



COTIZACION

CALLE 14 DE SEPTIEMBRE, DEL EDIFICIO P del H 1 1/2 AL ESTE

Telf 2248-3877 2248-3878/80 , Fax 2249-6473

www.coirsanicaragua.com

ventas@coirsanicaragua.com

Sucursales Atagracia, Bello Horizonte, Calle 14 de Septiembre

No.Ruc: J031000001529

5/12/2019

Cliente: JUAN CARLOS JARQUIN ORTEGA

Dirección:

Vendedor: Vanessa Jiron Tercer

Teléfono: 5850-4030

Doc. No.: 0000194982

Unidades	Nombre	Precio	Total
1.00	EVAP.9KBTUMS11P-09HRFN1-MZ10GW(A)SEE	6,701.41	6,701.41
1.00	COND.9KBTUMOZ-09HFN1-MZ10GWSEER27D	12,963.37	12,963.37
1.00	EVAP 18000BTU 230V-60HZSEER23MSABE-18C	7,788.05	7,788.05
1.00	COND18000BTU 230V-60HZSEER23MOCA30-1	16,506.57	16,506.57
1.00	EVAPP/T36KBTU220VR410AMUE-36CRDN1-S	12,063.24	12,063.24
1.00	CONDP/T36KBTU/HSEER16MOV-36CDN1230	29,886.78	29,886.78

Concepto: Oferta valida por 8 dias, Entrega inmediata;
precio en cordobas, Equipos marca Midea, Inverter,
Eficiencia 9,000 : 27, 18,000 : 23, 36,000 : 16, Garantia de
1 año

Sub Total : C\$ 85,909.43

Total Impuesto : C\$ 12,886.41

Retencion: C\$ 0.00

Gran Total : C\$ 98,795.84

Nuestros precios son los mejores, equivalentes a la calidad ofrecida. Si tiene una mejor oferta consúltenos



FACTURA PROFORMA

No. RUC: J0310000121257

Cliente: Juan Carlos Jarquin Ortega
 Representante: Juan Carlos Jarquin Ortega
 Actividad: Suministro e instalacion de Aire Acondicionado
 Email: _____
 Teléfono / Fax: _____
 Fecha: 06/12/2019

Vendedor: Gema Mojica
 Numero: 22663447 EXT# 111
 Email: g.mojica@ambienteclimatizado.com
 Validez (días): 15 días calendario
 Forma de pago: Contado
 Tiempo de Entrega: Inmediata
 Duración / trabajos: 1 día

Dirección: Managua

Cantidad	Descripción	Prc. Unitario	Total US\$
1	Aire acondicionado tipo Split Pared de 9,000BTU, SEER 23, Inverter Marca DAIKIN MCQUAY , Refrigerante Ecologico R410a 208/230/60Hz	\$ 790.00	\$ 790.00
1	Aire acondicionado tipo Split Pared de 12,000BTU, SEER 23, Inverter Marca DAIKIN MCQUAY, Refrigerante Ecologico R410a 208/230/60Hz	\$ 810.00	\$ 810.00
1	Aire acondicionado tipo Split Pared de 18,000BTU, SEER 23, Inverter Marca DAIKIN MCQUAY, Refrigerante Ecologico R410a 208/230/60Hz	\$ 940.00	\$ 940.00
1	Aire acondicionado tipo Split Pared de 24,000BTU, SEER 23, Inverter Marca DAIKIN MCQUAY Refrigerante Ecologico R410a 208/230/60Hz	\$ 1,140.00	\$ 1,140.00
1	Instalacion de unidad de aire acondicionado split pared	\$ 80.00	\$ 80.00
		Sub Total	\$3,760.00
		I.V.A.	\$564.00
		Total	\$4,324.00



En Caso de ser aceptada nuestra oferta, favor remitirla sellada y firmada.

CLIMATIZANDO TU MUNDO

Garantía:

Forma de Pago: 70.00% Adelanto 0.00% a la puesta de los equipos en el sitio de la obra
por Avance 30.00% a la recepción final de los trabajos
 Crédito de: 0 días a partir de la fecha de recibido los trabajos
 Observación: Elaborar cheque a nombre de AMBIENTE CLIMATIZADO, S.A

Ambiente Climatizado, S.A; no se hace responsable por atrasos generados por las obras civiles, Instalación no cubre Acometidas Eléctricas

Elaborado Por:
 Ing. Gema Mojica
 Departamento de Ventas.
 Delicias del Volga 2c Abajo M/I
 Tel:22663447

Autorizado por:

 Nombre y Firma del Cliente



FOGEL DE NICARAGUA, S.A.

VIVE EL FRÍO !!

Km. 5.5 Carretera Norte 300 mts norte. Telf: 2249-0710 Fax: 2249-0810

www.fogel.com.ni



Refrigeración con responsabilidad

PROFORMA

Ciente: Juan Carlos Jarquin

Fecha: 05-dic-19

Atención: El mismo

No. Prof. 14112035

Dirección: Managua

E-mail: jjarquin1996@gmail.com

Fax/Telf: 58504030

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO UNITARIO	DESC. UNIT	SUB TOTAL
050322	QIN0618H2V31(I) Evap. Pared 12KBtu, Seer 24, 220/1/60, R-4	1	283.82	127.15	156.67
050323	QIN0618H2V31(O) Cond. 12KBtu, Inverter Seer 24, R410a, 22	1	646.40	290.88	355.52
01-EL-691-FG	Protector de Voltaje Monivolt 16A 1 hp 115/230v	1	32.65	32.65	0.00
Unidad de 12,000Btu Inverter Seer 24, R410a, 220/1/60, Fogel-Innovair.					



Plazos	Primas	Cuotas
	0.00	0.00
	0.00	0.00
	0.00	0.00

Entrega:	En equipos Inmediata
Garantía:	12 Meses
Forma de pago:	Efectivo(No Tarjeta)
Plazo:	30 Dias

SUB TOTAL	\$ 512.19
IVA	\$ 76.83
TOTAL	\$ 589.02

LISTA: LISTA ACTUAL

PROFORMA VALIDA POR 8 DIAS SE NOS RETIENE IR Y ALCALDIA

Estimado cliente, usted puede hacer el pago de su factura en Córdobas o en Dólares, pero si lo hace en Córdobas, deberá ajustar su valor convirtiendo la cantidad en Dólares aquí expresada en base al tipo de cambio oficial que esté vigente el día que nos realice el pago" Arto 16 Ley monetaria

TIPO DE CAMBIO PARA PAGOS EN CORDOBAS DURANTE EL MES 34 X US \$1.00

ASESOR: Salomon Rodriguez Cel:75162702



CLIMATIZAMOS CON ORGULLO

COTIZACION ESDZ 05122019



Factura Proforma

Cliente: Juan Carlos Jarquin Ortega
Atencion: _____
Email: juanjarquin9622@gmail.com
Direccion: Managua



Fecha: 05-dic-19
Telefono: _____
Entrega: Inmediato

DETALLE DE LA PROPUESTA						
UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO TIPO INVERTER						
CANTIDAD	DESCRIPCION			PREC / UNIT	PREC / TOTAL	
1	Marca:	MCQUAY	Refrigerante:	R-410	\$ 715.04	\$ 715.04
	Capacidad:	12,000 BTU	Tipo:	PARED		
	Voltaje:	220V	SEER:	22		
	Modelo: MQIS-234012					
1	Marca:	MCQUAY	Refrigerante:	R-410	\$ 863.00	\$ 863.00
	Capacidad:	18,000 BTU	Tipo:	PARED		
	Voltaje:	220V	SEER:	20		
	Modelo: MQIS-234018					
1	Marca:	MCQUAY	Refrigerante:	R-410	\$ 1,056.00	\$ 1,056.00
	Capacidad:	24,000 BTU	Tipo:	PARED		
	Voltaje:	220V	SEER:	20		
	Modelo: MQIS-234024					
1	Marca:	MCQUAY	Refrigerante:	R-410	\$ 1,393.00	\$ 1,393.00
	Capacidad:	36,000 BTU	Tipo:	PARED		
	Voltaje:	220V	SEER:	18		
	Modelo: MQIS-184036					
1	Marca:	MCQUAY	Refrigerante:	R-410	\$ 1,927.00	\$ 1,927.00
	Capacidad:	48,000 BTU	Tipo:	PISO TECHO		
	Voltaje:	220V	SEER:	17		
	Modelo: MQS-174048-CFC216A / MQIU-174048-HCU216A					
1	Marca:	MCQUAY	Refrigerante:	R-410	\$ 2,061.00	\$ 2,061.00
	Capacidad:	60,000 BTU	Tipo:	PISO TECHO		
	Voltaje:	220V	SEER:	17		
	Modelo: MQS-174060-CFC216A / MQIU-174060-HCU216A					
En caso de ser aceptada nuestra oferta, favor remitirla sellada y firmada. Solo aplica para pagos en efectivo, así como cheque de cancelación del valor total de esta oferta o envío de minuta de transferencia a cuentas de Airtec, S.A				SUB Total	\$ 8,015.04	
				IVA 15%	\$ 1,202.26	
				TOTAL	\$ 9,217.30	
Garantía	1 año en equipos por desperfectos de fabrica, en compresor y fallas electricas no hay garantia.					
Forma de Pago:	Contado					
Crédito de:	0	días a partir de la fecha de recibido los trabajos (pago final)				
Cargos x Mora:	0.15 %	sobre saldo por día de retraso después de la fecha de vencimiento del crédito.				
Observación:	Elaborar el cheque a nombre de AIRTEC, S.A./Tasa de Cambio paralela a la de Bancentro.					



COTIZACION

CALLE 14 DE SEPTIEMBRE, DEL EDIFICIO P del H 1 1/2 AL ESTE

Telf 2248-3877 2248-3878/80 , Fax 2249-6473

www.coirsanicaragua.com

ventas@coirsanicaragua.com

Sucursales Altagracia, Bello Horizonte, Calle 14 de Septiembre

No.Ruc: J0310000001529

5/12/2019

Cliente: JUAN CARLOS JARQUIN ORTEGA

Dirección:

Vendedor: Vanessa Jiron Tercer

Teléfono: 5850-4030

Doc. No.: 0000194981

Unidades	Nombre	Precio	Total
1.00	EVAP.12KBTUMS11M-12HRFN1-MV0SWSEER2	8,902.15	8,902.15
1.00	COND.12KBTUMOC-12HRFN1-MV0SWSEER21	18,848.26	18,848.26
1.00	EVAP23000BTU230V-60HZSEER20MSABE-23C	10,305.01	10,305.01
1.00	COND 24000BTU230V-60HZSEER20MOD30-22	22,173.79	22,173.79

Concepto: Oferta valida por 8 dias, Entrega inmediata,
Precio en cordobas, Equipos marca Midea, Inverter,
Eficiencia 21, Garantia de 1 año

Sub Total : C\$ 60,229.21

Total Impuesto : C\$ 9,034.38

Retencion: C\$ 0.00

Gran Total : C\$ 69,263.59

SILVA INTERNACIONAL, S.A.

SINSA RADIAL
ROTONDA CRISTO REY 200 MTS AL SUR
TEL: 22558989
radial@sinsa.com.ni

RUC: J0310000001812
ASFC 01/0015/02/2019/4

Tienda: 15 Caja: 10
Fecha: 13/12/19 Hora: 9:24 AM
Ticket 10828
Vendedor: 5830 (Jose Sandoval)
Cajero: 5830

Nombre:
Clientes Varios
NATIONAL_ID# :0013103920013T
MANAGUA
MANAGUA
Municipalidad: MANAGUA

C O T I Z A C I O N
Q 0 0 1 5 0 1 0 0 0 1 3 5 2

Articulo

<u>%BU%</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio</u>	<u>Precio en \$</u>	<u>Importe</u>	<u>Monto en \$</u>
LUMINARA LED 503PLUS 48 2X18W 1X4 DP C/TUBO - EA					
100609868	1	941.40	27.73	941.40	27.73
NUMEROS-HTS:9405102000900					
DIFUSOR 2X4 PRISM. S/MARCO - EA					
100616822	1	340.52	10.04	340.52	10.04
NUMEROS-HTS:9405921000000					
TUBO LED 18W T8 6500K 865 FR VIDRIO SYLVANIA - EA					
100681721	2	152.10	4.49	304.20	8.97
NUMEROS-HTS:8539500000900					
BOMBILLA LED E27 25000HRS 100V-240V HIGH LUMEN PHILIPS:16W:A25:6500K - EA					
100774206	1	427.42	12.59	427.42	12.59
NUMEROS-HTS:8539500000900					
CEPO PLATO PARA BOMBILLA E27 OVAL BTICINO:BLANCO:PLASTICO:150W - EA					
101003307	1	46.27	1.37	46.27	1.37
NUMEROS-HTS:8536610000000					
LUMINARIA P/TUBO LED STRIP FLAT 1T 48 PULG S/T ILU - EA					

100650803 1 276.00 8.13 276.00 8.13
NUMEROS-HTS:9405102000900}

Subtotal 2,335.81
Subtotal en \$ 68.81
Impuesto 15% 240.63

Total 2,576.44
Total en \$ 75.89
Tipo de cambio 33.95

FORMA DE PAGO

Gracias por visitar nuestra tienda Clientes.
¡Esperamos verte pronto!

"Ver politica de devolucion al reverso" "Conserve su factura" "Reclamos de pisos y azulejos quebrados debe ser en un maximo de 15 dias".

NOTA: No se aceptan cambios una vez aprobada la oferta, que fue hecha con base a datos suministrados. Los precios estan sujetos a cambios sin previo aviso.
SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES, ESTAMOS EXENTOS DEL 2% DGI Y 1% ALM

El retiro del producto debe ser en un maximo de 72 horas. De lo contrario no garantizamos la disponibilidad del inventario.

Recuento de articulos vendidos = 7



TJGM1111K11F11L1H4RNSJ

Copia de cliente

Nuestros precios son los mejores, equivalentes a la calidad ofrecida. Si tiene una mejor oferta consútenos



No. RUC: J0310000121257



Innovation never felt so good.™



Air Conditioning and Heating

Cliente:	Camilo Membreño Brenes
Represent:	Camilo Membreño Brenes
caso	Suministro e instalacion de Ac piso techo
Email:	
Teléfono /	
Fecha:	16-dic-19

Vendedor:	Lic. Yahosca Velasquez
Numero:	82401426-75309524
Email:	
Validez (Oferta)	15días
Forma de pago	
Tiempo de Entrega:	Inmediata
Duración / trabajos	

Managua

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	TOTAL US\$
1	1	Unidad de Aire Acondicionado de 36,000 BTU evaporador-condensador 220 vol seer 16 FREON R410 ECOLOGICO MARCA: COMFORT STAR	\$1,540.00	\$1,540.00
1	1	Unidad de Aire Acondicionado de 48,000 BTU evaporador-condensador 220 vol seer 16 FREON R410 ECOLOGICO MARCA: COMFORT STAR	\$1,843.47	\$1,843.47
2	1	Unidad de Aire Acondicionado de 60,000 BTU evaporador-condensador 220 vol seer 13 FREON R410 ECOLOGICO MARCA: COMFORT STAR	\$1,990.00	\$1,990.00
2	3	Instalacion Estandar	\$100.00	\$300.00
3		INCLUYE: Montaje de condensadora y Evaporadora, Acoplamiento de tubería 12 pies de distancia con su Insulacion de armaflex incluido, suministro e instalación de tubería de drenaje, suministro e instalación de soportaria de condensadora elaborada a base de angulares y pintura anticorrosiva, carga completa de refrigerante y mano de obra profesional.		
			Subtotal	\$5,673.47
			I.V.A.	\$851.02
			Total	\$6,524.49

Filtro deshidratador Ojo Visor Protector de Voltaje

En Caso de ser aceptada nuestra oferta, favor remitirla sellada y firmada CLIMATIZANDO TU MUNDO



Garantía: **5 años por compresor. 2 año partes del equipo.**

Forma de Pago: 0.00% Adelanto 0.00% a la puesta de los equipos en el sitio de la obra
100.00% por Avance 100.00% a la recepción final de los trabajos

Crédito de: _____ días a partir de la fecha de recibido los trabajos

Observación: Elaborar cheque a nombre de AMBIENTE CLIMATIZADO,S.A

Ambiente Climatizado,S.A; no se hace responsable por atrasos generados por las obras civiles,Instalacion no cubre Acometidas Electricas

Elaborado Por:
Lic. Yahosca Velasquez
Departamento de Ventas
Delicias del Volga 2c Abajo M/I
Tel:22663447

Autorizado por:
Nombre y Firma del Cliente