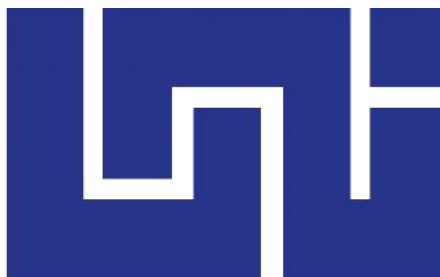


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROTOCOLO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO



TITULO:

“AUDITORIA ENERGÉTICA EN EL RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA EXCEPTUANDO EL CENTRO
UNIVERSITARIO IES.”

Elaborado por:

Br. Arguello Lira Oswaldo Nehemías N°: 2016-1034U

Br. Gaitán Fuentes Ricardo De Jesús N°: 2016-0277U

Tutor: Ing. Marlon A. Gutiérrez G.

Managua, Nicaragua

diciembre del 2021

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, damos gracias a dios, por habernos guiado y darnos la fuerza durante el proceso de aprendizaje y llevar a cabo este trabajo producto de nuestro esfuerzo.

A nuestro tutor, el Ingeniero Marlon Gutiérrez, quien con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó en la investigación. De igual forma al departamento de energía renovable (DFAE) por brindarlos las herramientas necesaria y equipo de precisión.

Así mismo a la ingeniera Sen Córdoba, por brindar permisos a área que nos restringieron, y brindar apoyo durante este tiempo.

Y en general, a todas aquellas personas que de una u otra manera y de forma incondicional, aportaron un granito de arena para hacer realidad este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por habernos dado la vida, salud, por brindarme oportunidades y abrirme puerta siempre, para culminar nuestros estudios profesionales.

A nuestros padres por ser nuestro ejemplo de superación, quienes a lo largo de nuestra vida nos han guiado y apoyado, para llegar hacer unos profesionales en la vida.

A nuestro tutor ingeniero Marlon Gutiérrez por su apoyo incondicional, en el desarrollo monográfico.

Tema:

**AUDITORÍA ENERGÉTICA EN EL RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN
BOLÍVAR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
EXCEPTUANDO EL CENTRO UNIVERSITARIO IES.**

Resumen

El presente documento muestra el resultado obtenido de la auditoría energética, efectuadas en el Recinto Universitario Simón Bolívar (UNI), la cual se encuentra ubicada en Managua.

El desarrollo de la auditoría energética, se encuentra en tres etapas: la primera etapa muestra una breve introducción y censo de cargas en las áreas delimitadas, pliego tarifario vigente con la tarifa correspondiente de su nivel potencial eléctrica instalada (kW)

La segunda etapa presenta las actividades propias de la fase pre diagnóstico comprende reconocimiento preliminar de las instalaciones física del recinto universitario, realizado un estudio previo.

La tercera etapa corresponde al diagnóstico, se describe el tercer capítulo, donde se presenta el estado actual de la instalación eléctrica y equipos. Con el objetivo de diagnosticar la problemática existen en el sistema eléctrico, a través de la medición de parámetros eléctricos en los alimentadores. Declarando la propuesta de mejora sobre la base de la carga que origina consumo innecesario de energía eléctrica, desde el punto de vista eléctrico y económico

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN	VII
ÍNDICE DE TABLA	VIII
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTE	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
OBJETIVOS	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
CAPÍTULO 1.....	7
1.1. Auditoría eléctrica	8
1.2. Eficiencia energética	8
1.3. Objetivo de la auditoría eléctrica	8
1.4. La implementación de un sistema de auditoría eléctrica permite:	8
1.5. Beneficios de realizar una auditoría eléctrica	9
1.6. Entre algunas de ellos podemos mencionar:	9
1.7. Clases de auditorías eléctricas	9
1.7.1 De Nivel 1: Auditoría Preliminar	9
1.7.2 De Nivel 2: Auditoría detallada:	9
1.8 De Nivel 3: Auditoría especial	10
1.8. Ámbito de actuación y planificación de auditorías	10
1.1 Demanda de potencia,	11
1.2 Factor de potencia.	11
1.3 Desbalance de voltaje.	11
1.4 Armónicos.	12
1.5 Filtro de armónicos.	12
1.6 Sistema de puesta a tierra.	13
1.9. Algunos equipos que deben ser analizados son:	13
✓ Centros de Carga.....	13
✓ Tableros.	13
✓ Banco de Capacitores.....	13
✓ Potencia Eléctrica.....	13
✓ Potencia Activa.	14
✓ Potencia Aparente.	14
✓ Potencia Reactiva.....	14
✓ Factor de Potencia.	14
✓ Calidad de la tensión suministrada.	14
1.10. Método de medición	15
✓ Mediciones directas:.....	15

✓	Mediciones indirectas:.....	15
1.7	Análisis de calidad de energía.	15
1.8	Pinzas perimétricas:	15
1.9	Luxómetro:	16
2	CAPÍTULO 2	17
2.1	Recopilación de datos	18
2.2	Característica general del sistema eléctrico	19
2.3	Instrumento de Medición	20
2.4	Tarifa eléctrica	21
3	CAPÍTULO 3	24
3.1	Resumen mediciones puntuales en los paneles eléctricos del recinto universitario RUSB	25
3.2	Iluminación	26
3.3	Tipo de Lámparas Instaladas.....	26
✓	Lámparas Fluorescentes Tubulares (T8/T12/T30):.....	26
✓	Zonificación y Horarios:	27
✓	Iluminación localizada:.....	27
3.4	Zonas	27
3.5	Niveles recomendado de iluminación:	27
3.6	Aire acondicionado.....	29
3.7	Unidad de ventana estándar:	29
3.8	Equipo tipo dividido:	30
✓	Tipo central:	30
✓	Descarga directa (“mini Split” y “multi Split”):.....	30
3.9	Equipo tipo paquete	30
3.10	Potencia general	31
3.11	Energía Consumida con la capacidad del Banco de Transformador.....	32
3.12	Sistematización de la información	33
3.13	Consumo de energía mensual.	34
3.14	Pliego tarifario.....	34
3.15	Clasificación tarifaria:	34
3.16	Factor de potencia.	35
3.17	Facturación.....	36
3.18	Demanda de potencia.....	38
3.19	Demanda según Facturación	39
3.20	Métodos de medición.....	40
✓	Voltaje suministrado por fase (residencia estudiantil).....	41
✓	Análisis de desbalance de fase por corriente	41
✓	Análisis de factor de carga	43
✓	Consumo de energía	43
✓	Factor de potencia	44
✓	Armónicos de voltaje y corriente	44

✓	Voltaje suministrado por fase (Laboratorio piensa).....	45
✓	Análisis de desbalance de fase por corriente.....	46
✓	Análisis de factor de carga.....	47
✓	Factor de potencia.....	48
✓	Factor de carga general.....	49
✓	Voltaje suministrado por fase (Aula Maestría de Piensas).....	49
✓	Análisis de desbalance de fase por corriente.....	50
✓	Análisis de factor de carga.....	51
✓	Consumo de energía.....	52
8	CAPÍTULO 4.....	54
8.1	Propuesta de instalación de un Sistema fotovoltaico.....	55
✓	Instalación.....	55
✓	Situaciones futuras:	55
8.2	Propuesta para la instalación de aire acondicionado.....	57
8.3	Propuesta de equipos de ofimática.....	59
✓	Propuesta de filtros de armónicos de corrientes.....	62
8.4	Recomendaciones específica de la inspección física.....	64
8.5	Recomendaciones generales al sistema eléctrico.....	65
8.6	Condiciones.....	65
✓	Climatización.....	65
✓	Iluminación.....	66
✓	Equipos ofimáticos.....	66
9	CONCLUSIÓN.....	67
10	BIBLIOGRAFÍA.....	69
11	ANEXO.....	72

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1: Porcentaje de kWh/mes	22
Ilustración 2: energía (kWh/Mes).....	25
Ilustración 3: Distribución de la iluminación	28
Ilustración 4: distribución de equipos de climatización.....	30
Ilustración 5: Balance energético.....	31
Ilustración 6: Consumo de energía (kWh).....	37
Ilustración 7: Historial de demanda eléctrica junio 2021-julio 2020	38
Ilustración 8: Factor de potencia eléctrica facturado junio2021 – julio2021.	39
Ilustración 9: Voltaje suministrado por fase en el interruptor principal monofásico	41
Ilustración 10: Corriente por cada fase interruptor general mono físico.....	42
Ilustración 11: Curva de carga del panel monofásico	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 12: Factor de potencia del panel trifásico.	44
Ilustración 13: Voltaje suministrado por fase en el interruptor principal trifásico.....	45
Ilustración 14: Corriente por cada fase interruptor general mono fasico.....	46
Ilustración 15: Curva de Carga del interruptor general	47
Ilustración 16: Factor de potencia obtenido en la medición del interruptor general	48
Ilustración 17: Voltaje suministrado por fase en el interruptor principal trifásico.....	49
Ilustración 18: Corriente por cada fase interruptor general mono fasico.....	50
Ilustración 19: Curva de Carga del interruptor general	51

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Banco de transformadores RUSB (UNI).....	19
Tabla 2: Potencia Facturada.....	22
Tabla 3: Mínimos (LUX).....	27
Tabla 4: Descripción de consumo iluminación	29
Tabla 5: Consumo general Kw	31
Tabla 6: llenado de los transformadores.....	32
Tabla 7: Tipo de tarifa	36
Tabla 8: potencia facturada 2020-2021	36
Tabla 9: consumo de energia	40
Tabla 10: Voltaje máximo, promedio y mínimos	41
Tabla 11: Tasa de distorsión armónica de voltaje y corriente.....	44
Tabla 12: Voltaje máximo, promedio y mínimos	46
Tabla 13: Tasa de distorsión armónica registrado por el equipo analizador	48

Tabla 14: Valores máximo, promedio y mínimo	50
Tabla 15: Tasa de distorsión armónica registrado por el equipo analizador	52
Tabla 16: Consumo de energía donde se instaló el analizador	52
Tabla 17: Cálculo de ahorro energético	56
Tabla 18: Unidades de climatización.....	57
Tabla 19: Se muestra el consumo de energía que tendría los equipos con alta eficiencia (Inverter)	57
Tabla 20: Descripción de equipos ofimáticos.....	59
Tabla 21: Equipo a remplazar y gastos económico al adquirirlo	60
Tabla 22: Equipos de cocina _ climatización	61

INTRODUCCIÓN

Se asume la premisa que la mayoría de los usuarios que utiliza el servicio eléctrico, desconoce en su totalidad o de manera parcial, los costos de las tarifas y el algoritmo aplicado por la empresa que presta el servicio para obtener el monto a facturar [1]. Generalmente, las PYMES y los hogares nicaragüenses, no llevan un control de la cantidad de kWh consumidos, esta situación no les permite analizar dónde se focalizan los picos del gasto económico en la facturación del servicio.

Este tipo de auditoría será capaz de identificar toda la energía y sus parámetros extrayendo la tasa de retorno de inversión derivado del detallado análisis financiero, estimaciones de costos, sitio específico de ahorro y la inversión.

Pero surge una pregunta muy importante: ¿por qué ha tomado tanta importancia las auditorías energéticas para la red en baja tensión? Siempre se puede observar fenómeno: baja calidad y eficiencia en los inicios de un descubrimiento En el caso del servicio de electricidad en la industria y en el hogar, ha tomado varios años hacerse un tema de interés para garantizar ciertos niveles de voltaje, corriente, cantidad de armónicos, desfase, entre otras, dependiendo de la aplicación. Hoy en día muchas universidades, empresas e institutos están involucrados con la estandarización del trabajo relacionado con dicho tipo de energía. Los sistemas de trabajo de las empresas más exitosas están marcados por un fuerte sentido del orden, las responsabilidades claras, los métodos preestablecidos para realizar los procedimientos.

El presente trabajo consiste en realizar una Auditoria Energética en el Recinto Universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional De Ingeniería, primero se realizará una visita de campo en la cual se identificar la ubicación de los centros de carga, esta visita se realizará de la mano de la Dirección de Fuentes de Energías Alternas, jefe de mantenimiento y el tutor monográfico.

Luego de haber identificados los puntos se procederá a realizar las mediciones, con el equipo de medición FLUKE 435-II, el cual es un analizador de calidad de energía eléctrica de alta precisión.

Una vez obtenidos los datos de mediciones de los centros de carga de forma individual, se procederán a crear propuesta, las cuales se analizarán de forma técnica, económica y ambiental, con el fin de brindar recomendaciones para las mejoras de la calidad de energía y evitar pérdidas eléctricas, que se puedan estar dando por desbalance en los centros de cargas.

Para la elaboración del trabajo utilizamos:

La norma ISO 50001 en Sistemas de Gestión Energética. El propósito de esta norma es el de facilitar a las organizaciones que puedan establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar el desempeño energético, que incluye la eficiencia energética y el uso y el consumo de energía. [2]

La Norma UNE 216.501 para Auditorías Energéticas: Esta norma establece los requisitos que debe tener una auditoría energética, para que, realizada en distintos tipos de organización, pueda ser comparable y describa los puntos clave en donde se puede influir para la mejora de la eficiencia energética, la promoción del ahorro energético y evitar las emisiones de gases de efecto invernadero. [2]

ANTECEDENTE

En las últimas décadas se ponen en práctica las auditorías eléctricas, dichas auditorías han permitidos reducir el consumo de energía eléctrica y la demanda de energía, debido al crecimiento poblacional acelerado y el aumento del precio del combustible fósil, el cual es de vital importancia para la producción de energía, es por eso que se ha optado por formas de producción de energía menos costosas.

A partir del año 2007 Nicaragua viene contribuyendo en los esfuerzos globales con el medio ambiente de la reducción de la facturación eléctrica del país y su impacto climático, por lo que se ha enfocado en la aumentar la participación de energía renovable en la matriz energética [3].

El Centro De Producción Más Limpia (CPML) realizó un diagnóstico técnico general en la UNIRUSB, el periodo del estudio seleccionado fue enero 2005 a agosto del 2006, la auditoría energética identificó cinco opciones de producción más limpia, las cuales obtuvieron como resultado de la reducción del 79% de la facturación eléctrica (38% de consumo de la electricidad y 41% en la potencia demanda) de 94,457.74 US\$/año [4].

Otro estudio realizado por la empresa MULTICONSULT & CIA. LTDA en el año 2007 en el cual solamente se tomó en cuenta los edificios de la facultad de ingeniería Química (FIQ) del recinto universitario Simón Bolívar (RUSB) El estudio realizado identificó oportunidades de energía la cuales representaban ahorros a la factura eléctrica de 92,880 KW/año y beneficios económico de 17,517.12 [5].

Teniendo de referencia estudios histórico ya realizado en cual dos tienen relación directa con los objetivos de estudios propuesto, es vital realizar estudios en cual se identifiquen pérdidas eléctricas que se puedan estar dando por malas conexiones, perturbaciones, instalaciones con una vida útil claudicadas, las cuales representar pérdidas económicas en el Recinto Universitario Simón.

JUSTIFICACIÓN

El uso de energía eléctrica en la actualidad es indispensable en todos los sectores de la sociedad porque sin ella el mundo que conocemos no podría seguir avanzando, sin embargo, el uso de la misma incurre en altos gastos de operación que exigen un utilizarla de manera más adecuada.

En el mundo se han planteado diferentes tipos forma de optimizar los sistemas eléctricos, uno de ellos es la realización de auditorías energética en las empresa o instituciones con el fin de mejorar la calidad de energía y disminuir las pérdidas que les produce la baja eficiencia en la energía eléctrica generándoles grandes pérdidas económica.

Es preciso identificar la fiabilidad eléctrica y realizar una evaluación exhaustiva del sistema energético actual para conocer en detalle la situación en la que se encuentra la institución. Esta información es muy valiosa para ser utilizada como herramienta de medición en el momento de realizar cambios y mejoras en la tecnología existente de cara a reducir el consumo de electricidad.

El presente trabajo consiste el realizar las mediciones en todas las instalaciones de RUSB con el objetivo de identificar las pérdidas que existen en los centros de carga de la instalación, así mismo realizar las valoraciones de las opciones de mejoras identificadas de formas técnicas, económicas y ambientales. Y presentar un plan de para la implementación de las opciones mejor valoradas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

-Realizar auditoría energética en el recinto Universitario Simón Bolívar de la Universidad Nacional de Ingeniería, exceptuando el centro universitario IES, con el fin de mejorar la eficiencia y eficacia de los usos de la energía eléctrica en el recinto RUSB y reducir costos de facturación del consumo energético

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las condiciones de operación del sistema eléctrico del RUSB, mediante la ejecución de mediciones puntuales y censo de carga en cada una de las áreas, con el fin de sugerir soluciones para el uso eficiente de energía.

-Elaborar un diagnóstico del sistema eléctrico actual en baja tensión del RUSB (Borda, residencia estudiantil, comedor estudiantil, posgrado, biblioteca Esmán Marín, pabellones 7, 8, 9, 10, 11, edificios 14, 15, 16, 17, 18, DBE y áreas de PIENSA), a través de realización de mediciones en toda el área propuesta para la determinación de posible pérdida que se puede estar presentando en el sistema eléctrico.

-Presentar la propuesta de mejora, a través de la determinación de beneficio técnico-económico de la auditoría energética, para la reducción del costo de operación.

CAPÍTULO 1.
MARCO TEÓRICO

1.1. Auditoría eléctrica

Una auditoría eléctrica es un procedimiento sistemático que se basa en una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía eléctrica en un edificio, fabrica, u otro local, se busca obtener un óptimo conocimiento del perfil de los consumos energéticos en una instalación, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico. La auditora eléctrica es una parte fundamental de cualquier administración de energía, de cualquier empresa que desee controlar sus costos de energía. [6]

1.2. Eficiencia energética

La eficiencia energética se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso. Otra forma de definirla es la relación existente entre la cantidad de energía consumida, los productos y servicios finales.

Por lo tanto, la eficiencia energética hace referencia a la optimización del consumo energético, busca disminuir el uso de energía, pero produciendo los mismos resultados finales. La eficiencia es concepto que afecta a todos los seres humanos ya que todos necesitan energía para llevar adelante una actividad sea esta individual, colectiva, comercial e industrial, etc. [6]

1.3. Objetivo de la auditoría eléctrica

El objetivo general de las auditorías se resume en analizar las necesidades energéticas de la empresa auditada, integrando a todos los equipos y sistemas que forman parte de ella, y proponer soluciones de mejora en materia de ahorro de energía y de incorporación de nuevas energías que sean viables técnica y económicamente. [7]

1.4. La implementación de un sistema de auditoría eléctrica permite:

- Conocer la situación energética actual, así como el funcionamiento y eficiencia de los quipos en las instalaciones.
- Realizar mediciones y registros de los principales parámetros eléctricos.
- Obtener los balances de energía en las instalaciones consumidoras.
- Identificar las áreas de oportunidad que ofrece potencial de ahorro de energía.
- Proponer mejoras y medidas técnicas aplicables para el lograr un ahorro considerable.

1.5. Beneficios de realizar una auditoría eléctrica

La auditoría eléctrica tiene un efecto positivo ya que la empresa será más consciente de cómo puede sacar el máximo partido a su consumo energético y evitar así ineficiencias.

Cuando se observe el ahorro energético que pueden alcanzar y de qué manera les beneficia económicamente y ayuda a ser más competitivas es probable que muchas de las medidas sugeridas en la auditoría eléctrica se pongan en marcha. [7]

1.6. Entre algunas de ellos podemos mencionar:

- ✓ Conocer a profundidad tus procesos y consumo energético.
- ✓ Optimización del consumo energético.
- ✓ Aumentar el tiempo de vida de los equipos, ya que se asegura que estos trabajan en las condiciones más adecuadas, evitando sobredimensionamientos o sobrecargas
- ✓ Mejorar la competitividad de la empresa al reducirse los costos de producción.
- ✓ Mayor respeto y conservación del medio ambiente, ya que, al no consumirse más energía que la necesaria, se disminuyen las emisiones de CO₂, tanto en la planta como en la producción de la electricidad consumida. Todo esto se traduce en una contribución a la mejora de la imagen de la empresa al contribuir al bienestar social.
- ✓ Más que un gasto, una inversión, dado que la implantación de sus medidas contribuirá a una mejora del trabajo en tu empresa y por lo tanto a un incremento de los beneficios. [7]

1.7. Clases de auditorías eléctricas.

Existen varios tipos de auditorías eléctricas 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: [7]

1.7.1 De Nivel 1: Auditoría Preliminar.

La cual corresponde al tipo más simple o básico, en la cual se realizará un diagnóstico visual del edificio, recopilación de datos básicos y una entrevista mínima, un estudio no muy detallado sobre la 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.

1.7.2 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.

Cabe mencionar que la presente auditoría realizada es de nivel 2 auditoría detallada, ya que hicimos uso de equipos técnicos de medición para tener un diagnóstico más exacto de la situación actual de la empresa de la cual a continuación definimos los siguientes alcances:

- ✓ Hacer visita a las instalaciones.
- ✓ Analizar si se están utilizando las mejores tecnologías.
- ✓ Hacer una breve evaluación eléctrica y económica en base a la factura de compra de energía. Detectar si los consumos medios y de los precios de compra están dentro de un rango razonable.
- ✓ Hacer un diagnóstico en el que se dictamine el estado de consumo del centro con relación al tipo de auditoría realizada y definir si con esta es suficiente o hay que implementar una auditoría especial.
- ✓ Dar unas primeras recomendaciones de ahorro sin cálculos detallados de ahorro o inversión.

1.8 De Nivel 3: Auditoría especial

En este caso estaríamos hablando de una auditoría 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 costo será todavía más elevado. [7]

1.8. Ámbito de actuación y planificación de auditorías

Para poder realizar una planificación adecuada de la misma y establecer los puntos claves que se deben de tener en cuenta en el momento de realizar la auditoría, se suele recurrir a métodos los cuales reflejarán la información del estado en que se encuentran las instalaciones y equipos auditados, en las que se debe abarcar el análisis y estudio de aspectos tales como: [7]

- ✓ Tarifas Energéticas: Son disposiciones específicas que contienen las cuotas y condiciones que rigen los suministros de energía eléctrica y se identifican oficialmente por su número y/o letra(s) según su aplicación.
- ✓ Sistema Eléctrico: Son aquellos elementos, líneas e instalaciones, que, en conjunto, forman el sistema de transporte de energía, comprendido el cual desde centrales generadoras hasta el propio abonado.
- ✓ Censo de Carga: Se encarga de recopilar los datos técnicos de placas de equipos consumidores de energía eléctrica, con el propósito de obtener una estimación bastante real del consumo de energía.
- ✓ Curva de Demanda Es la representación gráfica de como varía la demanda o carga eléctrica en el transcurso del tiempo. El intervalo de tiempo elegido para realizar el análisis, puede ser diario, semanal, mensual.

1.1 Demanda de potencia,

La demanda de potencia, es la suma de potencia de cada equipo eléctrico funcionando en un mismo instante de tiempo, donde el medidor eléctrico realiza un censo de carga cada 15 minutos para registrar la demanda de potencia, al final de mes se factura la máxima registrada. [8]

1.2 Factor de potencia.

En términos simples, el factor de potencia mide la eficiencia del consumo eléctrico, a la hora de convertirlo en potencia útil, como luz, calor o movimiento mecánico. Este mide el aprovechamiento de la energía por los equipos. Si este factor es menor de 0.85, la empresa distribuidora (Disnorte-Dissur) emitirá una multa por su incumplimiento. [8]

1.3 Desbalance de voltaje.

Es un indicador de cuan diferentes son las tensiones de un sistema trifásico entre sí, este se expresa en porcentajes. Los desbalances se pueden producir cuando se incorporan cargas nuevas al sistema eléctrico o se realizan remodelaciones sin planificación técnica, esto ocasiona que las fases posean diferentes niveles de carga y, en consecuencia, un desbalance al sistema.

Lo ideal es el desbalance sea de 0%, es decir que no exista desbalance, pero al no tener un sistema totalmente equilibrado se establecen algunas normas que dan paso a un rango máximo permitido.

1.4 Armónicos.

Son tensiones o corrientes sinusoidales que poseen frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia a la cual el sistema de alimentación está diseñado para operar.

La distorsión armónica se origina debido a las características no lineales de los equipos y cargas de un sistema de potencia.

La aparición de corrientes y/o tensiones armónicas en el sistema eléctrico crea problemas tales como, el aumento de pérdidas de potencia activa, sobretensiones en los condensadores, errores de medición, mal funcionamiento de protecciones, daño en los aislamientos, deterioro de dieléctricos, disminución de la vida útil de los equipos, entre otros

Existen organizaciones trabajando conjuntamente con ingenieros, fabricantes de equipos, y organizaciones investigativas para proponer normas y pautas gobernantes, prácticas recomendadas y límites de distorsión armónicas.

El principal objetivo de las normas es proveer una guía común a todas las partes involucradas para trabajar juntas con el fin de asegurar la compatibilidad entre los equipos de uso final y los sistemas de distribución de energía eléctrica.

La distorsión ocurre principalmente en múltiplos de la frecuencia de la portadora (50 o 60 Hz) que se conocen como armónicos. Por ejemplo, el 3er armónico en una línea de 60 Hz sería de 180 Hz, el 7° sería 420 Hz. La THD es el porcentaje acumulado de distorsión para todos los tipos de armónicos en relación a la potencia total. La distorsión se mide por separado para la corriente (THDI) y el voltaje (THDV.)

En el caso de la norma IEEE 519-20143), esta representa un consenso general de pautas y prácticas recomendadas por los distribuidores y sus clientes en un esfuerzo por minimizar y controlar el impacto de armónicos generados por cargas no lineales. [8]

1.5 Filtro de armónicos.

Los filtros de corriente de armónicos sirven para corregir el factor de potencia en las plantas, que tiene en su instalación eléctrica carga no lineales que generan armónicos como variador de velocidad, variador de frecuencia.

1.6 Sistema de puesta a tierra.

Un sistema de puesta a tierra es aquel que une los equipos eléctricos con el suelo o terreno, sin interruptores o fusible, sino a través de una varilla o pica de cobre enterrada en la superficie. La inexistencia de los sistemas de puesta a tierra aumenta los tiempos de inactividad innecesario, además es peligroso ya que aumenta el riesgo de falla en los equipos, es decir, podría verse expuesto en riesgo de descarga eléctrica, problema de distorsión armónica, problema de factor de potencia y un sin número de problemas que podría dañar equipos, riesgo de pérdidas humanas.

1.9. Algunos equipos que deben ser analizados son:

- ✓ Centros de Carga.

Un centro de carga es un dispositivo que suministra electricidad a partir de una fuente de energía eléctrica a cargas en aplicaciones residenciales y comerciales/industriales ligeras. [8]

- ✓ Tableros.

En una instalación eléctrica, los tableros eléctricos son la parte principal. En los tableros eléctricos se encuentran los dispositivos de seguridad y los mecanismos de maniobra de dicha instalación. [8]

En términos generales, los tableros eléctricos son gabinetes en los que se concentran los dispositivos de conexión, control, maniobra, protección, medida, señalización y distribución, todos estos dispositivos permiten que una instalación eléctrica funcione adecuadamente.

- ✓ Banco de Capacitores.

Los bancos de capacitores son equipos que regularmente se instalan en los sistemas eléctricos, tanto en mediana como en alta tensión, ya que son de utilidad para corregir el factor de potencia y evitan las penalizaciones que la empresa suministradora impone. Mejora el perfil de voltaje. Principalmente durante condiciones de arranque de motores o conexión de cargas de gran magnitud. [8]

- ✓ Potencia Eléctrica.

Se define como la cantidad de energía convertida en trabajo. Otras definiciones determinan que es la velocidad con la que se consume energía. La potencia se mide en Joule por segundo (J/seg)³ y se representa por P. [8]

✓ Potencia Activa.

Llamada también potencia promedio; es potencia que representa la capacidad de un circuito para realizar un proceso de transformación de energía eléctrica en trabajo. Es la potencia útil, o sea, la energía que realmente se aprovecha cuando ponemos a funcionar un equipo eléctrico y realiza un trabajo. Se designa por [P] y se mide en vatios. (W). [8]

✓ Potencia Aparente.

Llamada también potencia total, es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva; es decir, resulta de la adición tanto de la energía disipada en forma de calor, como de la energía utilizada en forma de trabajo. Se representa por [S] y se mide en volt-amperios (VA). [8]

Dónde:

S = Potencia aparente o total, expresada en volt-ampere (VA) V = Voltaje de la corriente, expresado en volt

I = Intensidad de la corriente eléctrica, expresada en ampere (A)[8]

✓ Potencia Reactiva.

Es la potencia disipada por las cargas reactivas. No es una potencia realmente consumida en la instalación, ya que no produce trabajo útil debido a que su valor medio es nulo. Por ello, se dice que es una potencia devastada. Se mide en volt-amperios reactivos (VAR) y se representa por [Q].[8]

✓ Factor de Potencia.

Si tenemos una instalación eléctrica donde el FP = 1, diremos que aprovechamos al 100% la energía recibida desde la Distribuidora. Caso contrario, cuanto más bajo sea el FP, mayor energía desaprovecharemos.

Es el término que describe la cantidad de energía eléctrica convertida en trabajo. Es un indicador sobre el correcto aprovechamiento de la energía. Se define por [FP]. [9]

✓ Calidad de la tensión suministrada.

Las variaciones porcentuales de la tensión admitidas con respecto al valor nominal en el punto de suministro al cliente son lo siguiente:

Suministro desde la red primaria -5%/+5% Suministro de la red secundaria -5%/+5% Suministro rurales -8%/+8%

1.10. Método de medición.

Existen dos tipos de mediciones:

✓ Mediciones directas:

Son aquellas en las cuales el resultado es obtenido directamente del instrumento que se está utilizando.

✓ Mediciones indirectas:

Son aquellas en que el resultado deseado no se obtiene directamente de las lecturas realizadas con los instrumentos utilizados, sino que es necesario emplear los datos obtenidos para encontrar la cantidad deseado mediante algunos cálculos.

1.7 Análisis de calidad de energía.

El análisis de la calidad de energía se realizó mediante el uso del equipo Fluke 435, para identificar el voltaje real de operación, amperaje, potencia, factor de potencia y consumo eléctrico, esto durante el periodo del 6 de noviembre 2020 al 08 de julio del 2021.

Dicho equipo fue colocado en los paneles principales y sub paneles, con el objetivo de identificar desbalances o problemas de calidad de energía para recomendar su mejora.

Imagen 1: Analizador de calidad de energía FLUKE-435



Fuente: <https://www.flukeprocessinstruments.com/>

1.8 Pinzas perimétricas:

Es un instrumento de medida, que permite cuantificar la intensidad de corriente que circula a través de conductores, sin interrumpir el funcionamiento del circuito, ya sea corriente continua o alterna. Es posible encontrar pinzas que midan otra serie de parámetros como el voltaje, corriente o la resistencia.

Imagen 2: Pinza perimétrica Fluke-376 FC



Fuente: <https://www.fluke.com/en-us/product/electrical-testing/clamp-meters/fluke-376-fc>

1.9 Luxómetro:

Un luxómetro es un dispositivo de medición para conocer cuánta luz o luminosidad que hay en un ambiente con que la luz aparece en el ojo humano. No es lo mismo que medir la energía producida por una fuente de luz. La unidad de medida es lux. Un lux es el equivalente a la energía producida por una fuente de luz, para el ojo humano.

Imagen 3: Digital GM1030 portátil de Split Digital iluminó metro LUXÓMETRO, Simple



Fuente:

[DigitalGM1030port%C3%A1tililumin%C3%B3metroLUX%C3%93METRO/dp/B08ZDQF8FZ/ref=sr_1_31?keywords=Luxometro&qid=1638724631&sr=8-31:](https://www.foxmeters.com/Products/DigitalGM1030port%C3%A1tililumin%C3%B3metroLUX%C3%93METRO/dp/B08ZDQF8FZ/ref=sr_1_31?keywords=Luxometro&qid=1638724631&sr=8-31)

CAPÍTULO 2
GENERALIDADES DEL RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR (UNI)

2.1 Recopilación de datos

Se realiza la identificación y se delimitaron las áreas del sistema eléctrico actual en baja tensión del RUSB (Borda, residencia estudiantil, comedor estudiantil, posgrado, biblioteca Esmán Marín, pabellones 7, 8, 9, 10, 11, edificios 14, 15, 16, 17, 18, DBE y áreas de PIENSA), a través de realización de mediciones en toda el área propuesta para la determinación de posible pérdida que se puede estar presentando en el sistema eléctrico. La Universidad Nacional de Ingeniería.

El sistema eléctrico del Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB-UNI) está constituido por 17 bancos de transformadores, 68 paneles eléctricos principales, 69 paneles eléctricos secundarios, 12 paneles eléctricos terciarios, 10 paneles eléctricos cuaternarios y 4 paneles eléctricos quaternarios.

Imagen 4: Ubicación del centro universitario RUB_UNI



FUENTE: GOOGLE EARTH UBICACIÓN (PORTÓN UCA, 50 VRS N M/I)

2.2 Característica general del sistema eléctrico

Esta alimentada por varios centros de transformación y está distribuido por área las cuales las cargas están distribuidas en varios puntos de transformación

A la hora de adquirir un transformador existen una serie de especificaciones que se deben suministrar al fabricante.

- ✓ Tipo de transformador (transformador de arrollamientos separados o Autotransformador.).
- ✓ Número de fases, monofásico o polifásico.
- ✓ Frecuencia.
- ✓ Potencia nominal (en kVA) de cada arrollamiento y en el caso de que la extensión de tomas exceda del $\pm 5\%$, la toma de corriente máxima especificada (Si es aplicable)
- ✓ Tensión nominal de cada arrollamiento.
- ✓ Accesible (en su caso).
- ✓ Necesidad de cambiar las tomas con el transformador en carga o posibilidad de hacer lo desconectado, rango de las tomas y localización de las mismas, indicación de si la regulación de tensión es a flujo constante o a flujo variable.
- ✓ Tensión de cortocircuito porcentual a corriente nominal en la toma principal para los diferentes pares de arrollamientos y en el caso de que vaya a operar en paralelo al menos también entre las tomas de los extremos.
- ✓ Si va a operar en el interior o en el exterior.
- ✓ Tipo de refrigeración y si utiliza varios sistemas diferentes especificar la potencia nominal de cada uno de ellos.

Tabla 1: Banco de transformadores RUSB (UNI)

N O	BDI_ transformadores	Capacidad	Poste	Ubicación	Código banco de transformadores	Paneles principales	Sub paneles
1	174563 (M12579)	1 X 1000 KVA		Jardines	BT 01		
2	174564 (M12580)	1 X 700 KVA		Jardines	BT 02		
3	61902	1 X 50 KVA	P26	Jardines	BT 03	1	3
4	61920	1 X 50 KVA	P25	Jardines	BT 04	1	2

5	61899; 61900	2 X 50 KVA		Jardines	BT 05	1	2
6	64416; 64417; 64418	3 X 50 KVA	P23	Jardines	BT 06	4	7
7	69738; 69739; 69740	3 X 50 KVA	P24	Jardines	BT 07	2	5
8	61896; 61897; 61898	3 X 75 KVA	P20	Jardines	BT 08	3	3
9	64413; 64414; 64415	3 X 50 KVA	P18	Jardines	BT 09	1	4
10	61907; 61908; 175038	37.5 KVA	P12	Jardines	BT 10	5	1
		37.5 KVA					
		50.0 KVA					
11	61906	75.0 KVA	P13	Jardines	BT 11	8	
12	90989	25 KVA	P17	Jardines	BT 12	6	
13	70663; 70664; 70665	3 X 50 KVA	P10	Jardines costado oeste	BT 13	11	1
14	xxx; 61901; 61921	3 X 50 KVA	P09	Jardines costado oeste	BT 14	3	4
15	61917; 70263; 69191	3 X 100 KVA	P08	Parqueo motos	BT 15	4	10
16	61913; 61914; 61915	3 X 75 KVA	P06	Jardín frontal	BT 16	7	5
17	61922; 61923; 61924	3 X 100 KVA	P05	Bodega administrativa	BT 17	9	4
	TOTAL				17		

FUENTE: DFAE

2.3 Instrumento de Medición

A medida que los sistemas de distribución y las cargas se vuelven más complejos, la posibilidad de sobretensiones transitorias aumenta. Los motores, condensadores y equipos de conversión de energía, como los variadores de velocidad, pueden ser los principales generadores de picos de tensión. Los rayos producidos por tormentas que afectan a líneas exteriores de distribución de alta potencia también causan peligrosos transitorios de alta energía.

Actualmente las empresas, las industrias o cualquier consumidor de energía eléctrica busca optimizar costos para ser más competitivos en el mercado. Para realizar ahorros en los costos se puede actuar sobre un gran número de parámetros, entre ellos el consumo de energía eléctrica. Los analizadores de redes disponen de la más alta tecnología, miden una gran variedad de parámetros eléctricos, con el principal objetivo de obtener el control y la gestión de una instalación, máquina o industria permitiendo optimizar al máximo los costos energéticos.

Estos equipos son analizadores de elevadas prestaciones. Diseñados para ser instalados de forma muy sencilla en cualquier instalación y para que su uso sea totalmente adaptable a cualquier tipo de medida requerida. Disponen de una memoria interna donde se guardan todos los parámetros deseados, totalmente programables. Existe una gran variedad de analizadores los cuales exportan o muestran los parámetros eléctricos directa o indirectamente a través de display y transmiten por comunicaciones todas las magnitudes eléctricas medidas y/o calculadas.

Para el desarrollo óptimo de esta auditoría eléctrica fue necesaria la utilización de equipos medición, los cuales nos dieron información acerca de la calidad en el suministro de energía eléctrica además de la magnitud de cada uno de los parámetros eléctricos del sistema; el equipo utilizado para la realización de este trabajo monográfico es FLUKE 435.

2.4 Tarifa eléctrica

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 de consumidores. (Ver anexo 1)

Imagen 5: Tarifas actualizada y autorizada para la distribuidora DISNORTE Y DISSUR

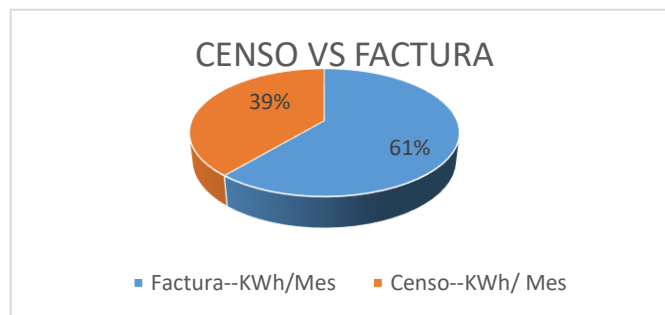
MEDIA TENSION (VOLTAJE PRIMARIO EN 13.8 Y 24.9 kV)						
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR		
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)	
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas Centro de Salud, Hospitales, etc)	T-2D	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIA ESTACIONAL			
			Todos los kWh	6.1449		
			kW de Demanda Máxima		902.8305	
		T-2E	TARIFA BINOMIA CON MEDICIÓN HORARIA ESTACIONAL			
			Verano Punta	10.0024		
			Invierno Punta	9.6837		
			Verano Fuera de Punta	6.9120		
			Invierno Fuera de Punta	6.6801		
			Verano Punta			1,005.2754
			Invierno Punta			627.8104
Verano Fuera de Punta				0.0000		
Invierno Fuera de Punta			0.0000			

FUENTE: IMAGEN DE LA PÁGINA DEL INE (WWW.INE.GOB.NI/INDEX.PHP/PLIEGOS-TARIFARIOS)

Esta se lleva a cabo con la finalidad de ver el comportamiento del consumo de energía eléctrica y monto pagados por este en los últimos meses, además se orienta a realizar una optimización de la facturación, buscando así el consiguiente ahorro económico, en aquellos casos que sean susceptible mejora.

En caso que la tarifa actual se encuentre incorrecta comprobando si esta tarifa de facturación por kW consumido corresponda con lo establecido por el Instituto Nicaragüense de Electricidad (INE), para este tipo de consumidor en caso no suceda y exista alguna anomalía, se harán las recomendaciones pertinentes para que el Recinto Universitario UNI - RUSB, interponga su reclamo antes las instancias correspondientes y se realice el cambio sugerido.

Ilustración 1: Porcentaje de kWh/mes



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según la descripción el censo de carga tenemos un 39% de lo facturado en el mes de 61% la suma de esto nos da el 100% del consumo en el recinto Universitario Simón Bolívar.

Tabla 2: Potencia Facturada

Mes Facturado	Días Facturados	Import total C\$
jul-20	32	C\$ 1,549,527.46
ago-20	31	C\$ 1,846,484.70
sep-20	30	C\$ 1,811,726.23
oct-20	31	C\$ 2,062,040.13
nov-20	30	C\$ 1,803,159.68
dic-20	31	C\$ 1,736,883.11
ene-21	31	C\$ 1,503,532.82

feb-21	28	C\$ 1,937,196.32
mar-21	31	C\$ 2,387,911.04
abr-21	30	C\$ 2,307,101.79
may-21	31	C\$ 2,522,455.99
jun-21	30	C\$ 2,062,075.78
Total	366	C\$ 23,530,095.05
Máximo	32	C\$ 2,522,455.99
wPromedio	30.50	C\$ 1,960,841.25
Mínimo	28	C\$ 1,503,532.82
		C\$ 1,960,841.25

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Analizando el historial de la potencia facturada de tabla (2). Se comparó el

$$\text{Potencia promedio 2020} = \frac{\text{Suma de potencia 2020}}{6 \text{ meses}} = \frac{100,800}{6} = 16,800 \text{KW}$$

$$\text{Potencia promedio 2019} = \frac{\text{Suma de potencia 2020}}{6 \text{ meses}} = \frac{113,4000}{6} = 18,900 \text{KW}$$

Para calcular el incremento de potencia entre el año 2021 y 2020 se utilizará las siguientes ecuaciones de regla de tres simples

$$\text{Potencia promedio 2020} = 100\%$$

$$\text{Potencia promedio 2021} = x$$

Sustituyendo los valores anteriores:

$$16,800 = 100\%$$

$$18,900 = X$$

Donde:

$$X = \frac{16800 * 100}{18900} = 88.8\%$$

La diferencia del 100% - X es igual a la reducción en el año 2021

$$100\% - 88.8\% = 11.11\%$$

$$\text{Reducción de energía 2021} = 11.11$$

CAPÍTULO 3
FASE PRE-DIAGNÓSTICO

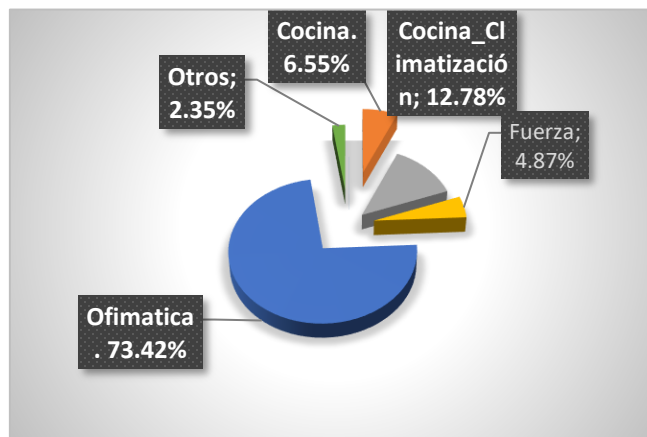
3.1 Resumen mediciones puntuales en los paneles eléctricos del recinto universitario RUSB

En este capítulo se evaluó el consumo teórico y datos de placa de los equipos, permitiendo estimar un primer reparto de consumo y localizar posibles ahorros potenciales. El objetivo de esta etapa es detectar los puntos críticos en cuanto a consumos y malas prácticas.

- ✓ Censo de Cargas: El Censo de Carga nos permitió conocer cuánta potencia demanda cada carga instalada, además de conocer los elementos que están conectados en cada área, los kilowatts (KW) totales conectados al tablero, y así poder determinar si la instalación es energéticamente apropiada o debe optimizarse.
- ✓ Equipos ofimáticos: Dentro de los equipos Ofimáticos se encuentran las computadoras, ups, batería, cámaras, sonido, etc.
- ✓ Equipos de cocinas: Lo tenemos en los cafetines mayormente donde encontraron una gran cantidad de carga o sobrecarga.
- ✓ Otros equipos Para este uso energético tenemos aquellos equipos que no entran directamente dentro de los mencionados anteriormente, y los cuales representan el consumo menor de energía, para ello tenemos los utilizados por los trabajadores del edificio.

Este censo se realizó únicamente en áreas delimitadas del RUSB (Borda, residencia estudiantil, comedor estudiantil, posgrado, biblioteca Esmán Marín, pabellones 7, 8, 9, 10, 11, edificios 14, 15, 16, 17, 18, DBE y áreas de PIENSA y a excepción del IES,

Ilustración 2: Energía (kWh/Mes)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según la descripción el mayor consumidor de energía, son los equipos de ofimática con el 73.42%, seguido con concina climatización con el 12.778%, seguido concina 6.55%, con en quipos de fuerza y otros de 2.35% y 4.87%. (Ver anexo 2) Consumo de todos los edificios y áreas establecidas en equipos de cocina, ofimáticos y otros equipos es de 49,326.21616 KW/H

3.2 Iluminación

La iluminación representa en muchos edificios un porcentaje elevado del consumo eléctrico, así, el porcentaje de energía eléctrica dedicado a iluminación puede llegar a alcanzar en algunos casos más del 50 % del consumo.

Imagen 6: Porcentaje de iluminación

Sector	% de energía eléctrica dedicada a iluminación
Oficinas	50 %
Hospitales	20-30 %
Industria	15 %
Colegios	10-15 %
Comercios	15-70 %
Hoteles	25-50 %
Residencial	10-15 %

FUENTE: <HTTPS://RIBUNI.UNI.EDU.NI/1697/1/91321.PDF>

Por tanto, existe un gran potencial de ahorro, energético y económico alcanzable mediante el empleo de equipos eficientes, unido al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar.

3.3 Tipo de Lámparas Instaladas

✓ Lámparas Fluorescentes Tubulares (T8/T12/T30):

Son lámparas de vapor de mercurio a baja presión de elevada eficacia y vida. Las cualidades de calor y su baja luminancia las hace idóneas para interiores de altura reducida. Ocupan el segundo lugar de consumo después de las incandescentes, principalmente en oficinas, comercios, locales públicos, industrias, etc.

✓ Zonificación y Horarios:

El alumbrado debe estar suficientemente zonificado, de forma que las instalaciones estén divididas en zonas (interruptores) de forma razonable por funcionamientos afines: horarios, ocupación y aportación de luz natural para no incurrir en gastos extras de iluminación, al evitar alumbrar zonas desocupadas, o superar o no llegar a las necesidades reales de iluminación.

✓ Iluminación localizada:

Una buena idea. Una lámpara junto a un puesto de trabajo permite poder prescindir, en algunos casos, de la iluminación general y puede facilitar que se cumplan las exigencias de cantidad de luz para tareas concretas. En función del uso de cada zona, puede utilizar los consejos sobre regulación con interruptores y detectores de presencia indicados en el siguiente listado.

3.4 Zonas

- ✓ De uso presencial: Almacenes, archivos, comedores y vestuarios
- ✓ Exteriores de uso obligado por la oscuridad y alumbrado periférico y de parking
- ✓ Recepción y las zonas de paso

3.5 Niveles recomendado de iluminación:

El Ministerio del Trabajo (MITRAB) en cuestión de iluminación, normaliza el alumbrado según áreas.

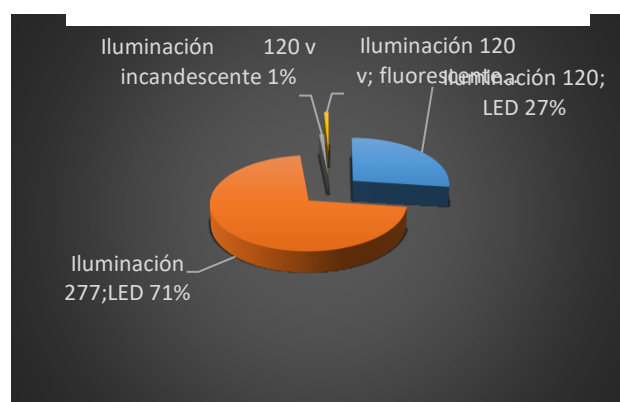
Tabla 3: Mínimos (LUX)

Áreas y clases de local	Mínimo (LUX)	Óptimo (LUX)	Máximo (LUX)
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación y pasillos	50	100	150

Escaleras, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas y laboratorios	300	400	500
Bibliotecas y salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas, mecanografiado, salas de proceso, conferencia	450	500	750
Grandes oficinas, CAD, CAM, CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, muestras	500	750	1000
Industria			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

FUENTE: WWW.URBANISMOMANAGUA.GOB.NI/WP-CONTENT/UPLOADS/2020/07/CÓDIGO-CIEN-CÓDIGO

Ilustración 3: Distribución de la iluminación



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según la descripción el mayor consumidor de iluminación es 71% LED en voltaje 277v, 27% LED en voltaje 120v, 1% fluorescente, 1% incandescente. (Ver anexo 3) Consumo mensual de iluminación 14,331.63 kWh.

Tabla 4: Descripción de consumo iluminación

Etiquetas de fila	Suma de consumo mensual (KWH/MES)
Iluminación	
120	3,884.55
277	10,211.88
120 v	117.6
120 v	117.6
Total general	14,331.63

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.6 Aire acondicionado

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

3.7 Unidad de ventana estándar:

Es un equipo de acondicionador de aire ensamblado y protegido en una caja, diseñado como una unidad para instalar en una ventana, a través de una pared o como consola. Se diseña, principalmente, para proporcionar un caudal libre de acondicionador de aire en un espacio, una zona o un cuarto cerrado. Incluye una unidad de enfriamiento, la cual enfría y deshumidifica el aire, y los medios para circulación o purificación del aire. Adicionalmente puede incluir medios para ventilación y calefacción.

3.8 Equipo tipo dividido:

✓ Tipo central:

Es un equipo de acondicionador de aire en el cual uno o más de los componentes principales son separados unos de otros, y que son diseñados para trabajar en conjunto, el cual utiliza un sistema de ductos para la distribución del aire.

✓ Descarga directa (“mini Split” y “multi Split”):

Es un equipo de acondicionador de aire en el cual uno o más de los componentes principales son separados unos de otros, y que son diseñados para trabajar en conjunto, donde la unidad evaporadora descarga de forma directa el aire acondicionado.

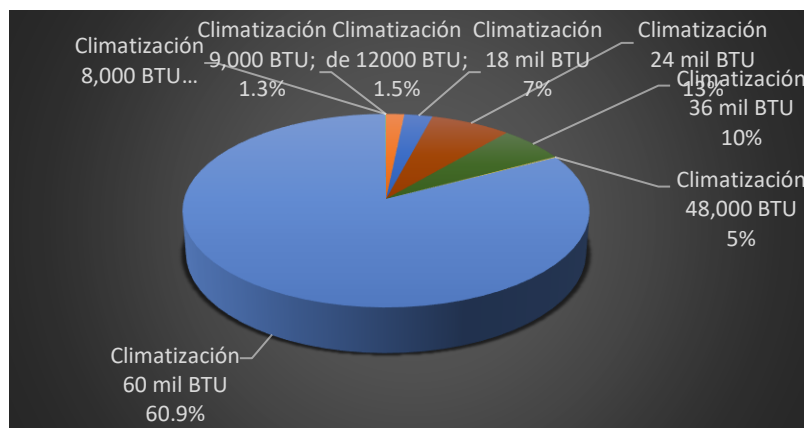
3.9 Equipo tipo paquete.

Es un equipo de acondicionador de aire tipo central, en el cual todos los componentes principales son acoplados en un solo gabinete, el cual utiliza un sistema de ductos para la distribución de aire.

La eficiencia de un dispositivo se define como el cociente entre la salida deseada del dispositivo y la entrada requerida. Para el caso de un aire acondicionado, la salida deseada es el enfriamiento del aire y la entrada requerida es la potencia eléctrica que requiere para lograrlo

Son 22 equipos de aire acondicionado distribuido en las áreas del recinto universitario. En la siguiente figura, se muestra la distribución en BTU (ver anexo 4)

Ilustración 4: Distribución de equipos de climatización



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según la descripción de climatización está distribuido en 60.9% de 60 mil BTU, 13% de 24 mil BTU, 10% de 36 mil BTU, 5% de 48 mil BTU, 7% de 18 mil BTU, 1.5% de 12 mil BTU, y la 1.3% de 9 mil BTU, 1.3% de 8 mil BTU. Consumo de energía 76,312.29632 (KWH/MES)

3.10 Potencia general

Se realizaron un listado de los equipos eléctricos instalado en cada una de las áreas. Adquiriendo la potencia total instalada de **1,337.2921 Kw**. De los cuales se describe en la tabla (5).

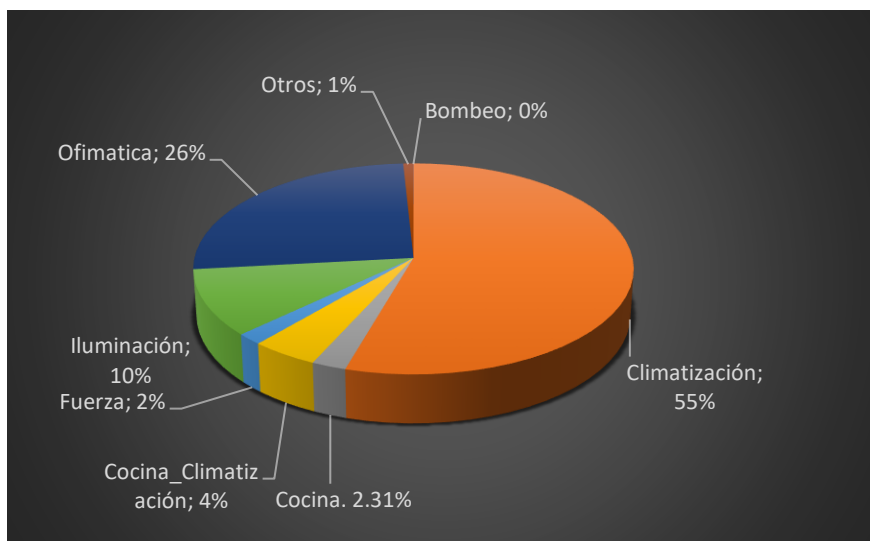
Tabla 5: Consumo general Kw

Consumo	Etiquetas de fila	Suma de consumo mensual (KWH/MES)	Suma de potencia total (KW)	Suma de potencia unitaria (KW)	Suma de consumo diario (KWH/DÍA)
Climatización Cocina Oficina Iluminación Otros	120	247.104	2.16	2.16	11.232
	120	51,637.54712	502.4644	46,113.3394	2,244.46818
	208	30,120.56	211.29	162,409.79	1,091.988
	240	40,643.01936	410.7177	345.49485	1,904.3814
	240	3,837.392	35.89	29.71	186.628
	277	11,959.08	133.57	35,796	427.11
	480	1,290.24	38.4	19,200	46.08
	120 v	117.6	1.4	100	4.2
	120 v	117.6	1.4	100	4.2
	Total general		139,970.1425	1,337.2921	264096.4943

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Se realizó listado

Ilustración 5:. Balance energético



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.11 Energía Consumida con la capacidad del Banco de Transformador.

El Banco de transformador como habíamos hablado en la etapa 1, tiene una capacidad instalada de 1x75.0 KVA (Potencia Aparente), para convertirlos a potencia activa, se usan las siguientes formulas: $FP = S P$

Despejando La Potencia Activa: $P = FP * S = 0.85** * 75KVA = 63.75KW$

Ahora, obtenido la potencia activa del banco de transformadores concluimos que está cargado un 51.0% de su capacidad nominal de transformación, el cual se dedujo del censo de carga y la demanda en el año 2021.

Tabla 6: Llenado de los transformadores

Etiquetas de fila	Suma de consumo mensual (KWH/MES)	Suma de potencia unitaria (KW)	Suma de Potencia (KVA)	
BT01 1000 KVA	18,087.1824	90608	215.3905882	21.53%
BT02 700 KVA	35,210.1456	172872	324.3011765	46.32%
BT08 3 X 75 KVA	14,086.27192	50.8888	142.8110588	63.47%

BT09 3 X 50 KVA	21,216.1484	134.091	227.3352941	70%
BT10 37.5 KVA; 37.5 KVA; 50.0 KVA	5,486.8384	50.6242	69.28305882	
BT11 75.0 KVA	14,770.40832	118.76185	189.3972941	
BT12 25 KVA	7,553.6068	39.906	80.70823529	
BT13 3 X 50 KVA	9,250.9276	85.7748	118.5209412	
BT16 3 X 75 KVA	1040.728	7.408	12.47294118	
BT17 3 X 100 KVA	13,267.88504	129.0396	193.0642353	
Total general	139,970.1425	264,096.4943	1,573.284824	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.12 Sistematización de la información

La universidad Nacional de Ingeniería (UNI) posee un contrato con la distribuidora DSN-DSR que presenta dicha característica

(Ver anexo 5)

Imagen 7: Característica de lo contrato con la distribuidora

DISNORTE-DISSUR

TITULAR DEL CONTRATO NACIONAL DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD		DIRECCIÓN DEL SUMINISTRO VILLA TISCAPA, VILLA TISCAPA 3270 29 PB Porton UCA 50 Vrs N M/I	
TARIFA		KW CONT	NIS: 2000110
T2E MT GRAL	MAYOR BINOM.C M/H	1757	MED. 1590634IT

Tipo de Consumo	Multiplo
Activa punta (Alta Tension) kWh	2,100.00
Activa valle (Alta Tension) kWh	2,100.00
Activa llano (Alta Tension) kWh	2,100.00
Reactiva (Alta Tension) kVARh	2,100.00
Demanda Punta. (Alta Tension Totalizadora)	21,000.00
Potencia Valle Totalizador (Alta Tension)	21,000.00



FUENTE: [HTTPS://WWW.DISNORTE-DISSUR.COM.NI/R-ENERGETICAS-GC.HTML](https://www.disnorte-dissur.com.ni/r-energeticas-gc.html)

3.13 Consumo de energía mensual.

Las mediciones de parámetros eléctricos constituyen una actividad de gran importancia por ser en ellas en que se basan las evaluaciones energético-económicas de los sistemas.

Los medidores que se encuentran en el recinto universitario, los datos de consumo por el cliente, estas lecturas son todas por un operador una vez al mes, con los datos recopilado por el lector se realiza el estudio y cálculo de consumo eléctrico. Este método manual es ineficaz y acumula una gran cantidad de errores, no solo errores del medidor sino también en los errores propios de una lectura anual.

Las lecturas de los medidores actuales son tomadas por operador una vez al mes, y con ellos se calculan el consumo eléctrico. Este método anual es eficaz y acumula gran cantidad de errores, no solo en los errores, del medidor sino también en los errores propios de una lectura anual.

Es importante implementar medidas de ahorro energético, creando alternativas que permitan disminuir el pago de la factura eléctrica, el cual ha venido aumentando su precio mes a mes, esto también debido a las variaciones que se han tenido a nivel mundial en los precios del petróleo, como consecuencia el costo de la energía eléctrica aumenta de manera profesional.

3.14 Pliego tarifario

Los pliegos tarifarios tienen por objetivo establecer, dentro de cada Contrato de Concesión, las fórmulas, parámetros e indexaciones que corresponden a cada Empresa de Distribución para las tarifas de distribución de cada grupo de consumidores tipificados. Dichos pliegos deberán cumplir las características y metodologías establecidas en la Normativa Eléctrica.

Las categorías tarifarias se definirán para cada nivel de tensión, para determinados niveles de demanda máxima.

3.15 Clasificación tarifaria:

Los clientes de las Empresas de Distribución serán clasificados de acuerdo a su modalidad de consumo y potencia máxima demandada, en las siguientes categorías tarifarias:

- ✓ Tarifa T1: Clientes de pequeñas demandas.
- ✓ Tarifa T2: Clientes de medianas demandas.
- ✓ Tarifa T3: Clientes de grandes demandas.

- ✓ Tarifa T4: Clientes usuarios de la red de distribución, que compran al por mayor de un proveedor distinto de la empresa de distribución

En archivo digital, se realiza el procesamiento de la factura eléctrica y se obtiene las siguientes estadísticas de consumo de energía eléctrica por recinto (Cuadros y Gráficos), las cuales se muestran a continuación para los recintos RUS:

- ✓ Activa punta (Alta Tensión) kWh
- ✓ Activa valle (Alta Tensión) kWh
- ✓ Activa llano (Alta Tensión) kWh
- ✓ Reactiva (Alta Tensión) kVARh
- ✓ Demanda Punta. (Alta Tensión Totalizadora)
- ✓ Factor de Potencia
- ✓ Costo Unitario (US\$/kWh) _ Activa punta (Alta Tensión)
- ✓ Costo Unitario (US\$/kWh) _ Activa valle (Alta Tensión)
- ✓ Costo Unitario (US\$/kW) _ Demanda Punta. (Alta Tensión Totalizadora)
- ✓ Activa punta (Alta Tensión) _ Importe en C\$
- ✓ Activa Valle (Alta Tensión) _ Importe en C\$
- ✓ Demanda Punta. (Alta Tensión Totalizadora) _ Importe en C\$
- ✓ Importe Total por Rubro en C\$ _ Mensual
- ✓ Importe Total en C\$ _ Mensual
- ✓ Importe Total en US\$ _ Mensual
- ✓ Porcentajes Promedio Mensuales según Rubro
- ✓ Porcentajes Promedio Anuales según Rubro

3.16 Factor de potencia.

Las tarifas establecidas en los pliegos tarifarios rigen para el factor de potencia inductivo (Coseno ϕ) igual o superior a 0.85.

La Universidad Nacional de Ingeniería (RUSB), mantiene una tarifa T2-E (octubre 2018-mayo 2019) (enero 2016 – septiembre 2018, junio 2019- septiembre 2020) (ver anexo7)

Tabla 7: Tipo de tarifa

MES	Tipo de tarifa	
ene-17	T-2E	Con sumo mayor a 25 Kw
sep-18	T-2E	
oct-18	T-2E	Con sumo mayor a 25 Kw
may-19	T-2E	
jun-19	T-2E	Con sumo mayor a 25 Kw
sep-20	T-2E	
oct-20	T-2E	Con sumo mayor a 25 Kw
JUN-21	T-2E	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.17 Facturación

Este estudio de facturación eléctrica comprende un periodo de 4 años des de enero de 2017 – enero 2021; con la finalidad de evaluar el comportamiento energético y montos facturados por año. Además se orienta a realizar una optimización de la facturación, comprobando si algunos de los parámetros utilizados para la facturación, puede optimizarse o ajustarse a valores más acordes al consumo de energía que se realiza en la Universidad Nacional de Ingeniería (RUSB), buscando así el consiguiente ahorro económico, en aquellos casos que sean susceptibles de mejora.

Tabla 8: potencia facturada 2020-2021

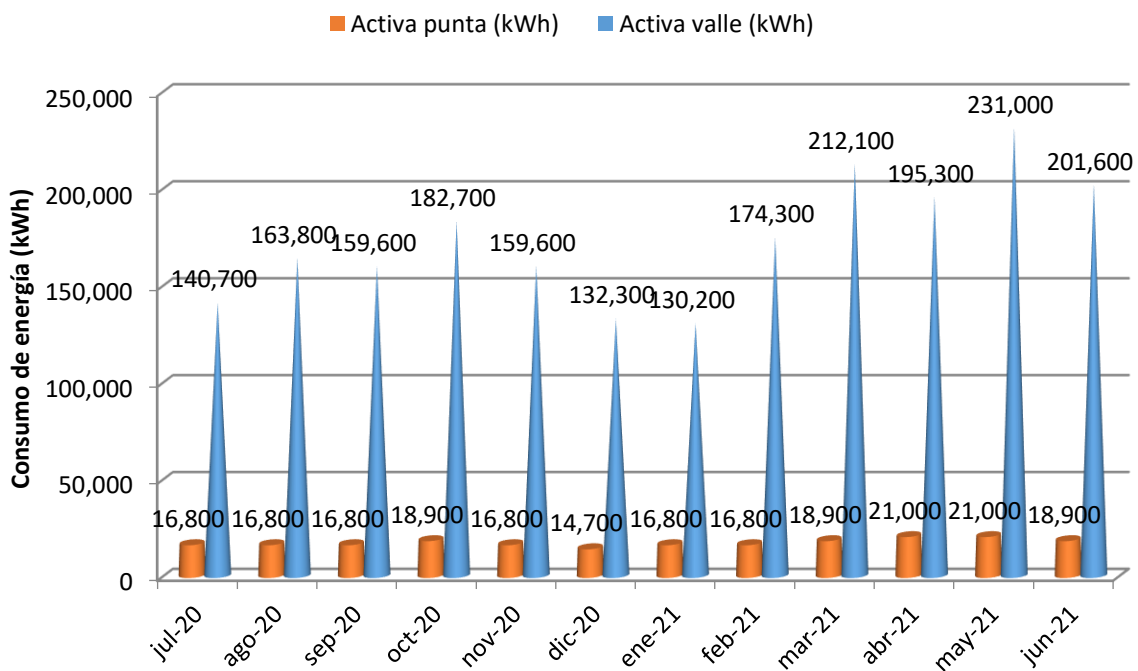
Mes Facturado	Energía fuera de punta kWh	USD/kWh	Import total C\$
			C\$ 1,549,527.46
jul-20	140,700	C\$ 0.28	C\$ 1,846,484.70
ago-20	163,800	C\$ 0.29	C\$ 1,811,726.23
sep-20	159,600	C\$ 0.30	C\$ 2,062,040.13
oct-20	182,700	C\$ 0.29	C\$ 1,803,159.68
nov-20	159,600	C\$ 0.29	C\$ 1,736,883.11
dic-20	132,300	C\$ 0.34	C\$ 1,503,532.82
ene-21	130,200	C\$ 0.29	C\$ 1,937,196.32
feb-21	174,300	C\$ 0.29	C\$ 2,387,911.04
mar-21	212,100	C\$ 0.30	C\$ 2,307,101.79
abr-21	195,300	C\$ 0.31	C\$ 2,522,455.99

may-21	231,000	C\$ 0.29	C\$ 2,062,075.78
jun-21	201,600	C\$ 0.27	C\$ 23,530,095.05
Total	2,083,200	C\$ 3.16	
Máximo	231,000	C\$ 0.34	C\$ 2,522,455.99
Promedio	173,600	C\$ 0.30	C\$ 1,960,841.25
Mínimo	130,200	C\$ 0.27	C\$ 1,503,532.82
Promedio total		C\$ 0.30	C\$ 1,960,841.25

FUENTE: ELABORACION PROPIA

La tabla anterior brinda el consumo de energía eléctrica en el periodo evaluado, donde se ha consumido 2, 083,200 kWh/año

Ilustración 6: Consumo de energía (kWh)



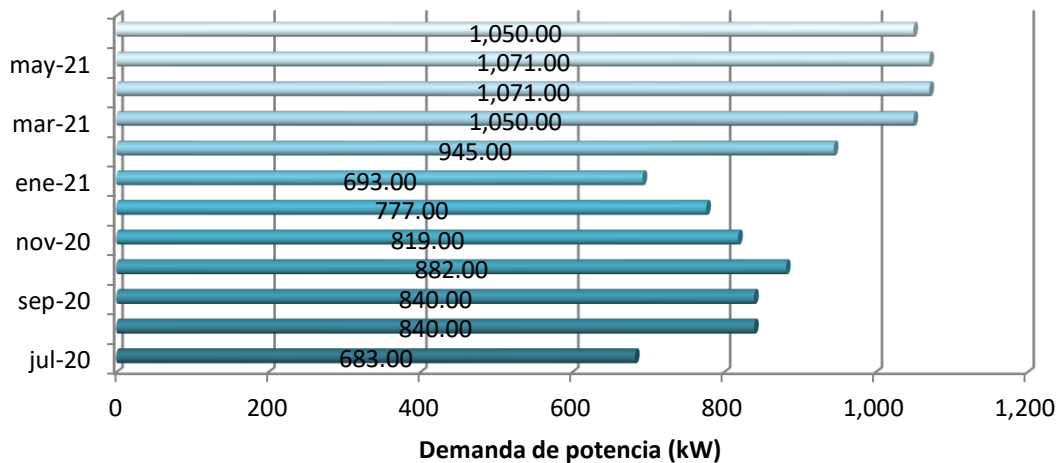
FUENTE: ELABORACION PROPIA

Según la ilustración 2, podemos ver que en el mes de mayo 2021 presentó el mayor consumo de energía total de 23,1000 kWh. Mientras que en el mes de marzo del mismo año un valor de 212,100 kWh/año

3.18 Demanda de potencia

La tarifa a la cual está sometida la empresa es binomio, por lo tanto, tiene gastos por consumo de energía, y por demanda de potencia. La demanda máxima en el año analizado fue de 84 kW y una demanda promedio de 72.92 kW.

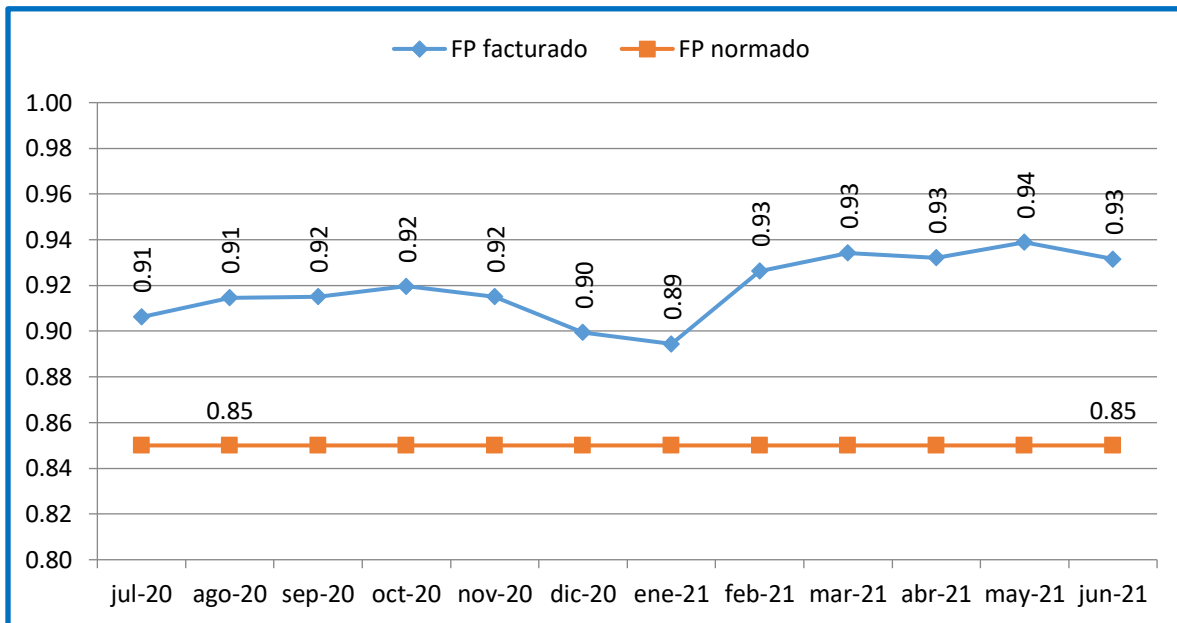
Ilustración 7: Historial de demanda eléctrica julio 2020-junio 2021



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la esta ilustración se puede observar el comportamiento de la demanda eléctrica la quencomprende de julio 2020 – junio 2021 (consumo histórico de energía) la cual se registró una mayor de demanda en mayo 2021 – abril 2021 esto dos meses el precio de las facturas C\$ 2,307,101.79 córdobas, en la cual la demanda de potencia representa un 36.90 % ,consumo de energía con 68 % ,el 13.04 % está representado por el IVA y un 3.02 % por otros rubros, como el INE, alumbrado público, comercialización, etc.

Ilustración 8: Factor de potencia eléctrica facturado junio2021 – julio2021.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la instalación como se observa en la ilustración 4 el factor de potencia máximo registrado en el transcurso del año analizado es de 0.93 y un factor de potencia promedio de 0.86, encontrándose por encima del valor mínimo permisible en factor de potencia que es 0.85, por ende, la universidad no recae en multas.

El ahorro que se pretende realizar con el estudio de facturación, no es un ahorro energético, sino más bien la reducción de costos en la facturación según la tarifa aplicada; ya que al seleccionar una tarifa eléctrica adecuada se puede generar una disminución del costo de la energía consumida, en caso que la tarifa actual se encuentre incorrecta. Comprobando los KW consumidos en la tarifa de facturación correspondiente a lo establecido por el Instituto Nicaragüense de Electricidad (INE), para este tipo de consumidor, en caso no suceda y exista alguna anomalía, se harán las recomendaciones pertinentes para interponga su reclamo antes las instancias correspondientes y se realice el cambio sugerido.

3.19 Demanda según Facturación

Demanda Máxima: Se puede definir como la máxima coincidencia de cargas en un intervalo de tiempo. El medidor de energía almacena la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda (kW) en intervalos de 15 minutos del periodo de facturación.

Las tarifas eléctricas de uso general de baja y media tensión de más de 25 kW contratadas incluyen, además del cargo por consumo (kWh) un cargo por demanda máxima (kW), este aspecto es de suma importancia y requiere un debido control del proceso.

Demanda Media: Es el valle de la demanda que se alcanza en el periodo de tiempo analizado.

$$D_{med} = P / (días * h)$$

Factor de Carga: Es la relación entre la energía demandada y la energía que demandaría la carga en el periodo considerado, si estuviese conectada siempre a su potencia máxima.

$$FC = D_{med} / D_{max}$$

Tabla 9: consumo de energía

Mes Facturado	Días Facturados	kWh/día	Demanda punta kW	Factor de potencia (FP)
jul-20	32	4,921.9	126.00	0.92
ago-20	31	5,825.8	252.00	0.93
sep-20	30	5,880.0	252.00	0.92
oct-20	31	6,503.2	294.00	0.93
nov-20	30	5,880.0	252.00	0.93
dic-20	31	4,741.9	252.00	0.92
ene-21	31	4,741.9	210.00	0.93
feb-21	28	6,825.0	294.00	0.93
mar-21	31	7,451.6	399.00	0.92
abr-21	30	7,210.0	420.00	0.93
may-21	31	8,129.0	357.00	0.92
jun-21	30	7,350.0	357.00	0.91

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Demanda media =7158.0

Demanda punta =394.2

Factor de potencia =0.9

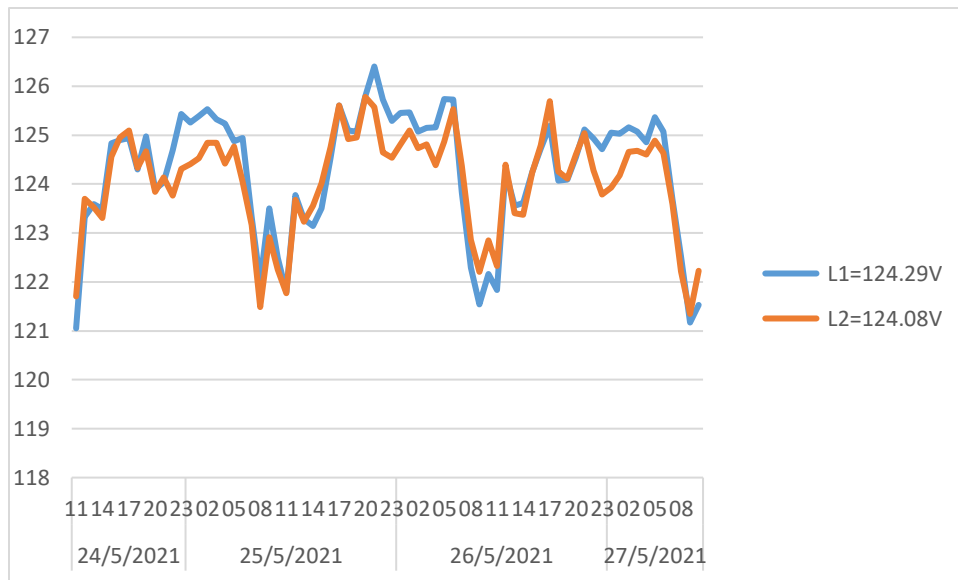
3.20 Métodos de medición

Paneles del sistema trifásico y mono físico del recinto Simón Bolívar

✓ Voltaje suministrado por fase (residencia estudiantil)

A continuación, se detalla el comportamiento del voltaje de fase registrado en el interruptor

Ilustración 9: Voltaje suministrado por fase en el interruptor principal monofásico



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Podemos observar que el desbalance entre L1 y L2 es de 0.0% dicho valor no afecta el sistema ya que está en un perfecto balance.

En las mediciones encontramos valores máximos y mínimos por fase de:

Tabla 10: Voltaje máximo, promedio y mínimos

	L1	L2
Max	127.17	126.92
Prom	124.29	124.08
Min	120.10	120.69

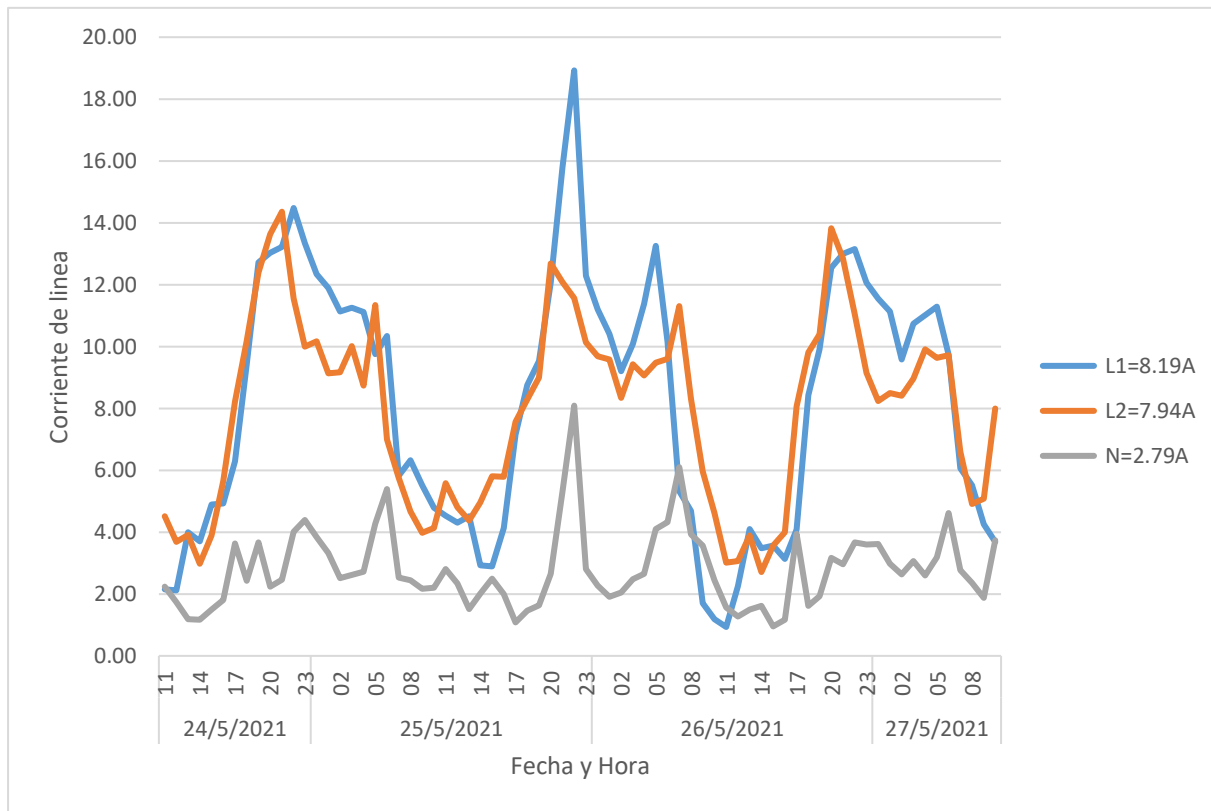
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

✓ Análisis de desbalance de fase por corriente

Para analizar los desbalances en las mediciones realizada, se analizó la situación en la carga de cada una de las fases que alimenta todos los equipos monofásicos en las instalaciones que trabajan con 120/240 V, que comprende esta área.

A continuación, se presenta la carga (en amperios) para cada una de la fase que comprende este panel.

Ilustración 10: Corriente por cada fase interruptor general mono físico.

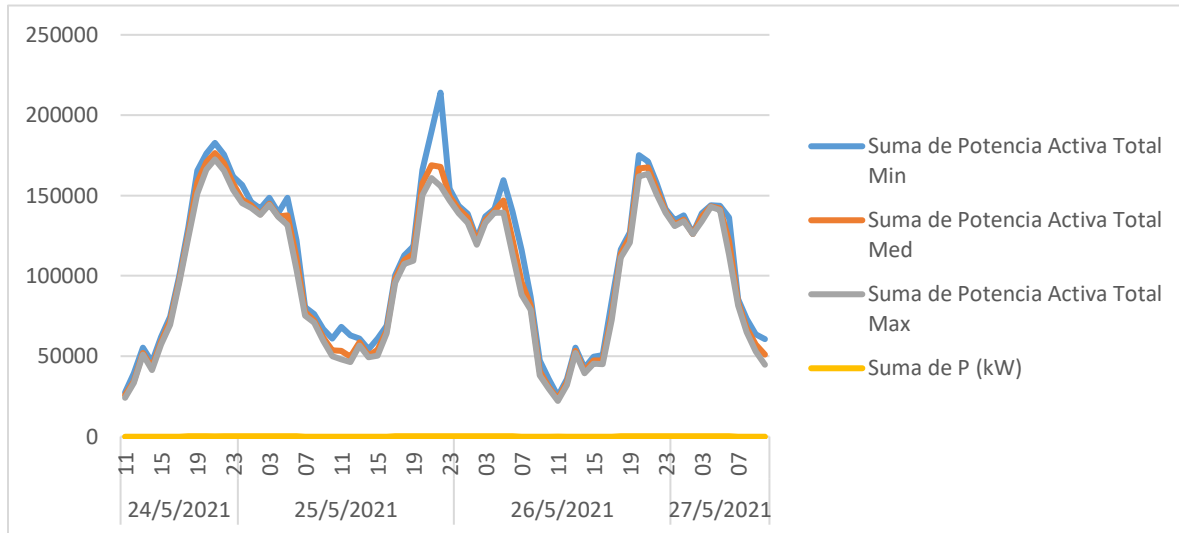


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El porcentaje de desbalance de corriente máxima es de 2% entre los valores promedio, mínimo y máximo registrado durante la medición, cabe recalcar que las normas IEEE lo máximo permitido es de un 30% de desequilibrio y que el criterio de cada diseñador puede diferir, tomamos como punto de partida un 10% de desbalance de corriente como rango permisible, es de sir que la fase se en contra dentro del rango establecido

✓ Análisis de factor de carga

Ilustración 11: Curva de carga del panel monofásico



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la ilustración anterior, se muestra el resultado real que el equipo de medida ha indicado a diferente consumo durante 2 días de medición dibujando una línea () que permite comparar esos consumos y determinar el grado de utilización del equipo. A ese valor se le conoce como factor de carga. Basado en la ilustración, se tiene lo siguiente valores:

El factor de carga máximo del panel es 1 (%), con 5.10 KVA con (FP=0.91) que representa 4.65 KW que se encuentra un porcentaje despreciable de la capacidad del transformador.

El factor de carga medio es de 0(%) con 2kVA con (FP=2) que representa 1.69 kW

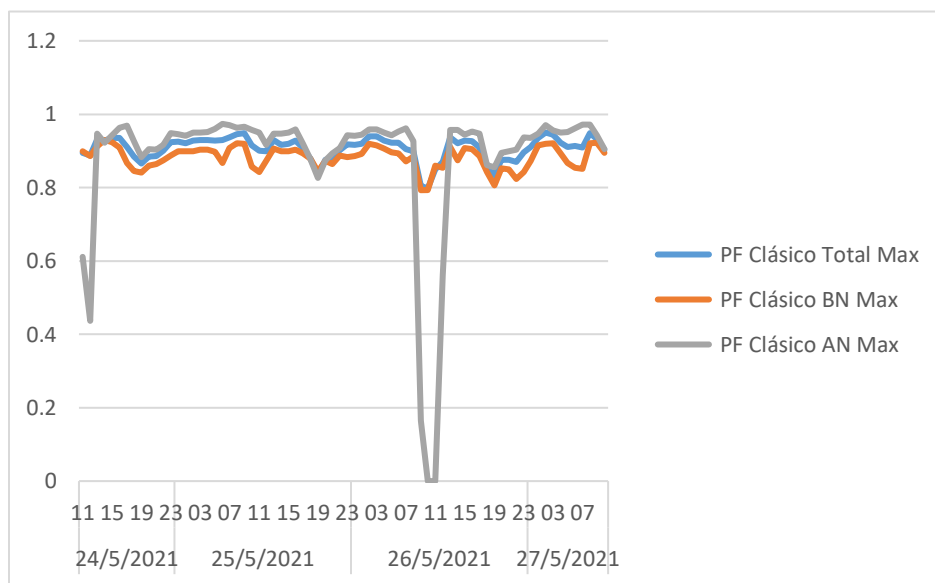
✓ Consumo de energía

Durante el período de medición se obtuvo un consumo promedio por día de 42.28 kWh/día, para un mes típico con este comportamiento de 1286.08 kWh/mes de consumo de energía eléctrica.

✓ Factor de potencia

A continuación, presentamos el factor de potencia medido por el analizador de energía durante los dos días de su instalación

Ilustración 12: Factor de potencia del panel trifásico.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De la ilustración anterior, se observa que el factor de potencia está cercano al ideal en los momentos de operación de los equipos consumidores, esto es debido a que la empresa

✓ Armónicos de voltaje y corriente

La tasa de distorsión armónico (en porcentaje) tiene lo siguiente comportamiento

Tabla 11: Tasa de distorsión armónica de voltaje y corriente

THD V L1	THD V L2	Promedio	THD A L1 Med	THD A L2 Med	Promedio
3.01	3.00	3.01	73.24	82.35	77.80
1.41	1.29	1.35	30.70	47.57	39.14
1.10	1.03	1.07	8.99	17.67	13.33

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la tabla anterior, se muestran los valores de porcentaje registrado por el equipo, la tasa de distorsión armónica de voltaje (THDV) y de tasa de distorsión armónico de corriente (THD A) por

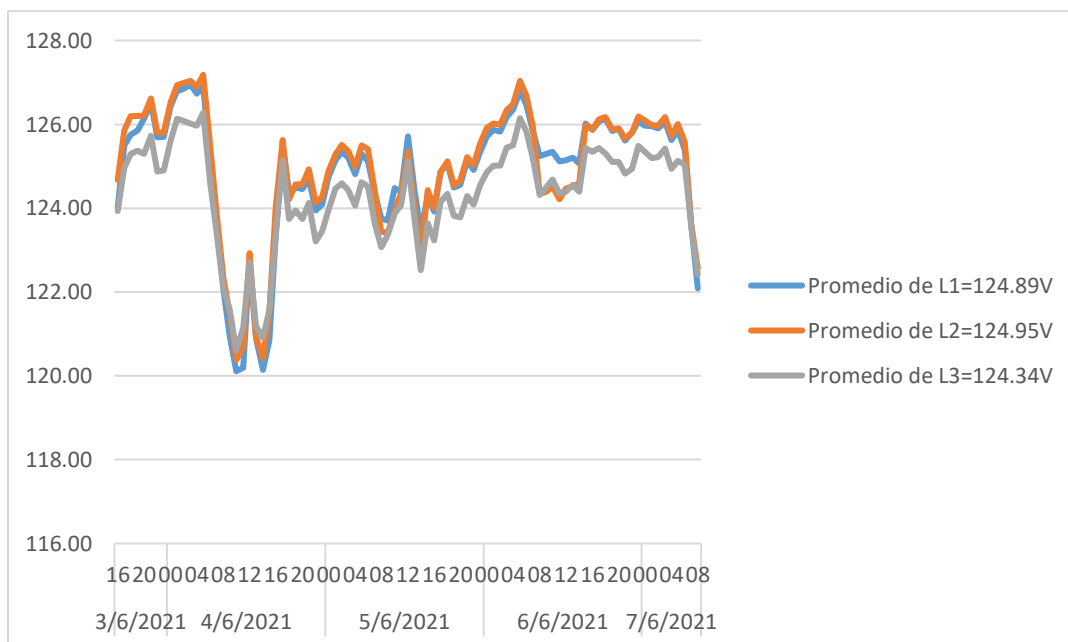
cada una de las líneas del sistema trifásico que alimenta cada una de las partes de cada una de las cargas. Los valores de interés son valores promedios (energía) y con respecto a la THD de voltaje se encuentra dentro del rango aceptable menor al 5% con un promedio al 1.35%.

Respecto a los armónicos de corriente, tanto el promedio de las tres fases como el valor máximo registrado excede el rango de lo permisible de 15%, teniendo como resultado de 39.14% promedio de las fases lo que representa una corriente de armónicos muy excedida, razón por la cual se hace necesario instalar filtros para los armónicos que más afecta la onda sinusoidal de corriente.

✓ Voltaje suministrado por fase (Laboratorio piensa)

A continuación, se detalla el comportamiento del voltaje de fase registrado en el interruptor

Ilustración 13: Voltaje suministrado por fase en el interruptor principal trifásico



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Podemos observar que el desbalance entre L1, L2 Y L3 es de 0.0% dicho valor no afecta el sistema ya que está en un perfecto balance.

En las mediciones encontramos valores máximos y mínimos por fase de:

Tabla 12: Voltaje máximo, promedio y mínimos

	L1	L2	L3
Max	127.42	127.64	126.80
Prom	124.89	124.95	124.34
Mín	119.03	119.14	119.71

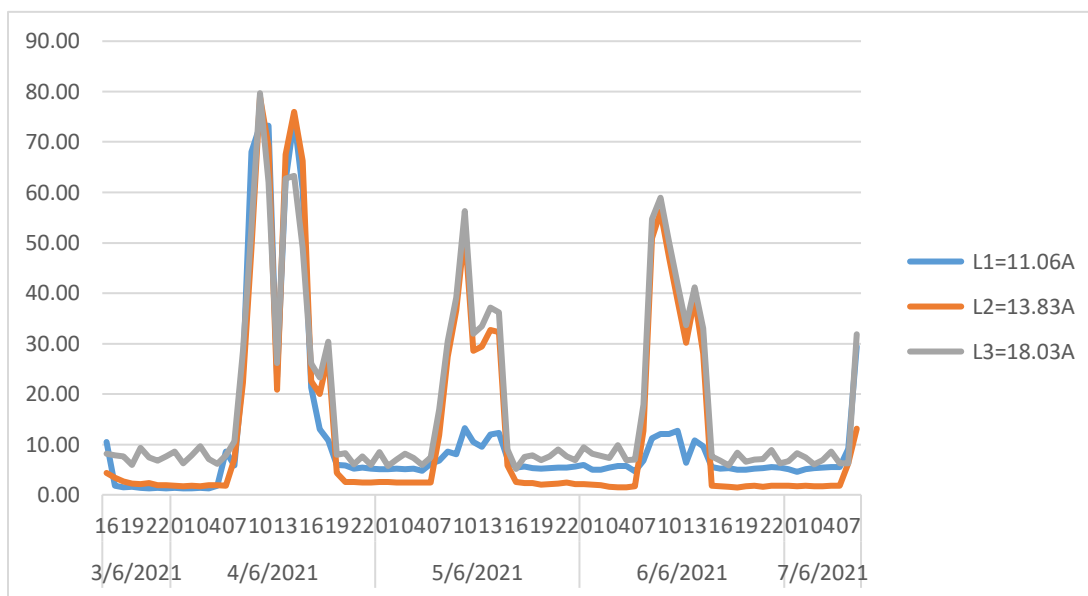
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

✓ Análisis de desbalance de fase por corriente

Para analizar los desbalances en las mediciones realizadas se analizó la situación de carga de cada una de las fases que alimenta todos los equipos en la instalación que trabajan con 120/240 V, que comprende todas las áreas del mismo.

A continuación, se presenta la carga (en amperios) para cada una de las fases que corresponden a este Main breaker:

Ilustración 14: Corriente por cada fase interruptor general



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El porcentaje de desbalance de corriente máximo es de 26% que corresponde línea 3 con menos carga que la línea 2 es de 3% y línea 1 tenemos un 23%. Cuando el desequilibrio se acerca al 10%, lo siguiente problemas pueden surgir en un sistema de distribución eléctrica:

Secuencia de voltaje negativo

Corriente circulante aumento de corriente en el conductor neutro

Mayor voltaje de neutro a tierra

Reducción de la eficiencia del motor

Fallas del cojinete al motor

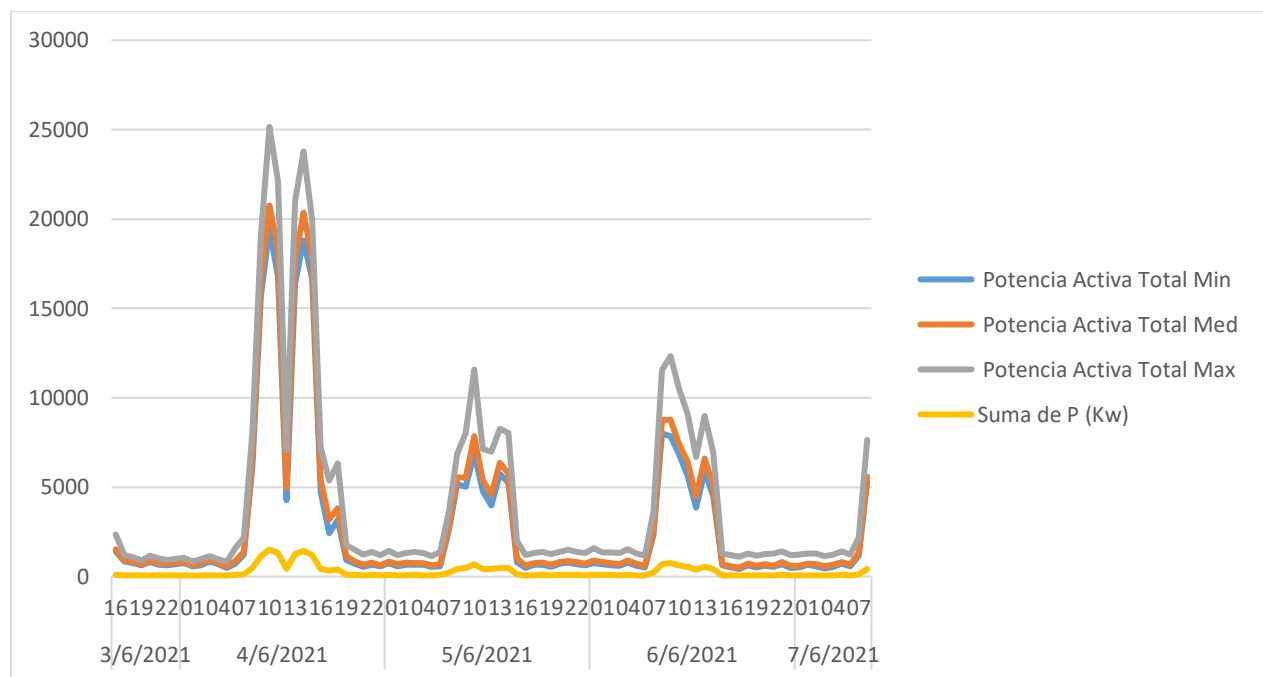
Mayor mantenimiento de equipos y maquinarias

Energía despreciada / factura de electricidad más alta – KWD y KWH

✓ Análisis de factor de carga

A continuación, se presenta la curva de carga registrada por los equipos analizadores de calidad de energía:

Ilustración 15: Curva de Carga del interruptor general



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

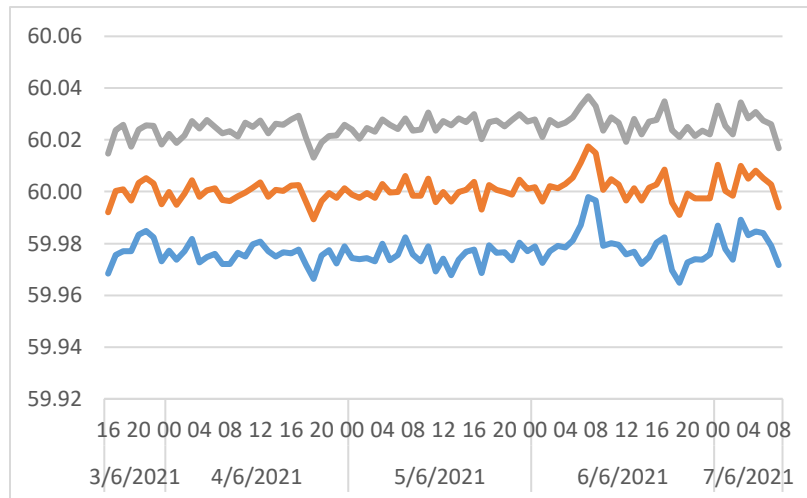
En la ilustración anterior, se muestra el resultado real que el equipo de medida ha indicado a diferentes consumos durante los 6 días y 16 horas en lo que se realizó la medición, eso permite comparar esos consumo y determinar el grado de utilización del equipo, a ese valor se le conoce como factor de carga, basado en la ilustración. Se tiene lo siguientes comentarios:

El factor de carga máximo es 64% con 318 KVA (con FP=0.13) que representa un 41.1 kw que se encuentra una considerable sobrecarga del transformador

✓ Factor de potencia

A continuación, presentamos el factor de potencia medido por el analizador de energía durante los 6 días.

Ilustración 16: Factor de potencia obtenido en la medición del interruptor general



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De la ilustración anterior, se observa el factor de potencia promedio es de

Armónicos de voltaje y corriente –IEEE 519-2014

La tasa de distorsión armónica (en porcentaje) tiene el siguiente comportamiento:

Tabla 13: Tasa de distorsión armónica registrado por el equipo

THD V L1	THD V L2	THD V L3	Promedio	THD A L1 Med	THD A L2 Med	THD A L3 Med
3.17	1.93	1.77	2.29	62.29	123.32	40.46
1.29	1.22	1.41	1.31	22.80	51.04	7.89
1.05	0.93	1.06	1.01	1.71	1.42	1.19

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la tabla anterior, se muestran los valores de porcentaje registrado por el equipo, la tasa de distorsión armónica de voltaje (THDV) y de tasa de distorsión armónico de corriente (THD A) por

cada una de las líneas del sistema trifásico que alimenta cada una de las partes de cada una de las cargas. Los valores de interés son valores promedios (energía) y con respecto a la THD de voltaje se encuentra dentro del rango aceptable menor al 5% con un promedio al 1.31%.

Respecto a los armónicos de corriente, tanto el promedio de las tres fases como el valor máximo registrado excede el rango de lo permisible de 15%, teniendo como resultado de 27.25% promedio de las fases lo que representa una corriente de armónicos muy excedida, razón por la cual se hace necesario instalar filtros para los armónicos que más afecta las ondas sinodales de corriente.

✓ Factor de carga general

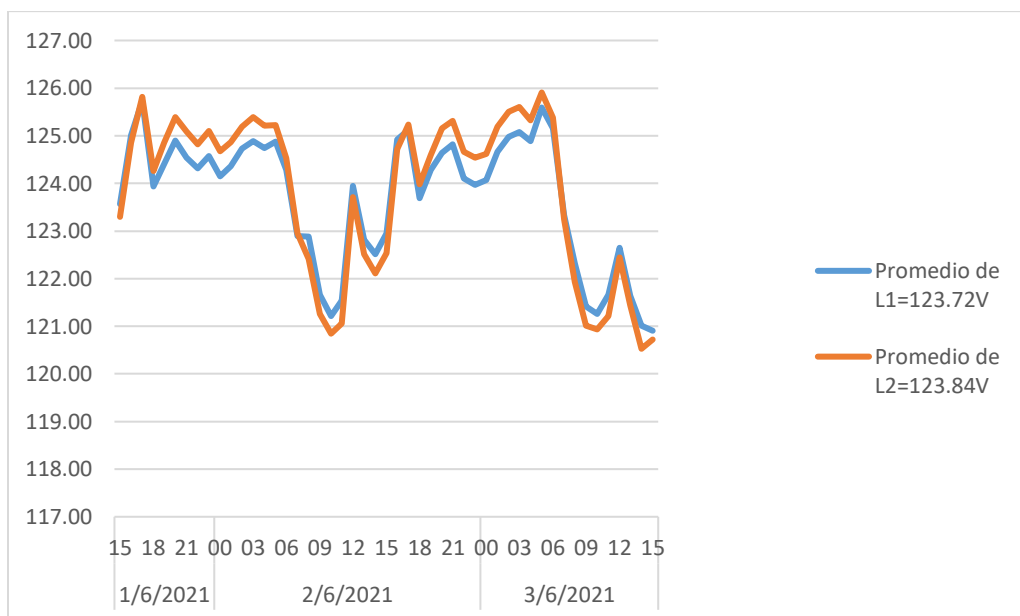
El banco de transformadores está operando con un bajo factor de carga respecto a su capacidad nominal debidos a los criterios de construcción de red que mantienen

✓ Voltaje suministrado por fase (Aula Maestría de Piensas)

A continuación, se detalla el comportamiento del voltaje de fase registrado en el interruptor

Ilustración (17).

Ilustración 17: Voltaje suministrado por fase en el interruptor principal trifásico



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Podemos observar que el desbalance entre L1, L2 Y L3 es de 0.0% dicho valor no afecta el sistema ya que está en un perfecto balance.

En las mediciones encontramos valores máximos y mínimos por fase de:

Tabla 14: Valores máximo, promedio y mínimo

	L1	L2
MAX	126.43	126.75
PROM	123.72	123.84
MIN	120.04	119.56

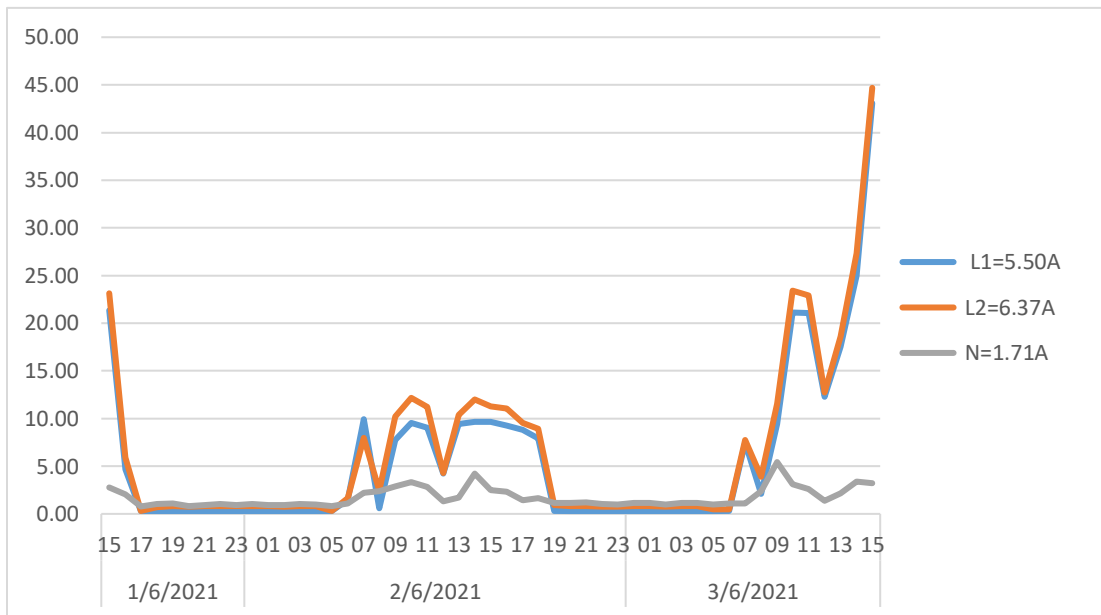
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

✓ Análisis de desbalance de fase por corriente

Para analizar los desbalances en las mediciones realizadas se analizó la situación de carga de cada una de las fases que alimenta todos los equipos en la instalación que trabajan con 120/240 V, que comprende todas las áreas del mismo.

A continuación, se presenta la carga (en amperios) para cada una de las fases que corresponden a este Main breaker:

Ilustración 18: Corriente por cada fase interruptor general monofásico.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Cuando el desequilibrio se acerca al 10%, los siguientes problemas pueden surgir en un sistema de distribución eléctrica:

Secuencia de voltaje negativo

Corriente circulante aumento de corriente en el conductor neutro

Mayor voltaje de neutro a tierra

Reducción de la eficiencia del motor

Fallas del cojinete al motor

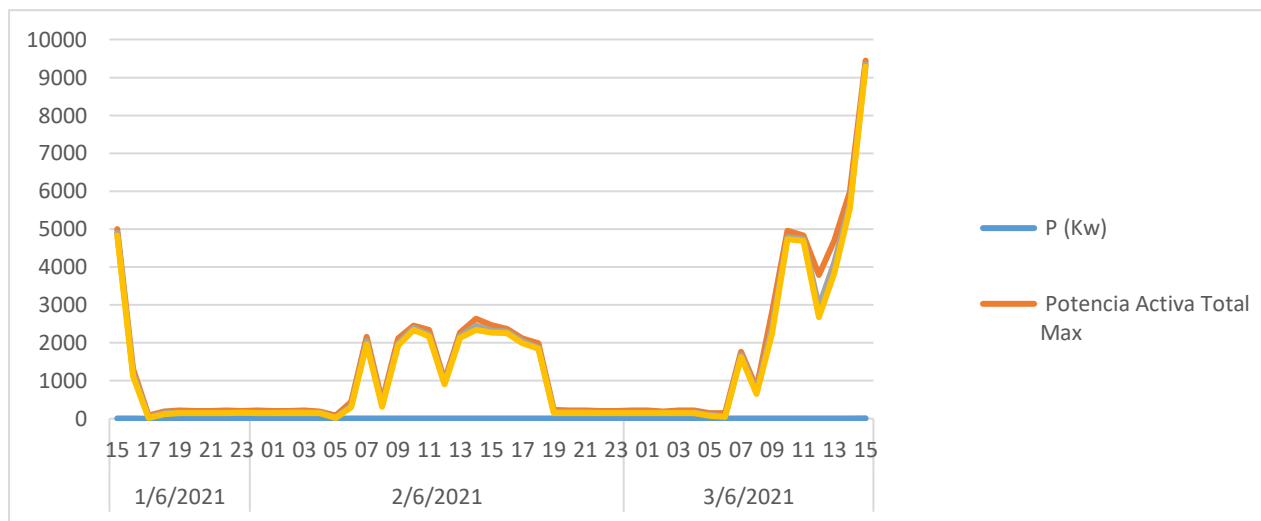
Mayor mantenimiento de equipos y maquinarias

Energía despreciada / factura de electricidad más alta – KWD y KWH

✓ Análisis de factor de carga

A continuación, se presenta la curva de carga registrada por los equipos analizadores de calidad de energía:

Ilustración 19: Curva de Carga del interruptor general



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la ilustración anterior, se muestra el resultado real que el equipo de medida ha indicado a diferente consumo durante 2 días de medición dibujando una línea () que permite comparar esos consumos y determinar el grado de utilización del equipo. A ese valor se le conoce como factor de carga. Basado en la ilustración, se tiene lo siguiente valores:

El factor de carga máximo del panel es 5(%), con 24.60 KVA con (FP=0.68) que representa 4.65 KW que se encuentra un porcentaje despreciable de la capacidad del transformador.

El factor de carga medio es de 0(%) con 1.65kVA con (FP=0.88)

✓ Consumo de energía

Durante el período de medición se obtuvo un consumo promedio por día de 12.29 kWh/día, para un mes típico con este comportamiento de 373.99 kWh/mes de consumo de energía eléctrica.

La tasa de distorsión armónica (en porcentaje) tiene el siguiente comportamiento:

Tabla 15: Tasa de distorsión armónica registrado por el equipo analizador

THD V L1	THD V L2	Promedio	THD A L1 Med	THD A L2 Med	Promedio
2.04	2.08	2.06	142.07	104.77	123.42
1.42	1.27	1.35	77.13	27.96	52.54
1.09	1.04	1.07	5.63	3.26	4.45

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la tabla anterior, se muestran los valores de porcentaje registrado por el equipo, la tasa de distorsión armónica de voltaje (THDV) y de tasa de distorsión armónico de corriente (THD A) por cada una de las líneas del sistema trifásico que alimenta cada una de las partes de cada una de las cargas. Los valores de interés son valores promedios (energía) y con respecto a la THD de voltaje se encuentra dentro del rango aceptable menor al 5% con un promedio al 1.35%.

Respecto a los armónicos de corriente, tanto el promedio de las tres fases como el valor máximo registrado excede el rango de lo permisible de 15%, teniendo como resultado de 52.54% promedio de las fases lo que representa una corriente de armónicos muy excedida, razón por la cual se hace necesario instalar filtros para los armónicos que más afecta las ondas sinodales de corriente.

Energía despreciada / factura de electricidad más alta – KWD y KWH (ver anexo 7)

Tabla 16: Consumo de energía donde se instaló el analizador

Área	Tiempo total de medición	Días/Mes	KWH/Medición	Días/Medición	KWH/Días	KWH/Mes	KWH/Año
Edificio_6	7d. 0h. 59m.	30.4	0.65	7.04	0.09	2.82	33.8
Edificio_7	6d. 23h. 59m.	30.4	44.85	6.99	6.4	194.9	2,338.83
Pabellon_8		30.4					
Pabellon_9	6d. 17h. 11m.	30.4					
Edificio_10B	6d. 23h. 59m.	30.4	4,915.05	6.99	702.22	21,359.18	256,310.2
Edificio_10F	6d. 23h. 15m.	30.4	56.7	6.97	8.14	247.48	2,969.76
Dirección de piensa	5d. 4h. 8m.	30.4	179.31	5.34	33.58	1,021.54	12,258.49

Aula Maestría _piensa	2d. 0h. 1m. 0s.	30.4	24.6	2	12.29	373.99	4,487.9 4
Laboratorio _ piensa	6d. 16h. 42m.	30.4	281.35	8.42	33.43	1,016.7 6	12,201. 16
Residencia estudiantil	2d. 23m. 24s.	30.4	124.09	2.93	42.28	1,286.0 8	15,432. 94
ALA_A1	14d. 0h. 34m.	30.4	149.25	14.02	10.64	323.72	3,884.6 1
TOTAL			5,775.85	60.7	849.07	25,826. 4	309,917 .7

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Durante el período de medición se obtuvo un consumo promedio por día total de 849.07 kWh/día, para un mes típico con este comportamiento de 25,826.4 kWh/mes de consumo de energía eléctrica.

CAPÍTULO 4.
PROPUESTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

8.1 Propuesta de instalación de un Sistema fotovoltaico

El recinto universitario Simón Bolívar tiene un consumo promedio mensual de 180,600 kWh/mes esto equivale a córdoba monto promedio de pago por energía y de manda por cantidad de 1, 846,484 mil córdobas mensuales

El resultado obtenido de las mediciones puntuales en las áreas delimitadas el diseño ideal para los edificios, sería un sistema solar óptimo de 450 kW (ver anexo 8) debido a la potencia obtenida de 1337 kW este valor se multiplica el 80% de sobrecarga del equipo y nos da una potencia de 1070 kW con los calculo queremos reducir un 40% de la potencia en las áreas delimitadas.

✓ Instalación

Para esta solución se necesita instalar aproximadamente 1125 paneles solares de 400w y se requiere 2500 metros cuadrado. Sin embargo, también se tiene que analizar la disponibilidad de las áreas de techos, predio o parqueo para cubrir esta potencia a instalar.

Mostrando la potencia del sistema solar y de horario de radiación se hacen los cálculos aproximados máximos que se podrían obtener 5 a 6 horas considerando este horario de 10:30 a.m. hasta la 4:00 p.m. donde el sistema solar produciría esa energía foto voltaica

✓ Situaciones futuras:

Se recomienda instalar un sistema de generación fotovoltaico de 450kw, arreglo trifásico 120/208 voltios, 60HZ, el cual contempla la utilización de inversores marca (SMA) última en tecnología en inyección directa conectada a la red para auto consumo, los paneles solares constan de una capacidad nominal de 400w, para reducir el consumo de energía eléctrica comercial.

Imagen 8: paneles solares



[Fuente:ecami.com.ni/portofolio/arreglo-de-inversores-para-instalacion-solar](http://ecami.com.ni/portofolio/arreglo-de-inversores-para-instalacion-solar)

Con la información brindada por ingeniero especialista en sistema fotovoltaico.

Para el arreglo de los paneles tenemos: 3 inversores de 150 KW cada inversor tendrá un arreglo de 15 paneles en serie * 25 paneles en paralelo para una potencia de 450 kW

La energía que producirá el sistema solar de 450 kW, se calculará las siguientes ecuaciones:

Energía producida por el sistema fotovoltaica= potencia por el sistema fotovoltaico *horas de máxima radiación * 30 días del mes

Energía producida por el sistema fotovoltaica=450kW*6h*30 días

Energía producida por el sistema fotovoltaica= 81,000 kWh/mes

Calculo con la anergia facturada máxima mayo 2021 – energía del sistema foto voltaico

Energía ahorrada =210, 000 KWh/mes -81, 000 KWh/mes =129,000 KWh/mes

Considerando el pliego tarifario vigente para el mes de noviembre del año 2021, se tiene que el costo de la energía equivale a 1kWh=C\$ 5.1472cordobas (ver anexo 1), también se utiliza la tasa de conversión vigente del 30 de noviembre del 2021, según el banco central de Nicaragua, donde C\$ 35.40cordobas= 1\$ dólar (ver anexo10), así mismo lo apoyaremos con la herramienta para el cálculo de la factura proporciona el instituto Nicaragüense de energía, basándose en un periodo de facturación real(ver anexo 11)

Tabla 17: Cálculo de ahorro energético

Activa Punta kWh Csmo Energía	1,248,393.20
Alumbrado Publico	11,231.91
Comercialización	2,367.22
Regulación INE	12,619.92
IVA	191,191.84
Total	1,465,804.10

Fuente: <https://www.ine.gob.ni/DGE/CalculoFactura/CalculoFactura.php>

La recuperación de la inversión se estimará, mediante las ecuaciones:

Ahorro anual en córdobas= ahorro mensual por energía producida *12 meses

Ahorro anual en córdobas=C\$ 056,651.89 * 12 mese

Ahorro anual en córdobas=C\$2, 679,822.68 córdobas

Utilizando la tasa de conversión de córdobas a dólar, se tiene:

Dólares ahorro anual= Ahorro anual en córdobas/ córdobas equivalentes a 1\$

Dólares ahorro anual= C\$2, 679,822.68 /35.40=79,006\$

Entonces:

Recuperación en años de la tasa de inversión =costo de la inversión / dólares ahorrados anual mente

Recuperación en años de la tasa de inversión =79,0006/ 358, 187.07\$=4 años

La inversión de este sistema fotovoltaico es de \$ 385, 000 y de recuperaría en un periodo de 4 años y medio los paneles solares tendría una garantía de 10 años y los inversores de 5 años. Además, el proyecto tendría una vida útil de 25 años.

8.2 Propuesta para la instalación de aire acondicionado

Actual mente el recinto universitario cuenta con equipos de climatización de baja eficiencia, esto se corrobora mediante el censo de carga, por lo siguiente, se propone sustituir con equipos que entreguen una mayor eficiencia.

El recinto Universitario (RUB) actual mente posee en sus áreas administrativas:

Tabla 18: Unidades de climatización.

Unidad	Descripción	Potencia(W)	KW	A	W
8	60 mil BTU	50370	50.37	228.954545	3200
2	48 mil BTU	700	0.7	3.18181818	4800
3	36 mil BTU	9840	9.84	44.7272727	3600
3	24 mil BTU	6810	6.81	30.9545455	3000
2	18 mil BTU	3750	3.75	17.0454545	100
4	12 mil BTU	4624	4.624	21.0181818	1200
				345.881818	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tabla 19: Se muestra el consumo de energía que tendría los equipos con alta eficiencia (Inverter)

	DESCRIPCION	CORRIENTE	VOLTAJE	POTENCIA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	corriente total
8	60 mil BTU	14.1	2400	3200	1600	12800	112.8
2	48 mil BTU	10	2400	745.7	1300	2600	20

3	36 mil BTU	15	2400	36000	1100	3300	45
3	24 mil BTU	12.5	2400	3000	670	2010	37.5
2	18 mil BTU	3.38	2400	1000	530	1060	6.76
4	12 mil BTU	5.5	2400	1200	400	1600	22
							244.06

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con la situación de los equipos de baja eficiencia, se pretende obtener un consumo anual de:

Para calcular el ahorro que se pretende tener, se utilizara la siguiente ecuación

$KWh/año\ ahorrado = KWh/año\ actual - KWh/año\ propuesto$

$KWh/año\ ahorrado = 358,607.52\ KWh - 202,881.024\ KWh$

$KWh/año\ ahorrado = 155,726.496\ KWh$

$Ahorro\ económico = costo\ de\ la\ tarifa\ del\ pliego\ tarifario * KWh/año\ ahorrado$

$Ahorro\ económico = C\$5.1472 * 155,726.496\ KWh$

$Ahorro\ económico = C\$ 800,434.1894\ córdobas$

Utilizando la tasa de conversión de córdobas a dólares, se tiene:

$Dólares\ ahorrado\ anual\ mente = A\ horro\ anual\ en\ córdobas / córdobas\ equivalentes\ a\ \1

$Dólares\ ahorrado\ anual\ mente = C\$ 800,434.1894 / C\$35.740 = 22,484.106\ dólares$

Entonces:

$Recuperación\ en\ año\ de\ la\ inversión = costo\ de\ inversión / dólares\ ahorrado\ anual\ mente$

$Recuperación\ en\ año\ de\ la\ inversión = 23,370\$ / 22,484.106\$ = 1\ años$

La inversión de esta tecnología (ver anexo12), es de 23,370\$, que se recuperara en un promedio de 5 años

Tabla (20). Ahorro y costo económicos

Ahorro en consumo anual de electricidad	22484.106	kWh/año
Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad	86,830.80	\$/año

Reducción de emisiones anuales de CO ₂ – electricidad	5	tCO ₂ e/año
Factor de emisión	0.474	tCO ₂ e/kWh
Costo de inversión	23370	\$
Costos incrementales en operación y mantenimiento	0	\$/año
Costo total	2,121.72	\$
Ahorro económico total proyectado	3,077.90	\$/año
Periodo de repago simple	0.69	años
Tasa Interna de Retorno	145	%
Valor presente anual	16,790.64	\$
Porcentaje de ahorro de consumo de energía sobre el uso total	7.74	%

8.3 Propuesta de equipos de ofimática

Tabla 20: Descripción de equipos ofimáticos

Cantidad	ofimáticas	Voltaje	P(KW)	Corriente	Total P(KW)
1	ACER	120	0.108	0.9	0.108
1	AOC	120	0.216	1.8	0.216
1	BENQ	120	2.736	22.8	2.736
5	DELL	120	0.4216	3.51333333	2.108
3	DELL	120	0.0864	0.72	0.2592
43	DELL	120	0.288	2.4	12.384
1	HP	120	4.851	40.425	4.851
6	HP	120	0.065	0.54166667	0.39
2	HP	120	2.389	19.9083333	4.778
34	HP	120	0.33	2.75	11.22
3	HP	120	0.799	6.65833333	2.397
3	GENERICA	120	1.5	12.5	4.5
41	GENERICA	120	0.15	1.25	6.15
34	GENERICA	120	0.3	2.5	10.2
1	LENOVO	120	0.396	3.3	0.396

87	SIN DATOS DE PLACA	120	0.3	2.5	26.1
2	SIN DATOS DE PLACA	120	0.6	5	1.2
1	SIN DATOS DE PLACA	120	0.9	7.5	0.9
1	HANNS	120	0.0864	0.72	0.0864
270	TOTAL			137.686667	90.9796

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con la situación de los equipos de baja eficiencia, se pretende obtener un consumo anual de

Para calcular el ahorro que se pretende tener, se utilizara la siguiente ecuación

$KWh/año\ ahorrado = KWh/año\ actual - KWh/año\ propuesto$

$KWh/año\ ahorrado = 392,990.4KWh - 300,920KWh$

$KWh/año\ ahorrado = 92,070\ KWh$

$Ahorro\ económico = costo\ de\ la\ tarifa\ del\ pliego\ tarifario * KWh/año\ ahorrado$

$Ahorro\ económico = C\$5.1472 * 92,070\ KWh$

$Ahorro\ económico = C\$ 473,902.704\ córdobas$

Utilizando la tasa de conversión de córdobas a dólares, se tiene:

$Dólares\ ahorrado\ anual\ mente = A\ horro\ anual\ en\ córdobas / córdobas\ equivalentes\ a\ \1

$Dólares\ ahorrado\ anual\ mente = C\$ 473,902.704 / C\$35.40 = 13,311.873\ dólares$

Entonces:

$Recuperación\ en\ año\ de\ la\ inversión = costo\ de\ inversión / dólares\ ahorrado\ anual\ mente$

$Recuperación\ en\ año\ de\ la\ inversión = 115,014.6\$ / 13,311.873\$ = 8.6\ años$

La inversión de esta tecnología (ver anexo13), es de 115,014.60\$, que se recuperara en un promedio de 9 años

Tabla 21: Equipo a reemplazar y gastos económicos al adquirirlo

Ahorro en consumo anual de electricidad	399,756.17	kWh/año

Ahorro económico por reducción de consumo de electricidad	86,830.80	\$/año
Reducción de emisiones anuales de CO ₂ - electricidad	8.6	tCO ₂ e/año
Factor de emisión	0.474	tCO ₂ e/kWh
Costo de inversión	115,014.60	\$
Costos incrementales en operación y mantenimiento	0	\$/año
Costo total	2,121.72	\$
Ahorro económico total proyectado	3,077.90	\$/año
Periodo de repago simple	0.69	años
Tasa Interna de Retorno	145	%
Valor presente anual	16,790.64	\$
Porcentaje de ahorro de consumo de energía sobre el uso total	7.74	%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Propuesta de Equipo de cocina – climatización.

Tabla 22: Equipos de cocina _ climatización

Cantidad	Equipo inverter	Marca	Voltaje	Corriente	Potencia (W)	Potencia total en kw
7	mantenedora 6 galones	fogeel	120	2.3	276	1.932
5	Mantenedora 8 galones	fogeel	120	2.5	300	1.5
8	frízer de dos puerta	fogeel	120	2.5	300	2.4
3	Refrigeradora	oster	120	3	350	1.05
						6.882

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con la situación de los equipos de baja eficiencia, se pretende obtener un consumo anual de

Para calcular el ahorro que se pretende tener, se utilizara la siguiente ecuación

$KWh/año\ ahorrado = KWh/año\ actual - KWh/año\ propuesto$

$KWh/año\ ahorrado = 32,212.8KWh - 19,820KWh$

$KWh/año\ ahorrado = 12,392KWh$

Ahorro económico=costo de la tarifa del pliego tarifario* KWh/ año ahorrado

Ahorro económico=C\$5.1472* 12, 392 KWh

Ahorro económico=C\$ 63, 788.22córdobas

Utilizando la tasa de conversión de córdobas a dólares, se tiene:

Dólares ahorrado anual mente = A horro anual en córdobas /córdobas equivalente a \$1

Dólares ahorrado anual mente = C\$ 63,788.22/ C\$35.40=1,801.9271 dólares

Entonces:

Recuperación en año de la inversión=costo de inversión /dólares ahorrado anual mente

Recuperación en año de la inversión =6,016.90\$/1801.9271\$=3.3años

La inversión de esta tecnología (ver anexo13), es de 6,016.90\$, que se recuperara en un promedio de 3.3 años.

✓ Propuesta de filtros de armónicos de corrientes

Tabla 23: Perdidas de armónicos

Nombre de Área	THD A L1	THD A L2	Promedio	
pabellon_6	61.34	53.87	57.605	
	48.58	31.66	40.12	
	22.97	27.77	25.37	
	THD A L1	THD A L2	THD A L3	Promedio
edificio_7	129.13	327.67	174.41	210.40
	26.77	41.53	13.66	27.32
	7.24	3.37	3.33	4.65
Dirección _piensa	327.67	327.67	327.67	327.67
	70.61	16.57	45.65	44.28

	14.59	3.25	3.77	7.20
Laboratorio piensa	62.29	123.32	40.46	75.36
	22.80	51.04	7.89	27.25
	1.71	1.42	1.19	1.44
Edificio_10B	327.67	185.25	185.25	232.72
	44.56	27.73	27.73	33.34
	2.54	0.96	0.96	1.49

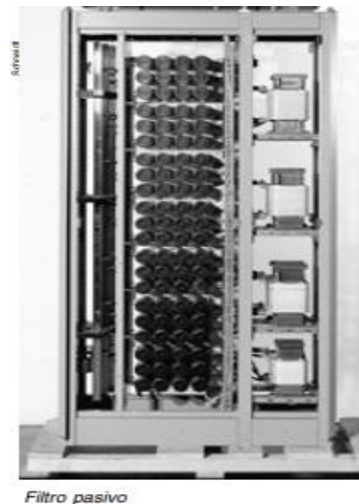
Instalar un filtro de armónicos pasivo en los paneles principales para mitigar los armónicos del orden 3, 5, y 7 para evitar fluctuaciones, calentamiento y vibraciones en los equipos electrónicos.

Los filtros pasivos están formados por inductancias y condensadores configurados como circuitos resonantes sintonizados a la frecuencia del orden armónico a eliminar. Un sistema puede incluir varios filtros y así eliminar diferentes armónicos.

Tabla 24: Característica de la capacidad de filtros

Características	generales
Tensión	400 V trifásica
Potencia	hasta 265 kvar/470 A para el filtro de orden 5 hasta 145 kvar/225 A para el filtro de orden 7 hasta 105 kvar/145 A para el filtro de orden 11
Envoltorio	Prisma

Imagen 9: Banco de capacitores



Fuente: http://automata.cps.unizar.es/bibliotecaschneider/BT/Guia/5_Armonicos

8.4 Recomendaciones específica de la inspección física

Los sistemas eléctricos por lo general deben cumplir con normas estándares de materiales, cálculo y diseño son regida en nuestro país por normas CIEN (código de instalaciones eléctricas de Nicaragua) y el NEC (código eléctrico nacional estadounidense). Para garantizar la calidad de las instalaciones eléctrica todo sistema debe constar con la aprobación de diseño y construcción de bomberos lo cual si es omitido puede causar grandes daños causadas por instalaciones sin supervisión especializada.

- ✓ A continuación, se presenta condiciones básicas con que debe constar un panel eléctrico
- ✓ Normas de colores

Negro: Fase A o línea L1

Rojo: Fase B o línea L2

Azul: Fase C o línea L3

Blanco: neutro o N

Verde O Amarillo: puesta tierra

- ✓ Barra independiente puesta tierra
- ✓ Calibre de los conductores de línea, neutro y puesta tierra calculados de acuerdo ala carga alimentada
- ✓ Barra independiente de neutro
- ✓ Bornera adecuada para el calibre del conductor
- ✓ Terminaciones de canalizaciones realizada con conectores adecuada
- ✓ Panel sin orificio libre por lo cuales puedan penetrar animales o contaminantes grandes
- ✓ Orden general
- ✓ cable en buen estado

8.5 Recomendaciones generales al sistema eléctrico

A continuación, se presenta las mejoras al sistema eléctrico necesario para garantizar un sistema eléctrico confiable, seguro y correctamente dimensionado según normas como NEC 2014 y CIEN

- ✓ brindar un mantenimiento completo a todos los paneles eléctrico existentes en el edificio, a fin de corregir las anomalías encontradas tales como, desbalance de carga, recalentamiento según estudio termo gráfica, etc.
- ✓ Se recomienda mejorar la conductividad del terreno para garantizar la continuidad y baja resistencia de cualquier falla a tierra.
- ✓ Instalar un filtro de armónicos pasivo en los paneles principales para mitigar los amónicos del orden 3, 5, y 7 para evitar fluctuaciones, calentamiento y vibraciones en los equipos electrónicos.
- ✓ Se recomienda verificar la puesta a tierra al menos una vez al año como parte de su plan normal de mantenimiento preventivo. Durante estas verificaciones periódicas, si se mide un aumento en la resistencia de más del 20%, el técnico deberá investigar el origen del problema y hacer la corrección para disminuir la resistencia, al reemplazar o agregar varillas y agregar material para mejorar la conductividad del sistema de puesta a tierra.

8.6 Condiciones

- ✓ Climatización
 - Programar los equipos del tipo “split” para que enciendan media hora después de la llegada a la oficina.
 - Realizar tareas de mantenimiento y limpieza de filtros en los equipos de aire acondicionado.
 - Procurar el correcto hermetismo en las áreas a climatizar.
 - Realizar tareas de mantenimiento y limpieza de filtros en los equipos de aire acondicionado.
 - Ajuste la temperatura del termostato en 24° C. Es suficientemente Confortable y evita la exposición del personal a cambios bruscos de temperatura, reduce el consumo de energía.

- ✓ Iluminación
 - Mantén las cortinas y persianas abiertas durante el día, permitiendo la entrada de la luz solar, la cual siempre será la mejor iluminación.
 - Apagar siempre las luces al salir de un área
 - Dar mantenimiento a los balastos o cepo y trasroscar bien los bombillos
 - Pintar los interiores de oficinas y aulas en colores claros. Esto ayudara aprovechar mejor los luxes natural y luxes artificial

- ✓ Equipos ofimáticos
 - Comprar ordenadores que estén dotados con el ahorro energético
 - Apagar el ordenador de la computadora cuando no la uses, ya que esta consume el 80% de la energía del equipo
 - Activa el protector de pantalla del monitor para que prolongues la vida de tu computadora y ahorres energía.
 - Regular el brillo y contraste de las pantallas a valores apropiados para su lectura, pero sin estridencias, que en definitiva no sólo consumen más energía, sino que cansa la vista del usuario rápidamente.

CONCLUSIÓN

Luego de realizada la Auditoria Energética en la Universidad Nacional de Ingeniería, se obtuvieron los siguientes resultados:

De acuerdo con la información por la universidad y recopilación de nuestra parte se finalizó un análisis del 56% del total de paneles analizado del total de paneles principales del Recinto Universitario Simón Bolívar UNI.

Se completó el censo de los rubros de iluminación, equipos ofimáticos, climatización para cada uno de los ambientes, Se recopilo que el equipo eléctrico que más consumo representa para la universidad son los equipos de climatización (76312 kWh/mes), debido a que cierto de esta parte están sobre dimensionados como los son en las áreas de pabellón 9, 10, 11 y dirección de bienes estudiantil debido a que la mayor parte de esto no son equipos invertir.

De acuerdo a las mediciones eléctricas se logró determinar que el 96% de los paneles analizados presentaron un desbalance de corriente fuera de la norma la mayorías de los paneles principales presentaron esta condiciones técnicas, solo un 2% de los paneles analizados se rigen antes esta normas y el ultimo 2% se constituye ante paneles monofásico. Además, las instalaciones presentan un buen factor de potencia y la tasa de distorsión armónica de voltaje se encuentra dentro de normativa establecida.

Se diagnosticó que la tasa de distorsión armónica de corriente, se encuentra fuera de los estándares establecidos por la normativa, por lo tanto, se recomendó instalar un filtro de armónicos activos para filtrar los armónicos de orden 3, 5, 7.

Se recomienda realizar el cambio total de los centros de carga en los pabellones 7, 8, 9, 10,11 los cuales están deteriorado debido a su antigüedad, a los cuales pueden estar presentando perdidas por sobrecalentamiento debido a mal contacto.

Se han propuestos los equipos tecnológicos climatización la que tendría un ahorro del 9%, Ofimática estos equipos se mantiene casi en la misma potencia de consumo la que tendría un ahorro del 2%, sistema fotovoltaico con respondiente a aspecto de propuesta la que tendría un ahorro del 15% y de acuerdo a los requerimientos generales en cada uno de los ambientes del Universidad Nacional de Ingeniería, con lo cual se tendrá una reducción en el consumo mensual de facturación eléctrica, esto ofrecerá exponencialmente el uso eficiente de la energía, traducido a un ahorro

mensual capitalizable para la administración del 861,786.85. con un total del 26% con respecto a la facturación.

BIBLIOGRAFÍA

Artículo De Pagina Web

[1]. Ahorro de energía (2018 12 agosto). La prensa.

[https://www.laprensa.com.ni/2020/01/15/economía/2630131-e-entra-en-vigencia-el-tercer-](https://www.laprensa.com.ni/2020/01/15/economía/2630131-e-entra-en-vigencia-el-tercer-Ajuste-al-subsidio-de-la-tarifade-energía)

[Ajuste -al-subsidio-de -la -tarifa-de -energía](https://www.laprensa.com.ni/2020/01/15/economía/2630131-e-entra-en-vigencia-el-tercer-Ajuste-al-subsidio-de-la-tarifade-energía)

[2]. SISTEMA DE GESTION DE ENERGIA. (2015, 2 abril). ISO 50001.

<https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media>

[Library/PDFs/Spanish%20QRFs%20and%20PDFs/NQA-ISO-50001-Guia-de-implantacion.pdf](https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media/Library/PDFs/Spanish%20QRFs%20and%20PDFs/NQA-ISO-50001-Guia-de-implantacion.pdf)

[3]. Banco centro americano. (2010). El mercado eléctrico de Nicaragua y la energía renovable

[https://www.bcie.org/fileadmin/areca/espanol/archivos/informacion-sector-](https://www.bcie.org/fileadmin/areca/espanol/archivos/informacion-sector-energetico/estudios/2010648132.pdf)

[energetico/estudios/2010648132.pdf](https://www.bcie.org/fileadmin/areca/espanol/archivos/informacion-sector-energetico/estudios/2010648132.pdf)

[4]. INE. (1996, Mayo). Resolución No. 006-2000

[. https://rise.esmap.org/data/files/library/nicaragua/Energía%20Acceso/Supporti](https://rise.esmap.org/data/files/library/nicaragua/Energía%20Acceso/Supporti)

[%20Documentation/Nicaragua%20-%20Electric%20Sector%20Norm.pdf](https://rise.esmap.org/data/files/library/nicaragua/Energía%20Acceso/Supporti%20Documentation/Nicaragua%20-%20Electric%20Sector%20Norm.pdf)

[5]. Ministerio De Energía Y Minas. (2014). VI Seminario Latinoamericano Y Del Caribe

2014 De Eficiencia Energética. 30/01/2016, de Ministerio De Energía Y Minas.

<http://www.mim.gov.ni/index.php?s=1&idp=174&idt=2&id=778>

[6]. ISO/19011:2011 Directrices para la auditoria de sistema de gestión

<http://www.ovacen.com/auditorias-energeticas-definicion-ambito-actuacion-normativa/>

[7]. GUIA DIDACTICA PARA EL DESARROLLO DE AUDITORIA ENERGETICA. (2001, 8 febrero). NORMAS DE AUDITORIA ENERGETICA.

https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/902/1/upme_217_auditorias_energeticas_2007.pdf

[8] BRATU, N. Y CAMPERO, E 1990. Instalaciones eléctrica, Conceptos Básicos Diseño. Segunda Edición.

[9] CEN – Coordinador Eléctrico Nacional, 2021: Base de datos Infotécnica del Sistema Eléctrico Nacional.

<https://infotecnica.coordinador.cl/instalaciones/centrales>

[10] García R. (17/12/2017) Eficiencia energética y sostenible en edificación. Recuperado el 23 de octubre de 2019 <http://www.ecoefys.com/pasos-de-una-auditoria-energetica/>

[11] Marín L. (24/08/2018). Auditoria energética: una manera de ahorrar. Recuperado el 23 de Octubre del 2019 de: <https://energymaster.co/auditoria-energetica-igual-aahorro/>

[12] Ribas J (2010-2019). Circuito de fuerza y Circuito de maniobra en instalaciones automatizadas. Recuperado el 30 de Octubre del 2019 de:

<https://dissenyproducte.blogspot.com/2015/04/circuito-de-fuerza-y-circuito-de.html>

[13] URJC online (27/09/2017) Modulo II – Auditorías energéticas. Recuperado el 30 de Octubre del 2019 de: <https://urjconline.atavist.com/spoc-cei-ii-m2-auditoriasenergeticas>

[14] CHEC (2009) Uso eficiente de la energía. Recuperado el 23 de Octubre del 2019 de: http://crea.uclm.es/crea2/sp/actividades/documentos/Auditorias_en.pdf

[15] Almendra, A., Miranda, A. & Peralta, L. (2014). Auditoria energética en edificios laborales de la SESGO-CFE. México DF. Recuperado el 16 de Octubre del 2019 de:

<https://www.reibci.org/publicados/2014/agosto/2200112.pdf>

ANEXO

Anexo (1)

Tarifa energética



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA
ENTE REGULADOR
TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE AGOSTO DE 2021
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)
APOYO A LA INDUSTRIA TURÍSTICA MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW, para uso de Hospedería Menor (menos de 15 unidades habitacionales para alojamiento), Servicios de Alimentos y Bebidas, Entretenimiento y Centros Nocturnos, Centros de Convenciones, Marinas Turísticas.	T-2 D-H	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIO ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	5.1472	586.0109
		T-2 E-H	TARIFA BINOMIA CON MEDICIÓN HORARIO 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	7.5468 7.3004 5.0167 4.8500	758.2290 473.5315 0.0000 0.0000
INDUSTRIA TURÍSTICA MEDIANA	Carga contratada entre 25 kW y 200 kW, para uso de Hoteles, Condo Hoteles, Aparta Hoteles, Alojamiento en Tiempo Compartido, Moteles Turísticos, Paradores de Nicaragua con no menos de 15 unidades habitacionales para alojamiento ubicados en zonas rurales o urbanas, Parques de Atracciones turísticas Permanentes (parques temáticos).	T-4 D-H	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIO ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	5.0912	579.6413
		T-4 E-H	TARIFA BINOMIA CON MEDICIÓN HORARIO 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	7.4647 7.2211 4.9621 4.7973	749.9874 468.3844 0.0000 0.0000
INDUSTRIA TURÍSTICA MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW, para uso de Hoteles, Condo Hoteles, Aparta Hoteles, Alojamiento en Tiempo Compartido, Moteles Turísticos, Paradores de Nicaragua con no menos de 15 unidades habitacionales para alojamiento ubicados en zonas rurales o urbanas, Parques de Atracciones turísticas permanentes (parques temáticos).	T-5 D-H	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIO ESTACIONAL Todos los kWh kW de Demanda Máxima	5.2229	603.5359
		T-5 E-H	TARIFA BINOMIA CON MEDICIÓN HORARIO 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	7.7205 7.4689 5.1013 4.9340	781.6317 488.1400 0.0000 0.0000

Anexo (2)

Censo de carga todos los edificios

Consumo de este edificio al mes de 585.72kw/h

Etiquetas de fila	Suma de consumo mensual (KWH/MES)	Suma de potencia total (KW)	Suma de potencia unitaria (KW)	Suma de consumo diario (KWH/DIA)
9				
3 X 100 KVA	134.784	1.08	1.08	5.616
3 X 75 KVA	112.32	1.08	1.08	5.616
120				
3 X 100 KVA	4,699.4664	53.2766	44.2136	223.31874
3 X 50 KVA	14,494.332	135.3258	70.4118	658.30794
3 X 75 KVA	4,612.40992	43.2514	18.2148	220.75118
1000 KVA	2,299.2928	18.094	15514	82.1176
25 KVA	2,796.4528	27.118	19.623	112.7182
37.5 KVA; 37.5 KVA; 50.0 KVA	2,857.2224	32.9746	25.9602	142.49872
700 KVA	6,979.8736	54.788	27464	249.2812
75.0 KVA	6,573.1816	65.688	41.099	300.8468
208				
1000 KVA	889.28	7.4	6200	31.76
700 KVA	582.4	4	4000	20.8
220				
3 X 100 KVA	479.57664	28.064	20.088	26.34216
75.0 KVA	502.92	27.94	27.94	33.528
240				
3 X 75 KVA	22.464	0.18	0.18	0.936
480				
1000 KVA	1290.24	38.4	19,200	46.08
Total general	49,326.21616	538.6604	72,647.8904	2,160.51854

Consumo de todos los edificios y áreas establecidas en equipos de cocina, ofimáticos y otros equipos es de 49,326.21616 KW/H

Anexo 3

Tabla. Iluminación de todos los edificios

Etiquetas de fila	Suma de consumo mensual (KWH/MES)	Suma de potencia total (KW)	Suma de potencia unitaria (KW)	Suma de consumo diario (KWH/DIA)
EDIFICIO_01 2*32	18.816	0.224	224	0.672
EDIFICIO_01 3*22	720.384	8.576	3392	25.728
EDIFICIO_01 3*32	60.984	0.726	66	2.178
EDIFICIO_01	4459.392	53.088	7008	159.264
Total general	5,259.576	62.614	1,0690	187.842

Etiquetas de fila	Suma de consumo mensual (KWH/MES)	Suma de potencia total (KW)	Suma de potencia unitaria (KW)	Suma de consumo diario (KWH/DIA)
120				
3 X 100 KVA				
0	1209.6	14.4	1.8	43.2
N/A	5.04	0.084	0.084	0.252
Silvania	258.09	4.316	0.872	12.948
Silvania	3.168	0.044	0.022	0.132
3 X 50 KVA				
Silvania	669.864	10.384	1.488	31.152
Silvania	3.96	0.066	0.044	0.198
Vikingo	0.72	0.012	0.012	0.036
Volteck	18	0.3	0.02	0.9
3 X 75 KVA				
Silvania	335.088	5.004	0.476	15.012
Silvania	9.438	0.176	0.066	0.528
Volteck	2.4	0.04	0.02	0.12
25 KVA				
Silvania	677.628	9.234	0.383	27.702
Silvania	159.93	1.899	0.169	5.697
Vikingo	6.48	0.072	0.012	0.216
Volteck	3.6	0.06	0.02	0.18
37.5 KVA; 37.5 KVA; 50.0 KVA				
Silvania	89.52	1.492	0.24	4.476
700 KVA				
(en blanco)	16.8	0.2	200	0.6
75.0 KVA				

Silvania	153.336	2.464	0.474	7.392
Silvania	260.448	4.052	0.402	12.156
Volteck	1.44	0.02	0.02	0.06
277				
1000 KVA				
(en blanco)	4,989.768	59.402	12568	178.206
700 KVA				
(en blanco)	5,222.112	62.168	11,228	186.504
120 v				
1000 KVA				
(en blanco)	117.6	1.4	100	4.2
120 v				
700 KVA				
(en blanco)	117.6	1.4	100	4.2
Total general	14,331.63	178.689	24,202.624	536.067

Consumo iluminación todas las áreas 14,331.63 kW/h

Consumo de lámparas fluorescente 5,259.576 kW/

Anexo 4

Clasificación de todos los equipos climatización en los edificios

Tabla. Abanico de pared y estacionario

Etiquetas de fila	Suma de CONSUMO MENSUAL (KWH/MES)	Suma de POTENCIA TOTAL (KW)	Suma de POTENCIA UNITARIA (KW)	Suma de CONSUMO DIARIO (KWH/DIA)
120				
Premier	15.444	0.099	0.099	0.5148
RT	46.8	0.36	0.36	1.872
Sankey	139.88	1.29	0.77	6.708
Sanyo	10.92	0.105	0.105	0.546
Tornado	425.36	3.04	0.41	15.808
(en blanco)	1616.16	11.1	2520	57.72
Total general	2,254.564	15.994	2521.744	83.1688

Tabla . Aire acondicionado de los edificios

Etiquetas de fila	Suma de CONSUMO MENSUAL (KWH/MES)	Suma de POTENCIA TOTAL (KW)	Suma de POTENCIA UNITARIA (KW)	Suma de CONSUMO DIARIO (KWH/DIA)
120				
Innovair Vortex	127.296	1.224	1.224	6.3648
208				
(en blanco)	2329.6	16	16000	83.2
220				
Carrier	1027.52	8.9	8.9	46.28
Comforstar	14,340.26672	137.7537	132.58685	716.31924
Comforstart	1702.48	15.47	15.47	80.444
Cooltek	374.4	3.6	3.6	18.72
Fogel	5241.6	42	12	218.4
Godman	5422.56	47.4	39.5	246.48
Innovair	253.76	2.44	2.44	12.688
Innovar	2059.2	18	18	93.6
N/A	416	4	4	20.8

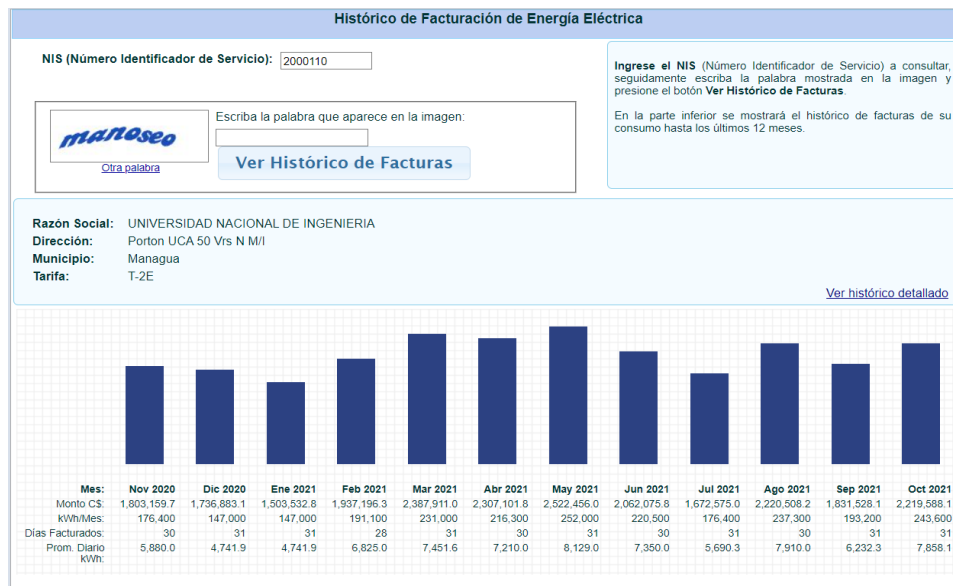
Samsung	140.4	1.8	1.8	9.36
TGM	2870.4	24	18	124.8
TLC	166.4	1.6	1.6	8.32
York	2246.4	18	12	93.6
240				
Confort Marker	3120	30	24	156
Parker	327.6	2.25	2.25	11.7
Westing House	44.928	0.36	0.18	1.872
Total general	42,210.81072	374.7977	16,297.55085	1,948.94804

Tabla . Aire acondicionado Split – inverte

Etiquetas de fila	Suma de consumo mensual (KWH/MES)	Suma de potencia total (KW)	Suma de potencia unitaria (KW)	Suma de consumo diario (KWH/DIA)
208				
Comforstart	904.8	8.7	6.8	45.24
Samsung	154.96	1.49	1.49	7.748
(en blanco)	25259.52	173.7	136201.5	903.24
220				
Comforstart	332.8	3.2	3.2	16.64
Innovair Vortex	2171.52	18.6	18.6	96.72
LG	634.816	5.45	3.27	28.34
Rheem	260	2.5	2.5	13
240				
Rheem	10.4	0.1	0.1	0.52
Whirl pool	312	3	3	15.6
277				
(en blanco)	1747.2	12	12000	62.4
Total general	31788.016	228.74	148240.46	1189.448

Anexo 5

Historial de consumo de energía

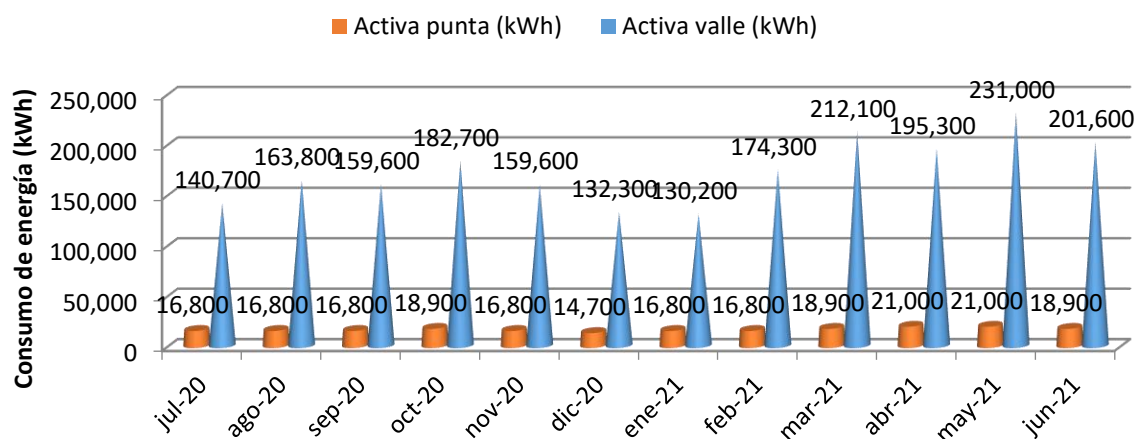


Anexo 6

Este estudio de facturación eléctrica comprende un periodo de 4 años des de enero de 2017 – enero 2021

Julio2020-Junio 2021

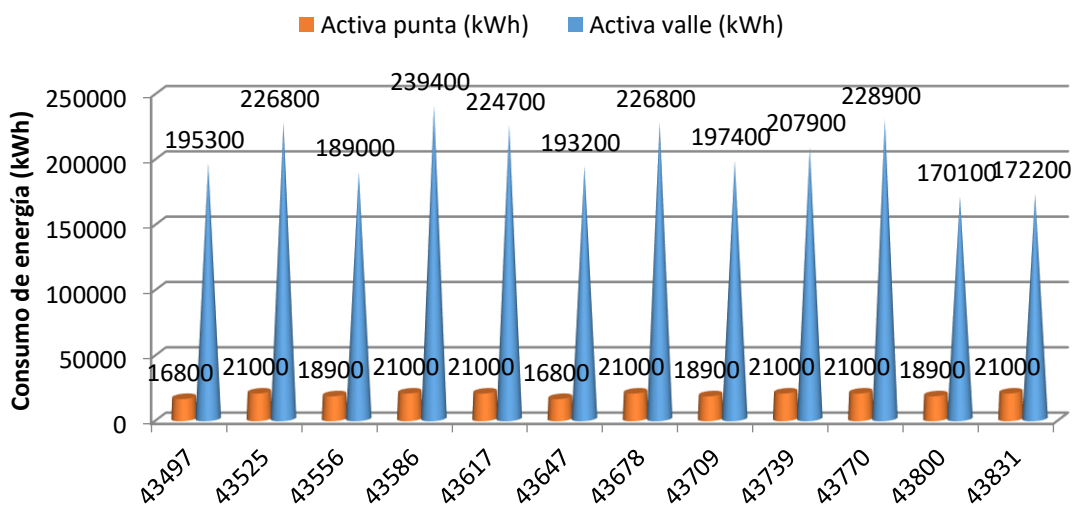
Mes Facturado	Días Facturados	Energía punta kWh	Energía fuera de punta kWh	kWh/día	Reactiva kVARh	Demanda punta kW	Demanda fuera de punta kW	Factor de potencia (FP)
jul-20	32	16,800	140,700	4,922	73,500	126.00	683.00	0.91
ago-20	31	16,800	163,800	5,826	79,800	252.00	840.00	0.91
sep-20	30	16,800	159,600	5,880	77,700	252.00	840.00	0.92
oct-20	31	18,900	182,700	6,503	86,100	294.00	882.00	0.92
nov-20	30	16,800	159,600	5,880	77,700	252.00	819.00	0.92
dic-20	31	14,700	132,300	4,742	71,400	252.00	777.00	0.90
ene-21	31	16,800	130,200	4,742	73,500	210.00	693.00	0.89
feb-21	28	16,800	174,300	6,825	77,700	294.00	945.00	0.93
mar-21	31	18,900	212,100	7,452	88,200	399.00	1,050.00	0.93
abr-21	30	21,000	195,300	7,210	84,000	420.00	1,071.00	0.93
may-21	31	21,000	231,000	8,129	92,400	357.00	1,071.00	0.94
jun-21	30	18,900	201,600	7,350	86,100	357.00	1,050.00	0.93
Total	366	214,200	2,083,200	75,460	968,100.00	3,465	10,721	N/A
Máximo	32	21,000	231,000	8129.03	92,400.00	420.00	1,071.00	0.94
Promedio	30.50	17850.00	173600.00	6288.37	80,675.00	288.75	893.42	0.92
Mínimo	28	14,700	130,200	4741.94	71,400.00	126.00	683.00	0.89
Promedio total	31	17,850		6,288	80,675	289	893	0.92



Febrero 2019- Enero 2020

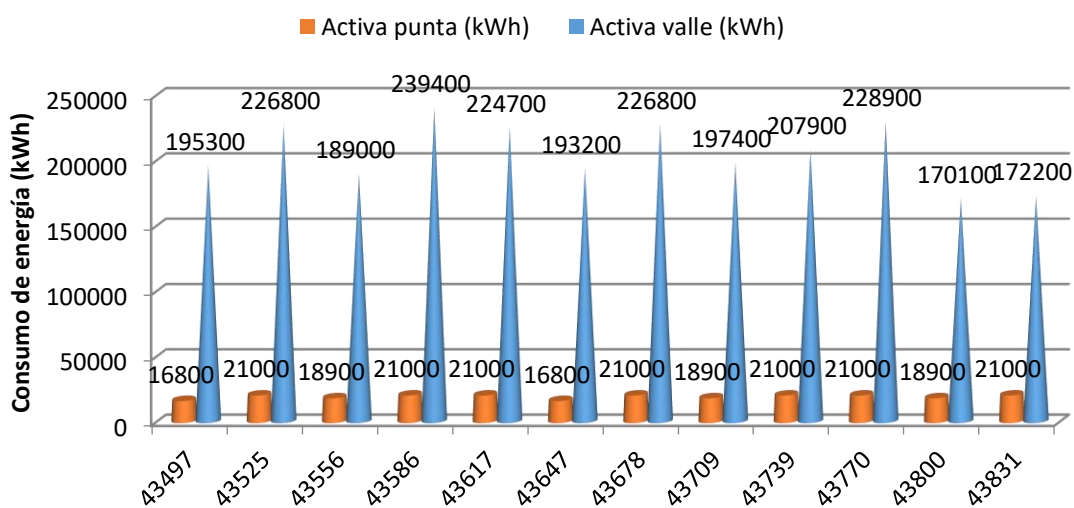
				kWh/día				
--	--	--	--	----------------	--	--	--	--

Mes Facturado	Días Facturados	Energía punta kWh	Energía fuera de punta kWh		Reactiva kVARh	Demanda punta kW	Demanda fuera de punta kW	Factor de potencia (FP)
feb-19	28	16,800	195,300	7,575	88,200	315.00	1,050.00	0.92
mar-19	31	21,000	226,800	7,994	100,800	357.00	1,029.00	0.93
abr-19	29	18,900	189,000	7,169	88,200	315.00	1,113.00	0.92
may-19	32	21,000	239,400	8,138	102,900	378.00	1,197.00	0.93
jun-19	30	21,000	224,700	8,190	96,600	420.00	1,155.00	0.93
jul-19	31	16,800	193,200	6,774	90,300	357.00	1,092.00	0.92
ago-19	31	21,000	226,800	7,994	96,600	336.00	1,050.00	0.93
sep-19	30	18,900	197,400	7,210	88,200	399.00	1,155.00	0.93
oct-19	31	21,000	207,900	7,384	94,500	357.00	1,008.00	0.92
nov-19	30	21,000	228,900	8,330	96,600	420.00	1,050.00	0.93
dic-19	31	18,900	170,100	6,097	81,900	399.00	987.00	0.92
ene-20	31	21,000	172,200	6,232	86,100	336.00	903.00	0.91
Total	365	237,300	2,471,700	89,086	1,110,900.00	4,389	12,789	N/A
Máximo	32	21,000	239,400	8330.00	102,900.00	420.00	1,197.00	0.93
Promedio	30.42	19775.00	205975.00	7423.80	92,575.00	365.75	1065.75	0.92
Mínimo	28	16,800	170,100	6096.77	81,900.00	315.00	903.00	0.91
Promedio total	30	19,775		7,424	92,575	366	1,066	0.92



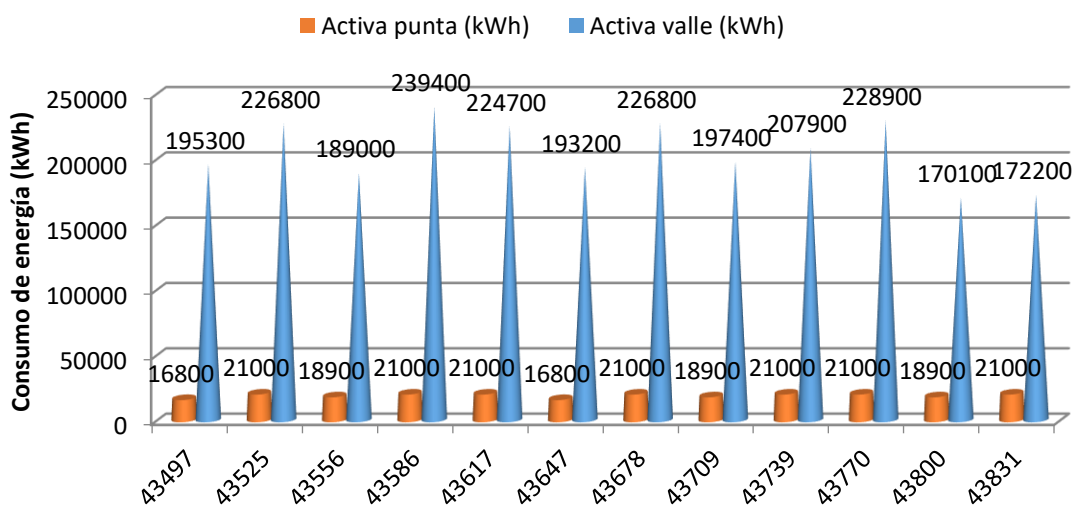
Febrero2018- Enero 2019

Mes Facturado	Días Facturados	Energía punta kWh	Energía fuera de punta kWh	kWh/día	Reactiva kVARh	Demanda punta kW	Demanda fuera de punta kW	Factor de potencia (FP)
feb-18	28	25,200	207,900	8,325	90,300	525.00	945,000.00	0.93
mar-18	31	33,600	262,500	9,552	105,000	672.00	1,197,000.00	0.94
abr-18	29	27,300	222,600	8,617	98,700	693.00	1,197,000.00	0.93
may-18	32	18,900	151,200	5,316	81,900	294.00	1,050,000.00	0.90
jun-18	30	12,600	77,700	3,010	63,000	210.00	861,000.00	0.82
jul-18	31	12,600	121,800	4,335	69,300	147.00	819.00	0.89
ago-18	31	16,800	182,700	6,435	88,200	168.00	840,000.00	0.91
sep-18	30	14,700	182,700	6,580	86,100	189.00	903,000.00	0.92
oct-18	31	16,800	178,500	6,300	84,000	189.00	861,000.00	0.92
nov-18	30	14,700	203,700	7,280	105,000	231.00	966,000.00	0.90
dic-18	31	14,700	149,100	5,284	67,200	210.00	882,000.00	0.93
ene-19	31	14,700	151,200	5,352	81,900	210.00	798,000.00	0.90
Total	365	222,600	2,091,600	76,386	1,020,600.00	3,738	10,500,819	N/A
Máximo	32	33,600	262,500	9551.61	105,000.00	693.00	1,197,000.00	0.94
Promedio	30.42	18550.00	174300.00	6365.49	85,050.00	311.50	875068.25	0.91
Mínimo	28	12,600	77,700	3010.00	63,000.00	147.00	819.00	0.82
Promedio total	30	18,550		6,365	85,050	312	875,068	0.91



Febrero 2017- Enero 2018

Mes Facturado	Días Facturados	Energía punta kWh	Energía fuera de punta kWh	kWh/día	Reactiva kVARh	Demanda punta kW	Demanda fuera de punta kW	Factor de potencia (FP)
feb-17	28	25,200	222,600	8,850	98,700	483.00	966,000.00	0.93
mar-17	31	31,500	260,400	9,416	113,400	693.00	1,239,000.00	0.93
abr-17	29	31,500	260,400	10,066	113,400	693.00	1,239,000.00	0.93
may-17	32	35,700	277,200	9,778	119,700	693.00	1,281,000.00	0.93
jun-17	30	31,500	256,200	9,590	113,400	693.00	1,155,000.00	0.93
jul-17	31	25,200	193,200	7,045	94,500	546.00	1,008,000.00	0.92
ago-17	31	29,400	252,000	9,077	107,100	609.00	1,113,000.00	0.93
sep-17	30	31,500	252,000	9,450	109,200	693.00	1,155,000.00	0.93
oct-17	31	31,500	245,700	8,942	105,000	651.00	1,113,000.00	0.94
nov-17	30	27,300	203,700	7,700	96,600	693.00	1,113,000.00	0.92
dic-17	31	23,100	180,600	6,571	90,300	525.00	1,050,000.00	0.91
ene-18	31	21,000	170,100		86,100	357.00	798,000.00	0.91
Total	365	344,400	2,774,100	96,485	1,247,400.00	7,329	13,230,000	N/A
Máximo	32	35,700	277,200	10065.52	119,700.00	693.00	1,281,000.00	0.94
Promedio	30.42	28700.00	231175.00	8771.39	103,950.00	610.75	1102500.00	0.93
Mínimo	28	21,000	170,100	6570.97	86,100.00	357.00	798,000.00	0.91
Promedio total	30	28,700		8,771	103,950	611	1,102,500	0.93



Anexo 7

Análisis de desbalance de voltaje y corriente en cada una de la fase

Tabla. Desbalance en cada una de las fases (V) y (A)

	desbalance de corriente y voltaje		
		(V)	(A)
Maestría piensa	Fase 1	0%	7%
	Fase 2	0%	7%
Laboratorio piensa	Fase 1	0%	23%
	Fase 2	0%	3%
	Fase 3	0%	26%
Dirección piensa	Fase 1	0%	0%
	Fase 2	0%	0%
Pabellon_6	Fase 1	1%	76%
	Fase 2	1%	76%
Edificio_7	Fase 1	0%	64%
	Fase 2	1%	23%
	Fase 3	0%	40%
Pabellon_8	Fase 1	3%	5%
	Fase 2	3%	5%
Pabellon_9	Fase 1	1%	40%
	Fase 2	0%	50%
	Fase 3	1%	89%
Edificio_10b	Fase 1	20%	50%
	Fase 2	39%	31%
	Fase 3	20%	19%
Edificio_10f	Fase 1	20%	9%
	Fase 2	39%	4%
	Fase 3	20%	12%
Residencia estudiantil	Fase 1	0%	2%
	Fase 2	0%	2%
ALA_A1	Fase 1	0%	13%
	Fase 2	0%	18%
	Fase 3	0%	4%

Tabla de potencia en el edificio

		P(kW)	S(kVA)	FP	FC
		Maestria_piensa	Máx	16.65	24.6
	Prom	1.44	1.65	0.88	0%
	Mín	0	0.15	0	0%
Dirección_piensa	Máx	23.25	37.65	0.62	8%
	Prom	1.55	1.84	0.84	0%

	Mín	0	0.15	0	0%
Pabellon_6	Máx	2.55	2.7	0.94	1%
	Prom	0.81	0.87	0.93	0%
	Mín	0.45	0.45	1	0%
Pabellon_9	Máx	21.45	40.116	0.53	8%
	Prom	2.44	21.47	0.11	4%
	Mín	0.15	0.173	0.87	0%
Residencia _ estudiantil	Máx	4.65	5.1	0.91	1%
	Prom	1.69	2.00	0.84	0%
	Mín	0.3	0.35	0.86	0%
ALA_A1	Máx	132.45	149.25	0.89	30%
	Prom	23.04	28.22	0.82	6%
	Mín	0	0		0%
edificio_7	Máx	24.15	44.85	0.54	9%
	Prom	1.78	2.52	0.71	1%
	Mín	0	0.15	0	0%
Dirección _ piensa	Máx	27.15	56.7	0.48	11%
	Prom	2.57	3.56	0.72	1%
	Mín	0	0		0%
Laboratorio _ piensa	Máx	41.1	56.7	0.48	11%
	Prom	4.31	3.56	0.72	1%
	Mín	0.15	0		0%
Edificio_10B	Máx	4915.05	4915.05	1	979%
	Prom	3.43	5.16	0.66	1%
	Mín	0.15	0.15	1	0%
Edificio_10F	Máx	27.15	56.7	0.48	11%
	Prom	2.57	3.56	0.72	1%
	Mín	0	0		0%

Armónicos en las áreas

	THD V L1	THD V L2	Promedio	THD A L1 Med	THD A L2 Med	Promedio
Maestría _ piensa	2.04	2.08	2.06	142.07	104.77	123.42
	1.42	1.27	1.35	77.13	27.96	52.54
	1.09	1.04	1.065	5.63	3.26	4.445
Dirección _ piensa	327.67	327.67	327.67	298.25	160.97	229.61
	1.39	1.54	1.47	77.21	44.29	60.75
	0.87	0.99	0.93	7.31	5.17	6.24
Pabellon_6	1.18	1.89	1.535	61.34	53.87	57.605
	1.01	1.379	1.19	48.58	31.66	40.12
	0.95	1.19	1.07	22.97	27.77	25.37

Residencia _ estudiantil	3.01	3	3.005	73.24	82.35	77.795
	1.41	1.29	1.35	30.70	47.57	39.14
	1.1	1.03	1.065	8.99	17.67	13.33

	THD V L1	THD V L2	THD V L3	Promedio	THD A L1	THD A L2 Med	THD A L3 Med	Promedio
ALA_A1	327.67	327.67	327.67	327.67	323.83	321	225.29	290.04
	1.13	0.98	1.02	1.05	7.34	11.55	13.63	10.84
	0.74	0.55	0.74	0.68	1.46	1.93	1.41	1.6
Edificio_7	14.01	11.74	10.83	12.19	129.13	327.67	174.41	210.40
	1.03	1.17	1.19	1.13	26.77	41.53	13.66	27.32
	0.72	0.9	0.87	0.83	7.24	3.37	3.33	4.65
Aula - Dirección _ piensa	327.67	327.67	327.67	327.67	327.67	327.67	327.67	327.67
	1.28	1.43	1.20	1.30	70.61	16.57	45.65	44.28
	0.67	0.82	0.71	0.73	14.59	3.25	3.77	7.20
Laboratorio _ Piensa	3.17	1.93	1.77	2.29	62.29	123.32	40.46	75.36
	1.29	1.22	1.41	1.31	22.80	51.04	7.89	27.25
	1.05	0.93	1.06	1.01	1.71	1.42	1.19	1.44
Edificio_10B	2.56	2.55	2.57	2.56	327.67	185.25	185.25	232.72
	0.96	1.12	1.00	1.02	44.56	27.73	27.73	33.34
	0.65	0.81	0.7	0.72	2.54	0.96	0.96	1.49

Anexo 8

Sistema fotovoltaico (Estimado en costos).

cantidad	U/M	Descripción	Costo	Total C\$
3	C/U	inversores de 150 KW	50,000	150000
1125	C/U	paneles solares	180	202500
1	GLOB	herraje y asesorías	7,000	7,000
1	GLOB	Mano de obra técnicos especializada	4,000	4,000
1	GLOB	conductores DC y protección	6,000	6,000
1	GLOB	conductores AC y protecciones	6,000	6,000
1	GLOB	Protección de puesta a tierra	1,500	1,500
1	GLOB	ingeniería, diseño, programación y supervisión	8,000	8,000
				385,000

Anexo 9


Calculo de ahorro energético

Tarifa: T-2E [Ayuda para ingresar datos de su Factura](#)
Departamento/Municipio: Managua Managua
Período de consumo: 31-05-2021 Al 30-06-2021 30 días.
(dd-mm-aaaa) (dd-mm-aaaa)

Consumo kWh:	Demanda KW:
Activa Punta kWh: 129000	Demanda Punta KW:
Activa Fuera de Punta kWh: 	Demanda Fuera de Punta KW:

Reactiva:

¿Refleja su factura el concepto de Alumbrado Público?: Si No

 Escriba la palabra que aparece en la imagen:

[Otra palabra](#)

Ingrese los datos de su factura a verificar, seguidamente escriba la palabra mostrada en la imagen y presione el botón **Calcular Factura**.

En la parte inferior se mostrará el detalle de la factura calculada junto con un listado de **sugerencias** para disminuir el importe total y una sección que contiene las definiciones principales de los conceptos que afectan directamente el cálculo de la misma

[Ver histórico de Factura](#)

 Factura Calculada  Definiciones

Detalle Facturación

Concepto	Importe C\$
Activa Punta kWh Csmo Energia	1,248,393.20
Alumbrado Publico	11,231.91
Comercializacion	2,367.22
Regulacion INE	12,619.92
IVA	191,191.84
Total	1,465,804.10


Sugerencias

Leer la publicación "[Ahorremos Energía](#)" elaborada por INE, la cual contiene acciones que le ayudarán mejorar de forma eficiente el uso de la energía. [Ver enlace»](#)

Usted puede disminuir el monto de su factura de energía eléctrica, reduciendo el consumo de energía entre las 6:01 p.m y las 10:00 p.m. Para ver cómo puede beneficiarse con este cambio, realice el siguiente cálculo. [Dar clic aquí.](#)

Anexo 10

Tasa de conversión de córdobas a dólares Banco Central de Nicaragua



Banco Central de Nicaragua
Emitiendo confianza y estabilidad

AVISO






El Banco Central de Nicaragua informa al público en general los tipos de cambio oficiales del córdoba con respecto al dólar de los Estados Unidos de América (USD) que regirán en el período abajo señalado:

TIPO DE CAMBIO OFICIAL
Del 1º al 30 de Noviembre de 2021

Fecha	Córdoba por USD	Fecha	Córdoba por USD
01-Nov-21	35,4055	16-Nov-21	35,4343
02-Nov-21	35,4074	17-Nov-21	35,4363
03-Nov-21	35,4094	18-Nov-21	35,4382
04-Nov-21	35,4113	19-Nov-21	35,4401
05-Nov-21	35,4132	20-Nov-21	35,4420

Anexo 11

Sistema de climatización

	Comfortstar 60000btu Piso Techo Ecologico Aire Acondicionado U\$S 1.600
	Split Comfortstar Ecologico 36000btu Seer 13 Aire Acondicion U\$S 900
	Split Comfortstar Inverter 36000btu Seer 15 Aire Acondiciona U\$S 1.100
	Comfortstar 36000btu Piso Techo Ecologico Aire Acondicionado U\$S 1.100
	Split Comfortstar Ecologico 12000btu Seer 13 Aire Acondicion U\$S 400

Fuente:

www.Acondicionador%20De%20Aire%20De%2060.000%20Btu%20Comfortstar%20Split%20_%20MercadoLibre.com.ec.html

Anexo 12.

Imagen.Equipo de ofimatica



Mini computadora de escritorio ligera HP EliteDesk 705 G4 2019: AMD Quad-Core Ryzen 5 Pro 2400GE hasta 3,8 GHz/ 8 GB DDR4 RAM/ 256 GB PCIe SSD/ 802.11ac WiFi/Bluetooth 5.0/Type-C/Windows 10 Professional

Fuente: [//support.hp.com/pr-es/document/c06067683](https://support.hp.com/pr-es/document/c06067683)

Anexo 13.

Equipos de cocina-climatización

descripción	Tensión	Intensidad	potencia(w)	potencia unitaria
Mantenedora 0 Vertical dos puertas	120	2.416	290	0.29
Mantenedora 1 398 litros	120	15	1020	1.02
Mantenedora 2	120	2.6	312	0.312
Mantenedora 3 Tripe Distribución System de 6 galones	120	5.7	684	0.684
Mantenedora 4	120	5.7	790	0.79
Mantenedora 5 6galones	120	3.5	400	0.4
Mantenedora 6	120	1.5	200	0.2
Mantenedora 7	120	12	1500	1.5
Mantenedora 8 35BTU	120	3.3	332	0.332
Mantenedora 9 2010 BTU	120	4.9	589	0.589
Mantenedora_10 Vertical dos puertas 8 Galones	120	2.3	276	0.276
Mantenedora_11 Vertical dos puertas	120	5	600	0.6
Mantenedora_12 Vertical dos puertas	120	4.4	500	0.5
Refrigerador vertical N/A	120	7.91	950	0.95
Refrigeradora Una puerta	120	8.75	1050	1.05

Refrigeradora 2 Digital Inverter	120	2.5	300	0.3
Refrigeradora 3	120	0.83	100	0.1
Refrigeradora 4	120	2.4	150	0.15
Refrigeradora 5 DR 6000 25 Litros	120	1.5	107	0.107
Refrigeradora 6 Vertical 10 ft ³	120	4.16	500	0.5
Refrigeradora 7	120	1.04166667	125	0.125
Refrigeradora 8	120	1.3	110	0.11
Refrigeradora 9 una puerta	120	2.8	300	0.3

Anexo analizador

