

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR**  
**FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN**  
**INGENIERIA ELÉCTRICA**



**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO**

Título:

**“AUDITORÍA ELÉCTRICA Y CALIDAD DE ENERGÍA EN RED ELÉCTRICA  
PRINCIPAL DE BAJA TENSIÓN EN EL RECINTO UNIVERSITARIO DE LA  
UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA (UCA)”**

Elaborado por:

Br. Henry Alexander Acuña Selva

Br. Naara Nohelia Narváez Ortiz

Tutor:

Ing. Alejandro Hernández Solís

Managua, marzo 2022

*Nuestras virtudes y nuestros defectos, son inseparables, como la fuerza y la materia, cuando se separan, el hombre no existe.*

*Nikola Tesla*

## **Dedicatoria**

A Dios, por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A nuestros padres, Alma Reyna Selva y Henry Acuña, Elba Ortiz y Gilberto Narváez, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado desde siempre, nuestra total admiración por todos sus esfuerzos.

A nuestros hermanos, Juan Carlos Acuña, Sarahi Acuña y Camila Narváez, por sus cariños y apoyo incondicional, que este logro, sea la inspiración para también lograr sus metas y ser felices. A todas nuestras familias, porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de nosotros, personas más conscientes de las necesidades del prójimo y de una u otra forma nos acompañaron en este viaje.

A la memoria de mi amada Mama Yadira Del Socorro Ruiz, que en paz descanse. Una mujer verdaderamente esforzada y entregada a su familia. Vivió su vida, actuando conscientemente sobre sus creencias, ayudando tanto a familiares como a extraños necesitados. Dios me le tenga misericordia y me la reciba en sus brazos. Siempre recordada y en nuestros corazones Yaya.

A nuestro excelentísimo tutor de tesis, Ing. Alejandro Solís, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, por su paciencia y motivación en todo momento, Asimismo a la UNI, UCA y Sinsa, por facilitar sus instalaciones y recursos para la realización de esta investigación.

## **Resumen**

El presente documento muestra los resultados obtenidos de la auditoria eléctrica y calidad de energía, realizada en las instalaciones del recinto universitario UCA, la cual se encuentra en la Avenida Universitaria, Managua.

El desarrollo de dicha auditoria eléctrica y calidad de energía, se realizó en tres etapas. La primera etapa refleja un recorrido de todas las instalaciones del recinto, asimismo, la presentación de la información obtenida, previa a la medición del sistema. Se presentan todas las características del sistema eléctrico en baja tensión, y la estructuración eléctrica del mismo. De igual manera, como parte del estudio de calidad de Energía, se presentan todas las variables eléctricas históricas del sistema, tomando como referencia, información brindada por la institución.

La segunda etapa presenta la comparación de los sistemas eléctricos existentes, con los recomendados por las normas eléctricas de baja tensión, para dar visibilidad al estado de todas las instalaciones eléctricas y poder identificar las áreas a mejorar. Asimismo, como parte del estudio de Calidad de Energía, se presentarán los resultados y comentarios obtenidos durante todo el proceso de medición, a través del Fluke 435-II, en cuatro de los ocho puntos de medición. Se facilitará una serie de gráficas y comentarios para el análisis de todos los parámetros eléctricos del sistema eléctrico en baja tensión.

La tercera parte presenta el diagnostico de todos los valores obtenidos durante los dos estudios realizados, para poder desarrollar un plan de mejora. Con todo el análisis obtenido, se procederá a realizar las propuestas técnicas y económicas del recinto universitario UCA.

## INDICE

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>3</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>5</b>
Objetivo General .....	5
Objetivos Específicos .....	5
<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>17</b>
<b>1. RECOPIACIÓN DE DATOS Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....</b>	<b>17</b>
1.1 RECOLECCIÓN DE DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA PRINCIPAL DE BAJA TENSIÓN UCA .....	17
1.2 CENSO GENERAL DE CARGA.....	19
1.3 DIAGRAMA UNIFILAR .....	20
1.4 HISTÓRICO DE CONSUMO .....	22
1.5 CELDA RECTORIA.....	27
1.6 CELDA NITLAPAN.....	29
1.7 CELDA CIENCIAS ECONOMICAS .....	32
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>34</b>
<b>2. REALIZACION DE MEDICIONES Y PRESENTACION DE RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
2.1 TRANSFORMADOR I (400KVA) .....	34
2.1.1 Voltaje L-N .....	34
2.1.2 Voltaje L-L.....	35
2.1.3 Corriente de Fase.....	36
2.1.4 Corriente Neutro.....	36
2.1.5 Corriente Pico.....	37
2.1.6 Corriente Pico Neutro.....	38
2.1.7 Frecuencia .....	38
2.1.8 Potencia Activa .....	39
2.1.9 Potencia Aparente .....	40
2.1.10 Factor de Potencia .....	40
2.1.11 Energía Activa.....	41
2.1.12 Energía Reactiva .....	42
2.1.13 Energía Aparente.....	42
2.2 TRANSFORMADOR NITLAPAN (350KVA).....	43
2.2.1 Voltaje L-N .....	43

2.2.2 Voltaje L-L.....	44
2.2.3 Corriente de Fase.....	44
2.2.4 Corriente Neutro.....	45
2.2.5 Corriente Pico.....	46
2.2.6 Corriente Pico Neutro.....	46
2.2.7 Frecuencia .....	47
2.2.8 Potencia Activa .....	47
2.2.9 Potencia Aparente .....	48
2.2.10 Factor de Potencia .....	49
2.2.11 Energía Activa.....	49
2.2.12 Energía Reactiva .....	50
2.2.13 Energía Aparente.....	50
2.3 TRANSFORMADOR FOOD PARK.....	51
2.3.1 Voltaje L-N .....	51
2.3.2 Voltaje L-L.....	52
2.3.3 Corriente de fase.....	52
2.3.4 Corriente Neutro.....	53
2.3.5 Corriente Pico.....	54
2.3.6 Corriente Pico Neutro.....	54
2.3.7 Frecuencia .....	55
2.3.8 Potencia Activa .....	56
2.3.9 Potencia Aparente .....	56
2.3.10 Factor de Potencia .....	57
2.3.11 Energía Activa.....	58
2.3.12 Energía Reactiva .....	58
2.3.13 Energía Aparente.....	59
2.4 TRANSFORMADOR RECTORIA .....	59
2.4.1 Voltaje L-N .....	59
2.4.2 Voltaje L-L.....	60
2.4.3 Corriente de fase.....	61
2.4.4 Corriente Neutro.....	61
2.4.5 Corriente Pico.....	62
2.4.6 Corriente Pico Neutro.....	63
2.4.7 Frecuencia .....	63
2.4.8 Potencia Activa .....	64
2.4.9 Potencia Aparente .....	64
2.4.10 Factor de Potencia .....	65

2.4.11 Energía Activa.....	66
2.4.12 Energía Reactiva .....	66
2.4.13 Energía Aparente.....	67
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>68</b>
<b>3. ANALISIS DE MEDICIONES EN TRANSFORMADORES .....</b>	<b>68</b>
3.1 TRANSFORMADOR I.....	68
3.2 TRANSFORMADOR NITLAPAN .....	69
3.3 TRANSFORMADOR FOOD PARK.....	70
3.4 TRANSFORMADOR RECTORÍA .....	71
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>CELDA RECTORIA .....</b>	<b>75</b>
Facilidades de mantenimiento y acceso. ....	75
Tabla de Costo.....	75
Aspectos eléctricos y de instalación.....	75
Tabla de costos .....	76
<b>CELDA NITLAPAN .....</b>	<b>76</b>
Facilidades de mantenimiento y acceso .....	76
Tabla de Costos. ....	77
Aspectos eléctricos y de instalación.....	77
Tabla de Costos .....	78
<b>CELDA CIENCIAS ECONOMICAS .....</b>	<b>78</b>
Facilidades de mantenimiento y acceso .....	78
Tabla de Costos .....	79
Aspectos eléctricos y de instalación.....	79
Tabla de Costos .....	80
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>91</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de los transformadores existentes .....	18
Tabla 2 Censo general de carga.....	19
Tabla 3 Consumo de energía del recinto.....	22
Tabla 4 Capacidad, demanda y factores de utilización, carga y de pérdida del sistema .....	23
Tabla 5 Pérdidas en el sistema .....	25
Tabla 6 costo de las pérdidas del sistema.....	26

Tabla 7 Descripción de los centros de carga, celda rectoría .....	28
Tabla 8 Descripción de los centros de carga, celda Nitlapan .....	31
Tabla 9 Descripción de los centros de carga, celda ciencias económicas .....	33

## **INDICE DE GRÁFICAS**

Gráfica 1 Histórico de consumo energético que comprende el período nov-2020 a oct-2021 .....	22
Gráfica 2 Voltaje de fase en el transformador I .....	34
Gráfica 3 Voltaje de línea en el transformador I .....	35
Gráfica 4 Corriente de fase en el transformador I .....	36
Gráfica 5 Corriente en neutro del transformador I .....	36
Gráfica 6 Corriente pico por fase del transformador I .....	37
Gráfica 7 Corriente pico en neutro .....	38
Gráfica 8 Frecuencia en el transformador I .....	38
Gráfica 9 Potencia activa por fase del transformador I .....	39
Gráfica 10 Potencia aparente por fase en el transformador I .....	40
Gráfica 11 Factor de potencia por fase en el transformador I .....	40
Gráfica 12 Energía activa, transformador I .....	41
Gráfica 13 Energía reactiva, transformador I .....	42
Gráfica 14 Energía aparente, transformador I .....	42
Gráfica 15 Voltaje de fase en el transformador Nitlapan .....	43
Gráfica 16 Voltaje de línea en el transformador Nitlapan .....	44
Gráfica 17 Corriente de fase en el transformador Nitlapan .....	44
Gráfica 18 Corriente en neutro del transformador Nitlapan .....	45
Gráfica 19 Corriente pico por fase del transformador Nitlapan .....	46
Gráfica 20 Corriente pico del neutro del transformador Nitlapan .....	46
Gráfica 21 Frecuencia del transformador Nitlapan .....	47
Gráfica 22 Potencia activa por fase del transformador Nitlapan .....	47
Gráfica 23 Potencia aparente por fase del transformador Nitlapan .....	48
Gráfica 24 Factor de potencia del transformador Nitlapan .....	49
Gráfica 25 Energía activa, transformador Nitlapan .....	49
Gráfica 26 Energía reactiva, transformador Nitlapan .....	50
Gráfica 27 Energía aparente, transformador Nitlapan .....	50
Gráfica 28 Voltaje de fase del transformador food park .....	51
Gráfica 29 Voltaje de línea del transformador Food park .....	52
Gráfica 30 Corriente de fase del transformador Food park .....	52
Gráfica 31 Corriente del neutro del transformador food park .....	53
Gráfica 32 Corriente pico por fase del transformador food park .....	54
Gráfica 33 Corriente pico del neutro del transformador Food park .....	54
Gráfica 34 Frecuencia del transformador Food park .....	55
Gráfica 35 Potencia activa por fase del transformador food park .....	56
Gráfica 36 Potencia aparente por fase del transformador Food park .....	56
Gráfica 37 Factor de potencia del transformador Food park .....	57
Gráfica 38 Energía activa, transformador food park .....	58
Gráfica 39 Energía reactiva. transformador Food park .....	58
Gráfica 40 Energía aparente, transformador Food park .....	59
Gráfica 41 Voltaje de fase del transformador rectoría .....	59
Gráfica 42 Voltaje de línea del transformador rectoría .....	60
Gráfica 43 Corriente de fase del transformador rectoría .....	61

Gráfica 44 Corriente del neutro del transformador rectoría .....	61
Gráfica 45 Corriente pico por fase del transformador rectoría.....	62
Gráfica 46 Corriente pico del neutro del transformador rectoría .....	63
Gráfica 47 Frecuencia del transformador rectoría.....	63
Gráfica 48 Potencia activa por fase del transformador rectoría .....	64
Gráfica 49 Potencia aparente por fase del transformador rectoría .....	64
Gráfica 50 Factor de potencia del transformador rectoría.....	65
Gráfica 51 Energía activa, transformador rectoría .....	66
Gráfica 52 Energía activa, transformador rectoría .....	66
Gráfica 53 Energía aparente, transformador rectoría .....	67
Gráfica 54 Factor de utilización y carga del transformador I.....	69
Gráfica 55 Factor de utilización y carga del transformador Nitlapan .....	70
Gráfica 56 Factor de utilización y carga del transformador Food Park .....	71
Gráfica 57 Factor de utilización y carga del transformador Rectoría .....	72

## **Introducción**

La evolución del consumo de energía está en dependencia de los cambios ocurridos en la actividad económica (valor agregado, población, área construida, desarrollo tecnológico, entre otros) y de la estructura económica (desagregación industrial, modos de transporte, demanda de aparatos eléctricos, inversiones en infraestructura y mantenimiento) como indicadores referentes a condiciones propicias para la implementación de estándares de eficiencia energética. Estas alteraciones del mercado de la energía, con sus repercusiones dependientes en el desarrollo económico, dieron lugar a que muchos países y regiones empezaran a presentar sus políticas energéticas, dedicando una mayor atención a la forma en que la energía es consumida en los diferentes servicios, sistemas productivos y sectores.

Las universidades, especialmente la Universidad Centroamericana (UCA), con una capacidad instalada de 2,650 KVA, perteneciente al sector terciario de consumo energético del país, reconoce la importancia de evaluar el estado de su red eléctrica principal de baja tensión para garantizar el consumo óptimo de energía. Es por ello, que a través de la auditoría eléctrica y el estudio de calidad de energía, se lograra obtener el estado real de dichas instalaciones y el cumplimiento de los parámetros eléctricos permitidos y regulados por la ley.

Teniendo en cuenta que el uso óptimo de la energía eléctrica no significa el desuso de las maquinas o aparatos eléctricos que se encuentren en el recinto, sino la implementación de estudios como los antes mencionados, que permitan obtener datos y diagnósticos, para el desarrollo de estrategias de consumo e instalación garantizando ahorro de energía, que a su vez se traduce a ahorro económico.

De igual manera, se entiende por calidad de la energía, cuando la energía eléctrica es suministrada a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas, que les permita mantener su continuidad sin que se afecte su desempeño ni provoque fallas a sus componentes (Téllez E, 2007, Programa de Ahorro de Energía: Calidad de la Energía).

Si bien la suspensión total del servicio eléctrico en las instalaciones es esporádica, las variaciones de tensión de línea están presentes en forma constante y persistente, dificultando su evaluación y generando conflictos respecto a las causas y responsabilidades entre el usuario y el proveedor del equipamiento afectado. (Cater Device, 2001).

Por lo antes mencionado, tanto las empresas distribuidoras de energía, como los usuarios, han estado insistiendo cada vez más en estos estudios, para poder determinar el grado de participación en soluciones y propuestas que alivien factura energética y garanticen calidad en la energía. Con este informe, se pretende presentar todas esas variantes y datos necesarios para dichos planes y su ejecución.

## **Justificación**

La auditoría eléctrica constituye la herramienta básica para saber cuánto, cómo, dónde y por qué se consume la energía dentro de una instalación, estableciendo el grado de eficiencia en su utilización, e identificando los principales potenciales de ahorro energético y económico, dando como resultado, datos confiables para el desarrollo de proyectos de mejora de la eficiencia energética.

Mediante una auditoría eléctrica y un estudio de calidad de energía, se puede conocer y comprender los flujos energéticos de una infraestructura o instalación, asimismo, las señales de tensión y corriente, fluctuaciones de voltaje, sobretensiones transitorias, interrupciones de energía, entre otras, permitiendo que un edificio no sólo cumpla con criterios de sostenibilidad y parámetros eléctricos, sino que, además, ahorre parte de la energía que consume en la actualidad.

En 2020 SINSA ingeniería, llevó a cabo el proyecto “Mejoramiento red eléctrica principal de media tensión: Acometida” de acuerdo a la licitación pública No. 002-2020, en la Universidad Centroamericana (UCA), donde en su informe final, detalla la necesidad de la realización de un estudio que evalúe la red principal de baja tensión del recinto. Sugiere una auditoría eléctrica y estudio de calidad de la energía para garantizar el óptimo funcionamiento de las instalaciones eléctricas y el uso eficiente de los mismos. Por lo cual, se decidió completar esta recomendación, reflejada en dicho informe, para asegurar el seguimiento integral de todos los niveles de tensión en el sistema eléctrico UCA, ya que por el momento solo cuentan con la mejora en el área de media tensión.

Con el conocimiento del consumo y cargas en el sistema del recinto, es posible determinar si este está balanceado o existe sobrecarga en una de sus fases, dando de esta manera seguridad al sistema y todo lo que, en él, esté conectado. Es posible determinar el consumo durante la jornada diaria, de modo que se puedan crear modificaciones operativas para ahorro energético y a la vez tener control del consumo real.

Los inconvenientes en cualquier sistema pueden estar relacionados con la variación de voltaje, corriente y frecuencia, por lo que debe estar apegado a la normativa de calidad del servicio (NCS) en la que se aborda los niveles de tensión, perturbaciones, continuidad del servicio y calidad del servicio.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Realizar auditoría eléctrica y calidad de la Energía en red eléctrica principal de baja tensión en el recinto universitario de la Universidad Centroamericana (UCA).

### **Objetivos Específicos**

- Efectuar levantamiento técnico de la instalación eléctrica principal en baja tensión del recinto universitario de acuerdo al IT-IEE-001.05 y diagrama unifilar.
- Ejecutar mediciones en las salidas de los ocho transformadores de la red de baja tensión y todos los paneles principales de la misma, con el analizador de calidad de energía FLUKE 435-II.
- Analizar el estado de los valores medidos de acuerdo a las normas IEEE 1159, IEC6100032 y IEC6100024, asimismo la normativa de calidad del servicio de la Ley No. 272. Ley de la industria eléctrica resolución No. 016-INE-1999, tomando en cuenta los indicadores eléctricos.
- Presentar un plan de mejoramiento eléctrico de la red principal de baja tensión que garantice el cumplimiento de las normas EN50160, IEC6100032, IEC6100024 y Ley No. 272. Ley de la industria eléctrica resolución No. 016-INE-1999.

## **MARCO TEORICO**

### **AUDITORIA ELECTRICA**

Según el ministerio de energía y minas, una auditoria eléctrica es el estudio técnico que permite identificar las oportunidades de ahorro de energía, así como reducir las pérdidas energéticas optimizando el uso de la energía, esto mediante la medición, registro, recopilación de datos, balance de cargas y energía, donde se desarrolla un plan de implementación.

Una auditoria eléctrica no solo se basa en la medición de los parámetros eléctricos, también es el diagnóstico del sistema eléctrico y de los equipos conectados a este, con esta información se logra determinar donde se encuentran las pérdidas de energía optimizando el uso de la misma, esto además permitirá implementar soluciones de tipo correctivas o sustitución de equipos en las instalaciones.

#### **Proceso para la realización de auditoria**

Los procedimientos consisten en identificar y cuantificar el potencial de ahorro de energía eléctrica en las instalaciones y equipos eléctricos de una empresa industrial o de servicios (Ramírez, 2005). Para la realización de una auditoria eléctrica se debe seguir el siguiente proceso que tiene orden coherente para analizar las condiciones reales e históricas del consumo y funcionamiento de los equipos e instalaciones.

#### **Recolección de información**

Es la recopilación de datos de los equipos conectados a la instalación, así como inspección general de la instalación, evaluación de los problemas eléctricos, situación eléctrica actual e histórica, para poder formular la hipótesis y especificar actividades.

#### **Datos necesarios**

Diagramas unifilares de la instalación o sectores.

Facturas eléctricas de 1 a 2 años mes a mes.

Horas de operación al año de los equipos.

Régimen de actividad de la instalación.

Fuente de suministro de energía.

Tarifa eléctrica contratada, ubicación en el sistema eléctrico.

### **Análisis del sistema eléctrico**

El análisis eléctrico comprende la revisión de los datos históricos e información técnica, complementar información y comprobar la veracidad de los datos anteriormente recopilados.

Para esto se necesita:

Información del sistema eléctrico: actualización del unifilar.

Características técnicas del equipo eléctrico de la empresa.

Carga conectada por sector o total.

Análisis del estado de las instalaciones: luminarias, protecciones, aislamiento, tableros, etc.

Determinación del tipo de carga (lineal o no lineal)

Configuración de las instalaciones.

Balance eléctrico.

**Medición:** es uno de los procedimientos fundamentales ya que con estos datos de medición se determina la magnitud del consumo de la instalación, así también se determina donde está ubicada la mayor y menor carga en el sistema, nos permite realizar el balance de cargas para optimizar el consumo y las posibilidades de ahorro. Para medir adecuadamente es necesario:

Ubicar los puntos de medición por área o sector.

Tipo de instalación.

Tiempo mínimo de medición 1 semana.

Medición en motores y transformadores si los hay.

Detección de anomalías

- Perdidas por recalentamiento
- Balance eléctrico

- Cálculo de los indicadores de carga.

DEMANDA MÁXIMA: es el punto más alto del consumo eléctrico de un sistema en un período de tiempo.

DEMANDA PROMEDIO: es el consumo de energía medido en un intervalo de tiempo, dividido entre el período en el que se midió tal consumo.

CAPACIDAD INSTALADA: Es la sumatoria de la capacidad de cada transformador que compone el sistema reductor de voltaje.

FACTOR DE CARGA:  $Fc = \frac{Dm}{Dmax}$ ; es la relación entre la demanda promedio  $Dm$  y la demanda máxima  $D_{max}$ .

FACTOR DE UTILIZACIÓN:  $Fu = \frac{Dmax}{Cs}$ ; es la relación entre la demanda máxima  $D_{max}$  y la capacidad del sistema  $Cs$ .

FACTOR DE PÉRDIDAS:  $Fp = 0.3 * Fc + 0.7 * Fc^2$

## **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN**

El analizador de calidad eléctrica y energía FLUKE 435 II será el instrumento a usar para la medición de los parámetros eléctricos de la red principal de baja tensión del recinto.

Este instrumento permite la medición simultánea de múltiples parámetros, mostrándolos en formatos que describen rápidamente el estado general de calidad eléctrica. Se puede acceder a los datos como simples valores digitales, gráficos de tendencia, formas de onda o diagramas fasoriales. (fluke.com)

## **CALIDAD DE LA ENERGÍA**

El concepto de calidad energética se puede definir como la ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones y variaciones de voltaje RMS suministrados al usuario (Enriquez Harper p20). En la calidad de la energía también le concierne la continuidad del

servicio, estabilidad de voltaje y frecuencia. En el sistema de distribución eléctrico, han aumentado las cargas sensibles, sin embargo, estas suelen ser causante de la degradación de la calidad energética. Los disturbios y variaciones en la calidad energética se traducen a afectaciones en la operación de equipos eléctricos, ya sea de oficina, industria y hogar.

La calidad de la energía tiene como finalidad la búsqueda de soluciones para la corrección de los disturbios y variaciones existentes en el lado del consumidor, así como la energía eléctrica suministrada.

### **Términos de calidad de la energía**

Los términos más aceptados en el campo para el monitoreo de la calidad de la energía son: fluctuaciones de voltaje, sobretensiones transitorias, interrupciones de energía, ruido eléctrico y armónicas (Enriquez Harper p21).

Fluctuaciones de voltaje: se define como la disminución momentánea entre 10ms hasta 2.5 seg. del voltaje en la magnitud RMS, provocado por una falla en el sistema de potencia, además estas pueden producir elevaciones de voltaje que no son tan comunes. Si se presenta un valor en la tensión menor al 85% nominal se le conoce como depresión severa, que al presentarse por periodos prolongados produce el deterioro de equipos electrónicos, visualmente esta se manifiesta como parpadeo.

Sobretensiones transitorias: se presentan con una duración menor a 2ms, se caracteriza por presentar un impulso de voltaje sobrepuesto en la señal de alimentación, estos se generan por descargas atmosféricas, maniobras de interruptores y la conexión o desconexión de banco de capacitores.

Interrupción de energía: estas interrupciones pueden durar varios ciclos, estas interrupciones pueden ser causadas por la disminución del voltaje a cero, generalmente ocurren por disturbios en el sistema de potencia.

Ruido eléctrico: es generado comúnmente por sistemas de transmisión de señales, controladores de niveles de iluminación.

Armónicas: no es más que la distorsión de la señal senoidal, donde a la onda pura se le adicionan dos o más armónicas.

## **PERTURBACIONES DEL SISTEMA**

### **Transitorios**

Es el cambio repentino de la potencia a una frecuencia distinta de la fundamental, se caracteriza por tiempos de cresta y cola, son causadas comúnmente por descargas atmosféricas. Pueden excitar la resonancia del circuito y producir transitorios oscilatorios.

### **Oscilatorios**

Son transitorios cuyo valor instantáneo de voltaje cambia rápidamente de polaridad (Enriquez Harper p 46). Son ocasionados por maniobra de equipos, banco de capacitores, cada uno de ellos tiene un rango de tiempo y frecuencia característica, debido a que involucran grandes niveles de energía su efecto es destructivo.

### **Interrupciones sostenidas**

Cuando el decremento de voltaje de alimentación excede a 1 minuto estamos ante una interrupción sostenida, que puede ser causada por fallas que requerirán intervención.

### **Fluctuaciones de tensión**

Las fluctuaciones de voltaje pueden ser causados por fenómenos naturales o por operaciones en la red, las variaciones de tensión tienen una duración de varios milisegundos y su amplitud de variación no supera el 10% del voltaje nominal (Salcedo 2015).

### **FLIKER**

Es una variación cíclica y rápida del voltaje que causa fluctuación en la tensión, esta es detectable por el ojo humano como parpadeos.

### **SWELL**

Es el incremento del voltaje RMS des el 110% al 180% del voltaje nominal, se considera un fenómeno corto de voltaje además de causar severo daño al aislamiento de los equipos.

### **Depresión SAG**

Es la reducción momentánea del valor eficaz de la tensión, generalmente ocasionados por el arranque de motores.

### **Notching**

Es un disturbio periódico del voltaje causado por la operación normal de equipos electrónicos de potencia cuando se realiza conmutación de fase, pueden causar cortocircuito.

### **Desbalance de voltaje**

En los sistemas trifásicos, debido a su funcionamiento, los problemas de desbalance son regulares produciendo sobrecalentamiento en alguna de sus fases.

## **Variaciones de frecuencia**

Está definida por la relación entre carga y capacidad disponible de generación, si este balance cambia se presentan pequeños cambios de frecuencias, la duración y magnitud depende de las características de la carga y respuesta del sistema.

## **TIPOS DE CARGA**

### **Carga lineal**

Son todas aquellas que no cambian de magnitud de impedancia durante el ciclo de voltaje, esto significa que, si se tiene una onda pura de corriente y voltaje a la entrada, se tendrá esa misma onda a la salida.

### **Carga no lineal**

Son todas aquellas que durante el ciclo de voltaje su impedancia varia, donde la onda senoidal de la corriente no es de igual forma o magnitud que la onda de voltaje.

## **NORMATIVA**

### **Normativa de Calidad del Servicio. Resolución No. 016-INE-1999**

“Establece las obligaciones de calidad técnica y comercial de los servicios que provee las empresas beneficiarias de los contratos de concesión para la prestación del servicio público de distribución en la Republica de Nicaragua” (NCS, 1999), tomando en cuenta que dichas obligaciones se establecen en los anexos Etapa 1 de la normativa.

Las variaciones admisibles de voltaje respecto al valor nominal en el punto de suministro desde la red secundaria son del -8%/+8% (INE-NCS, 1999).

La variación admisible de frecuencia de 60 ciclos en el sistema eléctrico es de +/-0.5% (INE-NSE, 2001).

“Las tarifas establecidas en los pliegos tarifarios rigen para el factor de potencia inductivo igual o superior a 0.85” (INE-normativa de tarifas, 2000).

“El distribuidor aplicará al cliente un cargo adicional cuando el factor de potencia de la carga instalada sea menor que el establecido por la normativa de 0.85 o 0.90, según corresponda” (INE-normativa de tarifa, 2000).

### **Norma IEC 6100024**

Establece la compatibilidad para las perturbaciones a nivel industrial aplicables a redes de distribución de 50 y 60Hz, siendo de baja y media tensión. Define la frecuencia, forma de onda, amplitud y equilibrio de fases.

Clase 1: refiere a equipos muy sensibles a perturbaciones en el suministro de energía.

Clase 2: refiere a puntos de conexión común y puntos de conexión interior en el entorno de la industria.

Clase 3: alimentación de convertidores, máquinas de gran consumo o motores grandes de arranque frecuente.

### **Norma IEC 61000430**

Define los métodos de medida de parámetros de calidad de suministro de energía y la interpretación de los mismos. Incluye los siguientes parámetros: frecuencia de tensión de alimentación, magnitud de la tensión de alimentación, FLICKER, armónicos e interarmónicos, fluctuaciones de tensión de alimentación, interrupciones de tensión de alimentación, desequilibrio de tensión de alimentación, transmisión de señales a través de alimentación, cambios rápidos de tensión.

### **Estándar IEEE 1159**

Define siete categorías de fenómenos electromagnéticos en las redes eléctricas: transitorios, variaciones de corta duración, variaciones de larga duración, desequilibrio de tensión, distorsión, fluctuaciones de tensión y variaciones de frecuencia.

### **Norma IEC 5552**

Establece las exigencias sobre armónicas que deben cumplir los equipos que consumen menos de 16 amperios, límites de valores eficaces de cada armónico, la relación entre valor eficaz, valor máximo eficaz y valor máximo.

### **Norma EN50160**

En esta norma da los límites y/o características de la tensión que el cliente debe esperar, así como los límites de la frecuencia, amplitud de la tensión, variaciones rápidas, los huecos de tensión, las interrupciones largas o cortas del suministro, desequilibrio de la tensión suministradas y corrientes (IEEE.org).

<b>Eventualidad en la tensión</b>	<b>Magnitud</b>	<b>Duración</b>
<b>Sags</b>	90% < 1%	10mS < 1 min.
<b>Baja tensión</b>	90% < 1%	>1min.
<b>Interrupción del suministro</b>	<1%	>3min. (larga) <3min. (corta)
<b>Sobretensión temporal</b>	>110%	Relativamente larga
<b>Sobretensión transitoria</b>	>110%	Algunos milisegundos

## **RED DE TIERRA**

Muchas de las variaciones que ocurren en la calidad del suministro eléctrico ocurren dentro de las instalaciones de los propios usuarios y están relacionadas con problemas de alambrado y conexiones de tierra. (Harper, p177).

Toda instalación eléctrica debe contar con un sistema que conecte a tierra equipos, tableros y estructuras. La puesta a tierra limita el voltaje sobre un circuito cuando este se encuentra expuesto a sobretensiones o exposición a descargas atmosféricas, brinda seguridad al personal y protección a los equipos cuando se presente una falla de aislamiento o sobre corriente.

### **Clasificación de los sistemas de tierra según su uso:**

Tierra de protección: drena a tierra todas las corrientes de falla de todos los elementos metálicos que formen parte de la instalación (Harper p191).

Sistema de tierra para funcionamiento: sistemas de distribución, neutro del transformador, generadores, bases de Apartarrayos, circuitos electrónicos, etcétera (harper p 191).

El neutro del sistema de distribución se conecta a tierra en la entrada del servicio y también en el secundario del transformador donde forme un sistema aterrizado, son los únicos lugares donde se puede conectar el neutro a tierra.

## **SISTEMAS DE EMERGENCIA**

Los sistemas de emergencia proporcionan energía eléctrica para algunas funciones consideradas críticas en cierto tipo de instalaciones, bajo condiciones de falla o salida de la fuente normal, este equipo debe suministrar energía eléctrica de aceptable calidad, de manera que las instalaciones del usuario puedan continuar de manera satisfactoria (Harper, p. 233).

Las plantas de emergencia o grupos primotor-generador, consisten en un motor de diésel o gasolina acoplados a un generador de corriente alterna y con sus controles, cuando operan como sistema de emergencia siempre lo hacen a través de un switch de transferencia (Harper, p. 237).

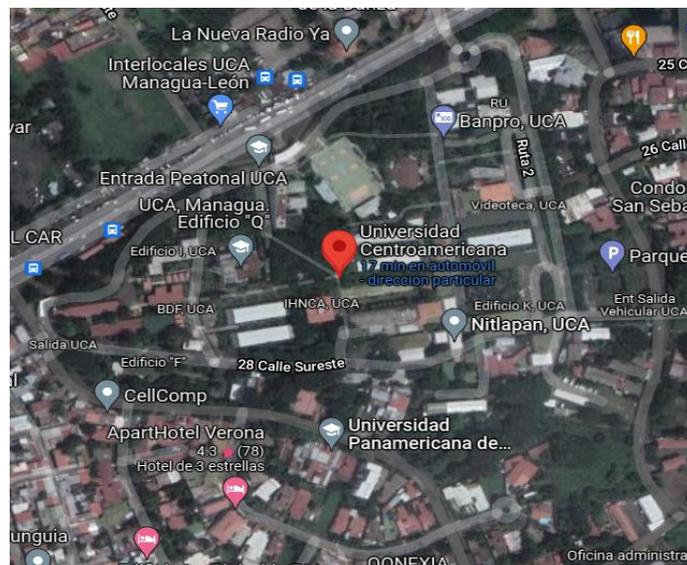
# CAPÍTULO I

## 1. RECOPIACIÓN DE DATOS Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

### 1.1 RECOLECCIÓN DE DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA PRINCIPAL DE BAJA TENSIÓN UCA

Los problemas de calidad eléctrica causan estragos en tres áreas generales: Tiempo de inactividad, problemas en los equipos y costos de consumos de energía”. (Fluke Corporation 4143148\_6112\_SPN\_B\_W.PDF). Conocer estos tres aspectos generales, ahorrará factura eléctrica, mejorará la efectividad en el sistema y confiabilidad de los equipos. El levantamiento técnico de la red principal de baja tensión del recinto universitario UCA será de acuerdo al IT-IEE-001.05 (Instructivo del levantamiento técnico) que permite elaborar el diagrama unifilar de la instalación, con las características de los dispositivos de trabajo y medida.

**La Universidad Centroamericana (UCA)** es un centro de educación superior privado de Nicaragua, sin fines de lucro y de servicio público, también conocida como UCA. Fue fundada por los jesuitas el 23 de julio de 1960, Se encuentra ubicada en la Avenida Universitaria, de la capital Managua.



La Universidad Centroamericana tiene contratada la tarifa eléctrica T-2D bajo el NIS 2000122, tarifa binomio sin medición horaria estacional de 25kW de uso general. En esta tarifa se mantiene un valor fijado para el watt/hora de 6.17 córdobas y 907.34 córdobas para el kW de demanda. La capacidad instalada en el recinto universitario es de 2,650kVA.

A continuación, se detallará todo lo observado durante el proceso de reconocimiento y levantamiento técnico de la instalación. A esta red la componen 8 transformadores:

Transformador Rectoría	750KVA	Transformador pad mounted, voltaje primario 13.2kV (delta), voltaje secundario 208/120V (estrella aterrizada).
Transformador Ciencias Económicas	500KVA	Transformador pad mounted, voltaje primario 13.2kV (delta), voltaje secundario 208/120V (estrella aterrizada).
Transformador Nitlapan	350KVA	Transformador pad mounted, voltaje primario 13.2kV (delta), voltaje secundario 208/120V (estrella aterrizada).
Transformador Gustavo Guerrero	150KVA	Transformador pad mounted, voltaje primario 13.2kV (delta), voltaje secundario 208/120V (estrella aterrizada).
Transformador Food Park	225KVA	Transformador pad mounted, voltaje primario 13.2kV (delta), voltaje secundario 208/120V (estrella aterrizada).
Transformador edificio I	400KVA	Transformador pad mounted, voltaje primario 13.2kV (delta), voltaje secundario 208/120V (estrella aterrizada).
Transformador O-P	225KVA	Transformador pad mounted, voltaje primario 13.2kV (delta), voltaje secundario 208/120V (estrella aterrizada).
Transformador salida vehicular	50KVA	Transformador convencional, voltaje primario 13.2kV, voltaje secundario 120/240V.

Tabla 1 Descripción de los transformadores existentes

## 1.2 CENSO GENERAL DE CARGA

Cant.	Descripción	Hilos	Vn (V)	In (A)	Pn (W)	P total
8,500	Luminaria LED 2x32 watts	1	120	0.35	64	544,000
250	Luminaria LED 175 watts exterior	2	208	0.84	175	43,750
100	Luminaria LED 250 watts exterior	2	208	1.20	250	25,000
15	Televisor LED 42''	1	120	1.25	150	2,250
25	Televisor LED 32''	1	120	1.13	135	3,375
50	Abanico de 12''	1	120	0.60	72	3,600
50	Refrigeradora 14 pies cúbicos	1	120	5.00	600	30,000
1,250	Computadora portátil	1	120	1.04	125	156,250
2,000	Computadora de escritorio + monitor LED	1	120	2.29	275	550,000
450	Impresora	1	120	3.50	300	135,000
90	Fotocopiadora	1	120	8.50	1,020	91,800
80	Extractor de aire 1200 CFM	1	120	1.50	180	14,400
120	Aire acondicionado 12,000 BTU	2	208	9.00	1,872	224,640
80	Aire acondicionado 18,000 BTU	2	208	12.00	2,496	199,680
80	Aire acondicionado 24,000 BTU	2	208	30.00	6,240	499,200
45	Aire acondicionado 48,000 BTU	2	208	40.00	8,320	374,400
50	Microwave	1	120	10.00	1,200	60,000
25	Oasis	1	120	6.25	750	18,750
50	Cafetera	1	120	5.42	650	32,500
10	Reproductor CD/DVD	1	120	0.14	16.80	168
250	Teléfono inalámbrico	1	120	0.07	8.40	2,100
3	Bomba jockey 3HP	3	208	2.50	900.6	2,701
3	Bomba 5HP	3	208	5.00	1,801	5,403
8	Sistema de climatización equipo paquete de 10 ton/tipo comercial	3	208	48.86	17,602	140,816
3	Sistema de climatización paquete de 5 ton/tipo comercial	3	208	97.72	35,204	105,612
Total, kW						3,265.4

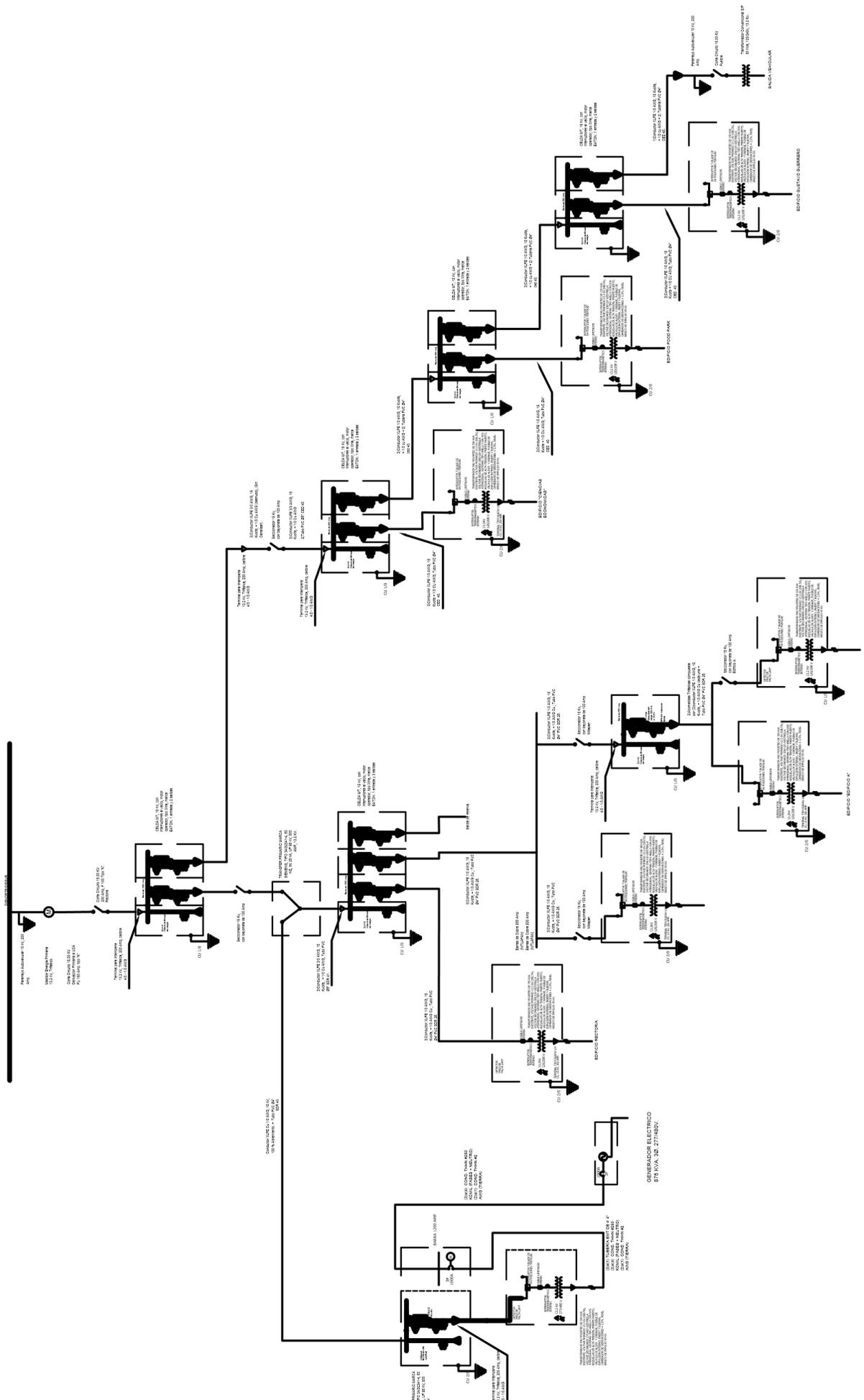
Tabla 2 Censo general de carga

### **1.3 DIAGRAMA UNIFILAR**

El diagrama unifilar del sistema eléctrico del recinto universitario muestra la conexión a media tensión bajo el NIS 2000122, tensión de 13.2kV, que es recibida mediante una celda de media tensión de 15kV de una entrada y dos salidas, una de las salidas se conecta a un transfer primario que a su vez se conecta a la celda Rectoría y al sistema de generación, la otra salida se conecta a la celda Ciencias Económicas.

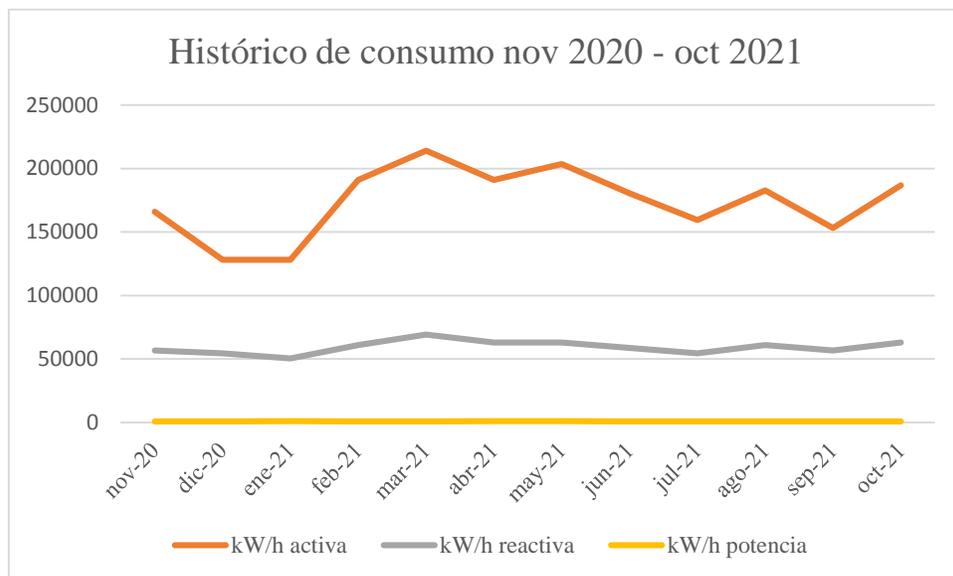
La celda rectoría, de media tensión, posee una entrada y tres salidas, una de las cuales se conecta al transformador del mismo nombre y otra se conecta a la barra de cobre ubicada en el edificio Nitlapan, la tercera es una salida de espera. De las barras de cobre ubicadas en Nitlapan se conecta el transformador que posee el mismo nombre y otra celda de media tensión de una entrada y una salida de las que se conectan los transformadores I y O-P.

La celda Ciencias Económicas posee una entrada y dos salidas, una de las cuales se conecta al transformador del mismo nombre y la otra a una celda de una entrada y dos salidas ubicada en el food park, la celda food park se conecta al transformador del mismo nombre y su segunda salida a otra celda de una entrada y dos salidas ubicadas en el edificio Gustavo guerrero, la que se conecta al transformador del mismo nombre y la otra salida al transformador de salida vehicular.



## 1.4 HISTÓRICO DE CONSUMO

El histórico de consumo muestra que los niveles de energía reactiva que consume el sistema son admisibles y esto se comprueba con el factor de potencia resultante de 0.95.



Gráfica 1 Histórico de consumo energético que comprende el período nov-2020 a oct-2021

De igual manera, se logró tener acceso a toda la información de consumo de energía del mes noviembre 2020 hasta octubre 2021.

	Energía Activa	Energía Activa promedio diaria	Energía Reactiva	Energía Aparente	Factor de Potencia
nov-20	165,900	230.41	56,700	175,321.70	0.95
dic-20	128,100	172.17	54,600	139,250.74	0.92
ene-21	128,100	172.17	50,400	137,658.16	0.93
feb-21	191,100	284.37	60,900	200,569.23	0.95
mar-21	214,200	287.9	69,300	225,131.36	0.95
abr-21	191,100	265.41	63,000	201,216.82	0.95
may-21	203,700	273.79	63,000	213,219.81	0.96
jun-21	180,600	250.83	58,800	189,931.04	0.95
jul-21	159,600	214.51	54,600	168,681.11	0.95
ago-21	182,700	245.56	60,900	192,582.70	0.95
sep-21	153,300	206.04	56,700	163,449.62	0.94
oct-21	186,900	251.2	63,000	197,232.37	0.95

Tabla 3 Consumo de energía del recinto

En la tabla 3 se refleja el consumo mensual del recinto, estos valores corresponden a la facturación de DISNORTE-DISSUR.

La capacidad del sistema corresponde a la sumatoria de la capacidad de cada transformador que la conforma. La demanda máxima y promedio del sistema se obtuvo mediante la facturación comercial.

Para calcular el factor de utilización se usó la siguiente fórmula:  $Fu = \frac{D_{max}}{C_s}$

Donde  $D_{max}$  es la demanda máxima del sistema y  $C_s$  es la capacidad total del sistema todo el kW.

Para calcular el factor de carga se usó la siguiente fórmula:  $Fc = \frac{D_m}{D_{max}}$

Donde  $D_m$  es la demanda promedio del sistema y  $D_{max}$  es la demanda máxima del sistema en kW.

Para calcular el factor de pérdida se usó la siguiente fórmula:  $Fp = 0.3 * Fc + 0.7 * Fc^2$

Mes	Capacidad del sistema (kVA)	Capacidad del sistema (kW)	Demanda máxima (kW)	Demanda promedio (kW)	Factor de utilización	Factor de carga	Factor de pérdida
nov-20	2,650	2,507.59	798	9.6	0.32	0.29	0.14
dic-20	2,650	2,437.80	756	7.17	0.31	0.23	0.1
ene-21	2,650	2,466.00	987	7.17	0.4	0.17	0.07
feb-21	2,650	2,524.89	882	11.85	0.35	0.32	0.17
mar-21	2,650	2,521.33	924	12	0.37	0.31	0.16
abr-21	2,650	2,516.76	1,029	11.06	0.41	0.26	0.12
may-21	2,650	2,531.68	987	11.41	0.39	0.28	0.14
jun-21	2,650	2,519.81	798	10.45	0.32	0.31	0.16
jul-21	2,650	2,507.33	819	8.94	0.33	0.26	0.13
ago-21	2,650	2,514.01	903	10.23	0.36	0.27	0.13
sep-21	2,650	2,485.44	798	8.59	0.32	0.26	0.12
oct-21	2,650	2,511.18	882	10.47	0.35	0.28	0.14

Tabla 4 Capacidad, demanda y factores de utilización, carga y de pérdida del sistema

Las pérdidas nominales en vacío, pérdidas nominales del cobre fueron obtenidas mediante una tabla con valores asignados en dependencia a la capacidad de cada transformador.

Para obtener las pérdidas del cobre bajo carga utilizamos  $Fu^2 * Pc$

Para obtener las pérdidas de potencia se sumó las pérdidas en vacío y las pérdidas del cobre bajo carga.

Tabla 1. Transformadores trifásicos de 15 kVA a 3 750 kVA, serie AT < 15 kV, serie BT ≤ 1,2 kV

Valores máximos declarados permisibles de corrientes sin carga (I <sub>0</sub> ), Pérdidas sin carga (P <sub>0</sub> ), pérdidas con carga (P <sub>c</sub> ) y tensión de cortocircuito a 85 °C (U <sub>z</sub> )				
Potencia kVA.	I <sub>0</sub> %. de I <sub>n</sub>	P <sub>0</sub> W	P <sub>c</sub> W	U <sub>z</sub> %
15	4,4	80	310	3,0
30	3,6	135	515	3,0
45	3,5	180	710	3,0
75	3,0	265	1 090	3,5
112,5	2,6	365	1 540	3,5
150	2,4	450	1 960	4,0
225	2,1	615	2 890	4,0
300	2,0	765	3 575	4,5
400	1,9	930	4 730	4,5
500	1,7	1 090	5 780	5,0
630	1,6	1 285	7 140	5,0
750	1,6	1 450	8 380	5,0
800	1,6	1 520	8 900	5,0
1 000	1,6	1 780	11 100	5,0
1 250	1,5	2 090	13 500	6,0
1 600	1,5	2 520	16 700	6,0
2 000	1,5	3 010	20 400	6,0
2 500	1,5	3 620	25 000	6,0
3 000	1,5	4 230	29 700	6,0
3 750	1,5	5 160	36 600	6,0

Norma técnica colombiana NTC 819

Valores de pérdidas establecidos para transformadores nuevos							
potencia	Sin carga, (Fe) a 20°C		Corto circuito (P <sub>cu</sub> ) a 85 °C		Totales		Eficiencia
	W	%	W	%	W	%	
10	40.00	0.40%	150	1.50%	190	1.90%	98.10%
15	60.00	0.40%	225	1.50%	285	1.90%	98.10%
25	100.00	0.40%	375	1.50%	475	1.90%	98.10%
37.5	131.25	0.35%	450	1.20%	581	1.55%	98.45%
50	150.00	0.30%	500	1.00%	650	1.30%	98.70%
75	225.00	0.30%	750	1.00%	975	1.30%	98.70%
100	300.00	0.30%	1000	1.00%	1300	1.30%	98.70%
167	501.00	0.30%	1670	1.00%	2171	1.30%	98.70%
333	532.80	0.16%	3330	1.00%	3863	1.16%	98.84%

Norma técnica colombiana NTC 819

Para obtener las pérdidas del hierro, se usó la pérdida en vacío multiplicado por las horas del mes.

Para obtener las pérdidas del cobre bajo carga se usó: las pérdidas nominales del cobre multiplicado por el factor de pérdidas y las horas del mes.

Las pérdidas totales energía es la sumatoria de las pérdidas de energía en el cobre bajo carga y pérdidas de energía en el hierro.

Mes	Perdidas en Vacío (W)	Perdidas Nominales del Cobre (W)	Perdida bajo Carga en el Cobre (W)	Perdida de Potencia (W)	Pérdidas de Energía en el Hierro (kWh/mensual)	Pérdidas de Energía en el Cobre Bajo Carga (kWh/mensual)	Pérdidas de Energía Total (kWh/mensual)
nov-20	6065	30705	3,109.58	9,174.58	4,366.80	324.59	4,691.39
dic-20	6065	30705	2,952.96	9,017.96	4,512.36	229.87	4,742.23
ene-21	6065	30705	4,918.78	10,983.78	4,512.36	269.46	4,781.82
feb-21	6065	30705	3,746.81	9,811.81	4,075.68	426.75	4,502.43
mar-21	6065	30705	4,123.77	10,188.77	4,512.36	495.29	5,007.65
abr-21	6065	30705	5,132.81	11,197.81	4,366.80	458.07	4,824.87
may-21	6065	30705	4,666.86	10,731.86	4,512.36	475.97	4,988.33
jun-21	6065	30705	3,079.50	9,144.50	4,366.80	362.42	4,729.22
jul-21	6065	30705	3,276.06	9,341.06	4,512.36	308.56	4,820.92
ago-21	6065	30705	3,961.41	10,026.41	4,366.80	380.33	4,747.13
sep-21	6065	30705	3,165.24	9,230.24	4,512.36	292.3	4,804.66
oct-21	6065	30705	3,787.85	9,852.85	4,512.36	400.81	4,913.17

Tabla 5 Pérdidas en el sistema

El costo promedio de potencia durante los 12 meses es de 907.34 córdobas, mientras el costo promedio de la energía fue de 6.17 córdobas.

Para obtener el costo de pérdidas de potencia se usó el costo promedio de potencia y las pérdidas de potencia.

El costo de las pérdidas de energía se usó el costo promedio de energía y las pérdidas totales de energía

Mes	Costo Promedio de Potencia	Costo Promedio de Energía	Costo de Pérdidas de Potencia	de de Costo de Pérdidas de Energía	Costo Total
nov-20	C\$907.34	C\$6.17	C\$83,244.63	C\$28,945.88	C\$112,190.51
dic-20	C\$907.34	C\$6.17	C\$81,823.57	C\$29,259.53	C\$111,083.10
ene-21	C\$907.34	C\$6.17	C\$99,660.22	C\$29,503.82	C\$129,164.04
feb-21	C\$907.34	C\$6.17	C\$89,026.48	C\$27,780.01	C\$116,806.49
mar-21	C\$907.34	C\$6.17	C\$92,446.78	C\$30,897.17	C\$123,343.95
abr-21	C\$907.34	C\$6.17	C\$101,602.22	C\$29,769.43	C\$131,371.65
may-21	C\$907.34	C\$6.17	C\$97,374.45	C\$30,778.00	C\$128,152.46
jun-21	C\$907.34	C\$6.17	C\$82,971.66	C\$29,179.30	C\$112,150.96
jul-21	C\$907.34	C\$6.17	C\$84,755.20	C\$29,745.09	C\$114,500.30
ago-21	C\$907.34	C\$6.17	C\$90,973.67	C\$29,289.81	C\$120,263.48
sep-21	C\$907.34	C\$6.17	C\$83,749.66	C\$29,644.78	C\$113,394.44
oct-21	C\$907.34	C\$6.17	C\$89,398.81	C\$30,314.24	C\$119,713.05
<b>Total, Anual</b>					<b>C\$1432,134.43</b>

Tabla 6 costo de las pérdidas del sistema

## **1.5 CELDA RECTORIA**

La celda de rectoría alimenta un transformador de 750KVA, dicho transformador se encuentra bajo llave, la puerta de acceso tiene una señal de advertencia a alto voltaje, la puerta del transformador no abre a su totalidad debido que frente a él se encuentra ubicada una pared de división, esto dificultó el acceso al momento de realizar la medición en este punto. En el mismo cuarto se encuentra un PRL que no posee leyenda que indique los sectores que son alimentados por este transformador y sus debidos breakers principales, la información fue obtenida por experiencia del personal de mantenimiento. El personal de mantenimiento indicó que este transformador posee 3 salidas, una de ella es el PRL ubicado en el mismo cuarto del transformador que alimenta el edificio de Vice-Rectoría, Aula Magna, Banco, Anexo, Auditorio Xabier Gorostiaga, Cafetín UCA. Su segunda salida es un PRL ubicado en el edificio E, la leyenda del tablero principal no está actualizada. El PRL edificio E alimenta al edificio E y deriva al edificio F. La tercera salida está conectada a un tablero que alimenta al Edificio A, Rectoría, Informática, Biblioteca, Radio, Pabellón L; donde el pabellón L deriva al pabellón M. Cabe notar que gran parte de estos sub paneles se encuentran en cuartos señalizados con advertencia de alto voltaje y algunos bajo llave, parte de estos cuartos de paneles son usados como bodegas (mayormente en el edificio A), así mismo la leyenda de muchos no está actualizada, también hay muchos paneles sin tapa.

N° de ilustración	Centro de carga	Ubicación	Observaciones
1	Transformador rectoría	Contiguo a edificio rectoría	Puerta del transformador no abre completamente por la presencia de una pared falsa frente al mismo
2		Contiguo a edificio rectoría	
3	Interruptor principal de rectoría	Edificio rectoría	El interruptor principal de rectoría se encuentra a la intemperie sin protección
4	PRL rectoría	Sótano edificio rectoría	Salida del PRL mal ejecutada
5	PRL rectoría	Sótano rectoría	PRL sin leyenda
6	Panel principal	Edificio E	Panel oxidado, en el lugar se notó la presencia de heces de roedores
7	Sub panel	Edificio E	Caja de espera 2x4 al lado del panel, con cables
8	PRL	Edificio E	Muestra mucha oxidación
9	Panel principal	Informática	Modulo donde se derivan las líneas los sub paneles, mal ejecutado
10	Panel principal	Aula magna	Panel oxidado, obsoleto de marca square-d

Tabla 7 Descripción de los centros de carga, celda rectoría

## **1.6 CELDA NITLAPAN**

La capacidad del transformador NITLAPAN es de 350KVA, este se encuentra bajo llave, cuenta con señalización, del mismo se deriva al transformador del edificio I con capacidad de 400KVA, del edificio I deriva al transformador del edificio O con capacidad de 225KVA.

El transformador de NITLAPAN se encuentra bajo llave, con señalización en la puerta de acceso. NITLAPAN alimenta a asociación RONCALLI, Dirección de Desarrollo y Mantenimiento, PBS, Departamento de Mantenimiento y bomba de agua, Edificio NITLAPAN, Edificio G y comedor institucional. En asociación RONCALLI los paneles se encuentran sin llave ni señalización, uno de ellos no posee tapa ni leyenda. Algunos paneles como el del Departamento de Mantenimiento, Dirección de Desarrollo y mantenimiento se encuentran en el exterior. El edificio NITLAPAN tiene paneles con leyenda actualizada y en cuartos señalizados.

El PRL del edificio I deriva al pabellón J y K, este se encuentra a la intemperie, sin señalización ni leyenda, toda la información fue obtenida mediante el personal de mantenimiento. El transformador del edificio I alimenta a la planta alta y planta baja del edificio I, Pabellón J y K, Laboratorio Netherland y el instituto de Lengua. No se obtuvo información del pabellón K debido a confusiones con las llaves, en el pabellón J se encuentran los laboratorios de cómputo.

El transformador del edificio O tiene una capacidad de 225KVA, este alimenta al edificio O, P e Historia, cabe notar que el cuarto de paneles es usado por el personal de seguridad como bodega (edificio o y p), los cuartos de paneles están bajo llave y señalizados,

N° de ilustración	Centro de carga	Ubicación	Observaciones
11	Transformador I	Edificio I	Uso de cuchillas como protección a la entrada de la línea de alimentación.
12	Transformador I	Edificio I	Celda del transformador, con sistema de medida análogo
13	Panel secundario	Edificio I planta baja	Panel con oxidación, mucho polvo, sin leyenda
14	Panel principal	Edificio I	No sigue un solo código de colores en los conductores, salida de uno de los interruptores posee 3 cables, no tiene leyenda
15	Panel secundario	Edificio I planta baja	Presencia de polvo, sin leyenda y de marca sd
16	Panel secundario	Edificio I planta baja	Presencia de mucho polvo, sin leyenda y de marca sd
17	Panel secundario	Edificio I planta alta	Presencia de mucho polvo, sin leyenda, marca sd
18	Panel secundario	Edificio I planta alta	Presenta mucha oxidación y polvo

19	Panel principal	Edificio G	Mala ejecución con sistema de barras de cobre, conductor inadecuado en el neutro
20	Panel principal	Edificio Nitlapan	Sin leyenda, espacios no cubiertos
21	Panel secundario	Mantenimiento	Panel ubicado a la intemperie.

*Tabla 8 Descripción de los centros de carga, celda Nitlapan*

## **1.7 CELDA CIENCIAS ECONOMICAS**

El transformador Ciencias Económicas no posee placa que indique su capacidad, aunque se realizaron mediciones por parte de ENATREL con el fin de definirla. Si bien el personal de mantenimiento estima que la capacidad de este transformador es de 500KVA, de la celda de se deriva al transformador del Food park, transformador Gustavo guerrero y transformador de salida vehicular.

El transformador de ciencias económicas alimenta el edificio R, ciencias económicas y CIDEA. Estos 3 edificios cuentan con paneles principales, los que se encuentran bajo llave y señalizados, sin embargo, alguno de ellos no posee tapa ni leyenda, cabe resaltar que se realizó recientemente en el edificio CIDEA una actualización de las leyendas de los paneles.

Por otra parte, el sector del Food park, es una obra reciente, su panel principal está debidamente señalizado.

No obstante, los paneles que derivan del transformador Gustavo Guerrero se encuentran sin leyenda, uno de sus paneles exteriores no cumple con normativa para ese uso, otros están visiblemente obsoletos.

N° de ilustración	Centro de carga	Ubicación	Observaciones
22	Sub panel	Edificio ciencias económicas	Panel eléctrico sin tapa ni leyenda
23	Transformador ciencias económicas	Contiguo a celda de media tensión	Transformador sin placa
24	PRL	Ciencias económicas	Sin leyenda
25	Interruptor principal	Caseta cerca al transformador	Ubicado sobre un perlin
26	Sub panel	Edificio CIDEA	Sin tapa ni leyenda
27	Sub panel	Edificio R	Sin tapa ni leyenda, con papel dentro del mismo
28	Interruptor principal	Caseta cercad del transformador	Ubicado sobre al mismo perlin del interruptor CIDEA

*Tabla 9 Descripción de los centros de carga, celda ciencias económicas*

## CAPITULO II

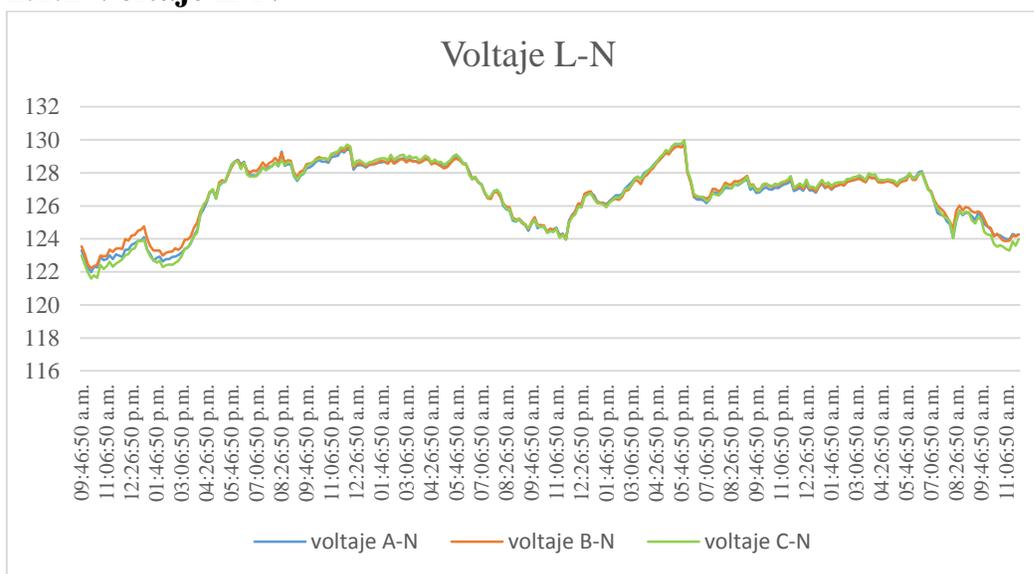
### 2. REALIZACION DE MEDICIONES Y PRESENTACION DE RESULTADOS

Durante el periodo del 22 marzo al 27 de julio 2021, se dieron una serie de visitas al recinto universitario UCA con la intención de realizar varios levantamientos en las diferentes zonas de trabajo y salida de los transformadores de todo el sistema.

En las siguientes gráficas y cuadros, se presentará el resultado de las mediciones realizadas con el Fluke 435 II, instalado del periodo del 22 de junio al 27 de Julio 2021. El aparato de medición, estuvo aproximadamente cinco días en la salida de cada uno de los transformadores. Cabe notar, que no todos contaban con las condiciones óptimas para instalar el equipo de medición ni que se resguardara durante todos esos días, por lo tanto, las mediciones se realizaron en cuatro de los ocho transformadores que forman parte de todo el sistema eléctrico de baja tensión de la UCA.

#### 2.1 TRANSFORMADOR I (400KVA)

##### 2.1.1 Voltaje L-N

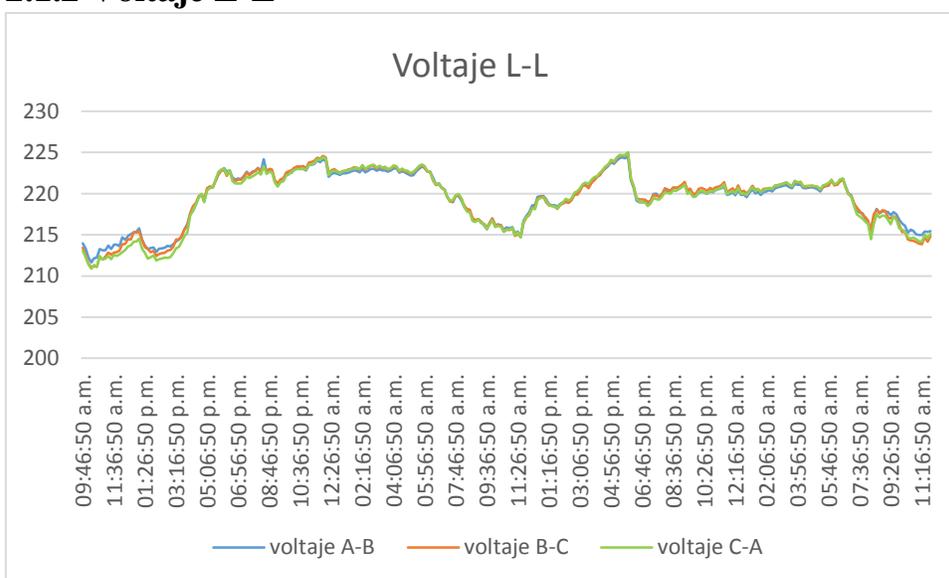


Gráfica 2 Voltaje de fase en el transformador I

VOLTAJE	A-N	B-N	C-N	BALANCE	VARIACION
Voltaje mínimo	128.9	128.97	129.14	0.177%	±7.75%
Voltaje promedio	129.2	129.27	129.43		
Voltaje máximo	129.74	129.69	129.98		

Con la medición de voltaje de fase a neutro se obtuvo que el nivel de tensión promedio es de 129.3V, con una variación que se encuentra dentro del límite  $\pm 8\%$  del valor nominal, según la normativa de calidad del servicio (NCS). Sin embargo, esta variación está cerca de los límites. El balance de voltaje está dentro de los valores normados de diseño,  $\pm 5\%$ .

## 2.1.2 Voltaje L-L

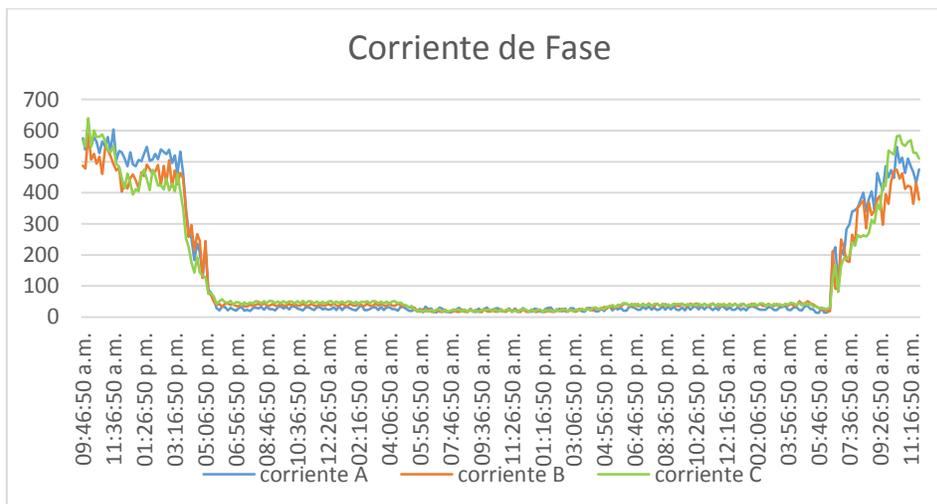


Gráfica 3 Voltaje de línea en el transformador I

VOLTAJE	A-B	B-C	C-A	BALANCE	VARIACION
Voltaje mínimo	223.21	223.61	223.51	0.169%	±7.668%
Voltaje promedio	223.73	224.11	224.01		
Voltaje máximo	224.51	224.96	225.02		

La medición de voltaje fase a fase es de 223.95V promedio, con una variación que se encuentra dentro del límite  $\pm 8\%$  del valor nominal, según la normativa de calidad del servicio nacional (NCS). El balance de voltaje está dentro de la norma de diseño,  $\pm 5\%$ .

### 2.1.3 Corriente de Fase

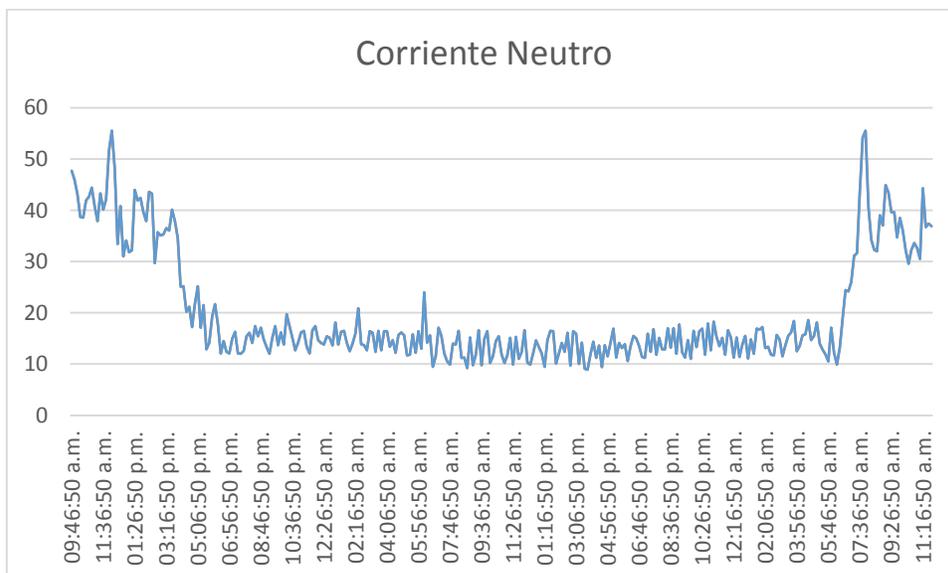


Gráfica 4 Corriente de fase en el transformador I

CORRIENTE	A	B	C	BALANCE
Corriente mínima	97.4963	85.8784	99.2395	7.97%
Corriente promedio	106.4827	94.699	106.5505	
Corriente máxima	603.7	588.6	639.6	

La medición de corriente muestra el desbalance de consumo en las fases con valor del 7.97%, por encima del 5% normado por la IEEE 1100-1999.

### 2.1.4 Corriente Neutro

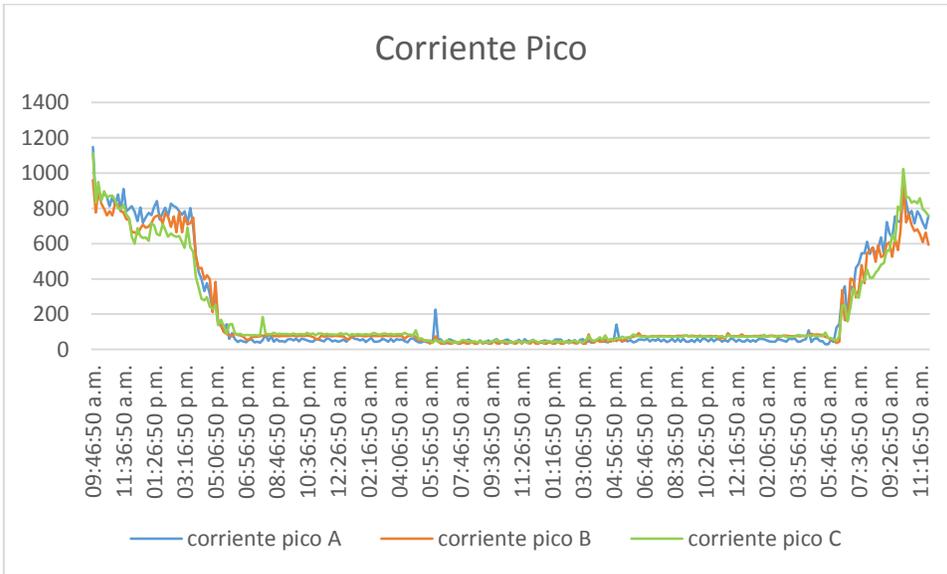


Gráfica 5 Corriente en neutro del transformador I

CORRIENTE	CORRIENTE DE NEUTRO
Corriente mínima	13.3986
Corriente promedio	15.2275
Corriente máxima	55.5

La medición de intensidad de corriente en el neutro reveló la presencia de esta, con un promedio de 15.2275A y 55.5A como valor máximo, esto es el resultado del desbalance de corrientes, haciendo que haya un retorno de corriente por el neutro.

### 2.1.5 Corriente Pico

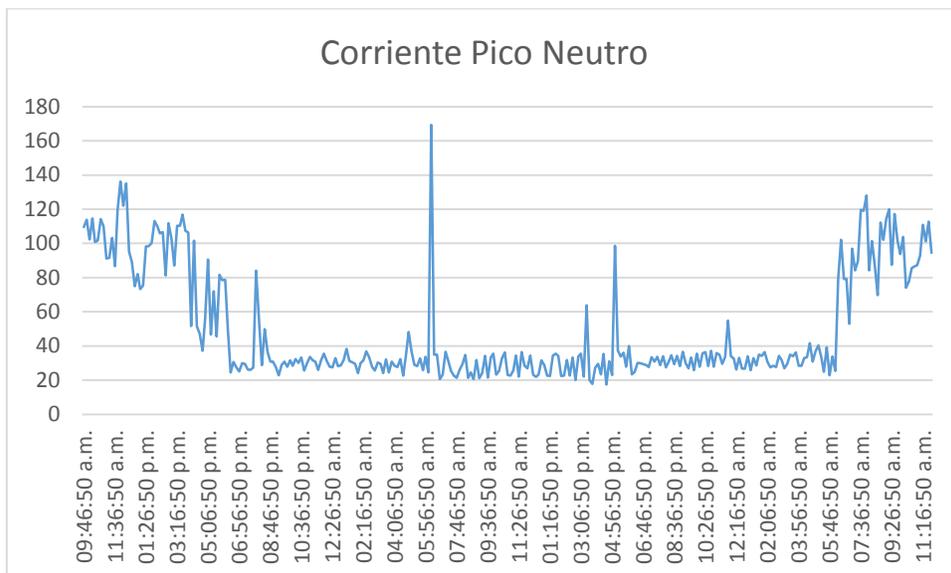


Gráfica 6 Corriente pico por fase del transformador I

CORRIENTE	A	B	C	BALANCE
Corriente pico mínima	156.6804	133.6904	154.9389	16.32%
Corriente pico promedio	170.4233	148.0013	167.9953	
Corriente pico máxima	1147.6	960.2	1113.8	

Los valores de medición de corriente pico muestran desbalance de consumo en las fases de 16.32%, por encima del 5% normado por la IEEE 1100-1999.

## 2.1.6 Corriente Pico Neutro

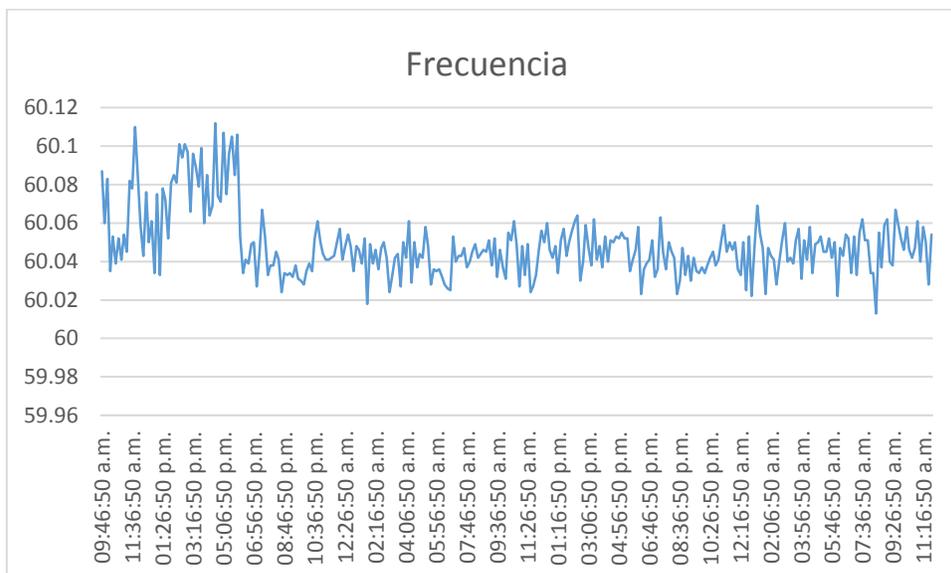


Gráfica 7 Corriente pico en neutro

CORRIENTE	CORRIENTE PICO NEUTRO
Corriente mínima	27.4950
Corriente promedio	32.6790
Corriente máxima	169.4

La corriente pico en el neutro alcanza los 32.6790A promedio y 169.4A como valor máximo, el valor ideal de corriente en el neutro debería ser igual o cercano a 0, sin embargo, esto es causado por el desbalance de carga en las líneas.

## 2.1.7 Frecuencia

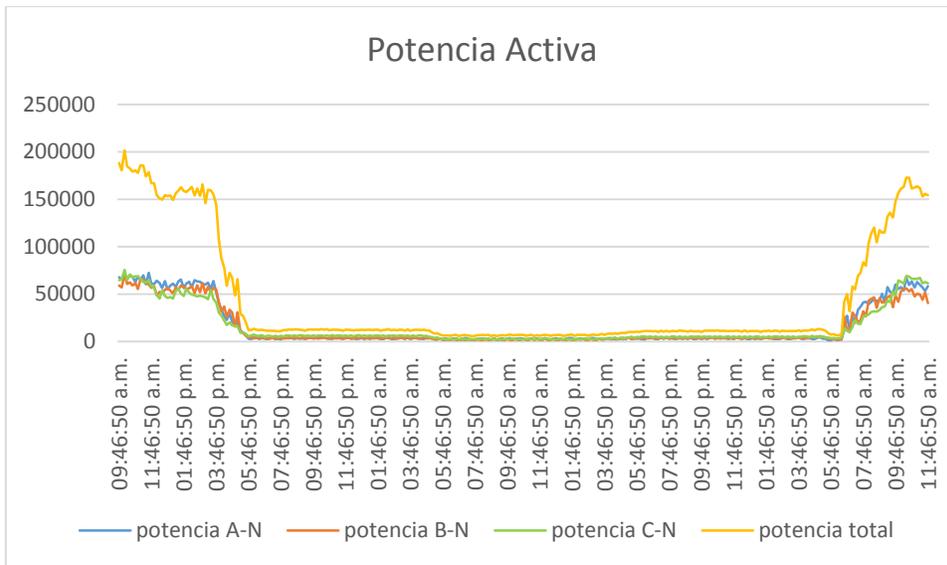


Gráfica 8 Frecuencia en el transformador I

Frecuencia mínima	59.9519
Frecuencia promedio	60.0000
Frecuencia máxima	60.112

La medición de frecuencia demuestra que esta está dentro de los valores de la norma nacional que dictan  $\pm 1\%$  de variación.

### 2.1.8 Potencia Activa

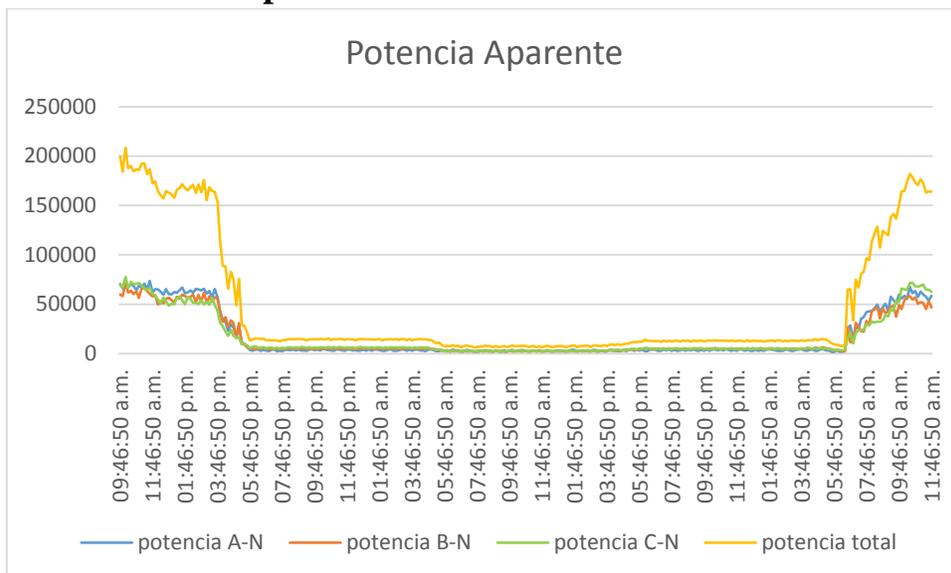


Gráfica 9 Potencia activa por fase del transformador I

	A-N	B-N	C-N	TOTAL	BALANCE
Potencia mínima	11857.48	9818.704	11858.97	34002.76	15.6870%
Potencia promedio	12907.74	10882.89	12735.58	36526.94	
Potencia máxima	72350	70220	75450	201750	

La potencia activa consumida durante el período de prueba se utilizará en el análisis al transformador correspondiente y a su vez, para deducir su relación con la potencia aparente y factor de potencia.

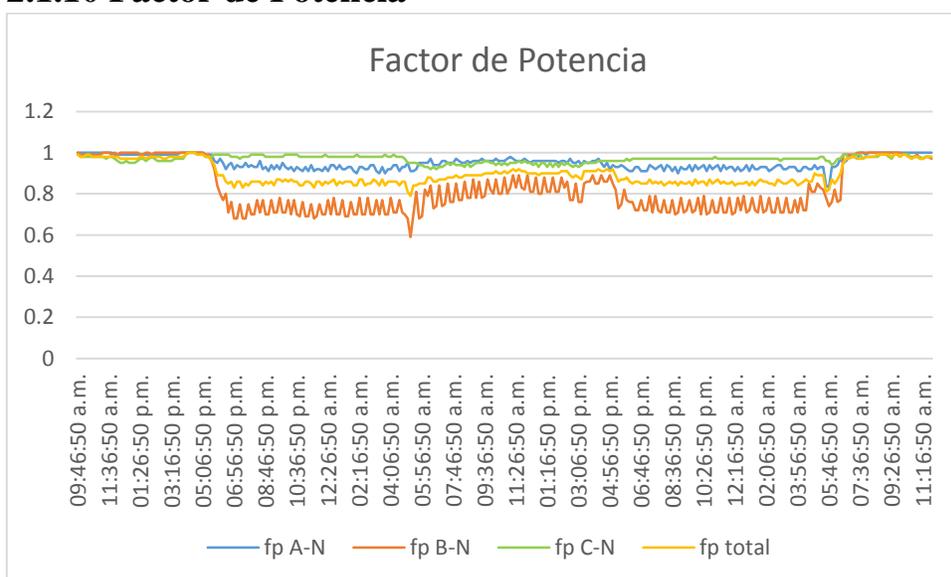
## 2.1.9 Potencia Aparente



Gráfica 10 Potencia aparente por fase en el transformador I

	A-N	B-N	C-N	TOTAL
Potencia mínima	12097.31	10701.2	12312.23	35909.3
Potencia promedio	13175.45	11772.72	13198.74	38507.84
Potencia máxima	73660	71620	77500	208200

## 2.1.10 Factor de Potencia

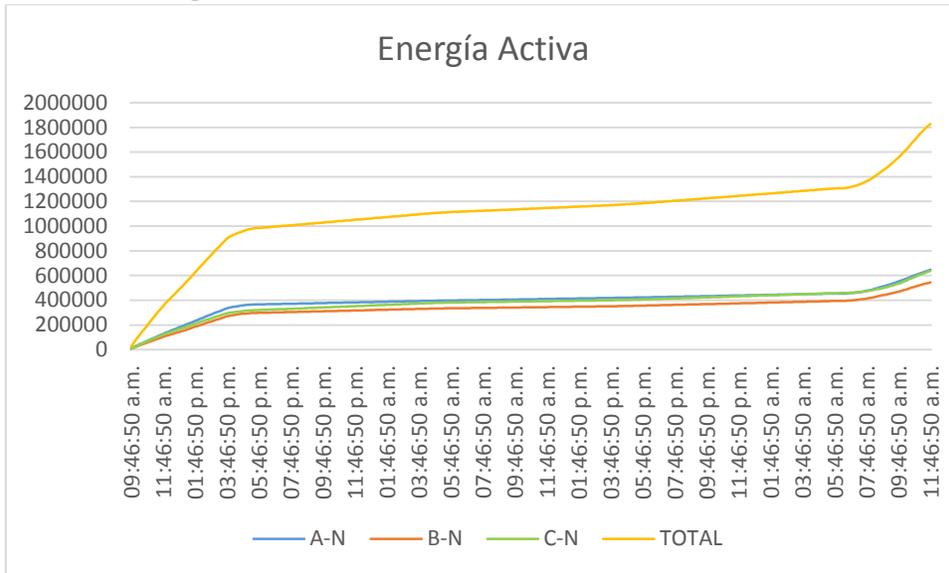


Gráfica 11 Factor de potencia por fase en el transformador I

	A-N	B-N	C-N	TOTAL
Fp mínimo	0.9084	0.7698	0.9380	0.8617
Fp promedio	0.9395	0.7944	0.9598	0.8843
Fp máximo	1	1	1	1

Según la medición del factor de potencia total, este se mantuvo cerca del límite normado por la NCS de 0.85, en su medición máxima de 1, hay que tomar en cuenta las cargas en esta red. 0.91 PROM.

### 2.1.11 Energía Activa

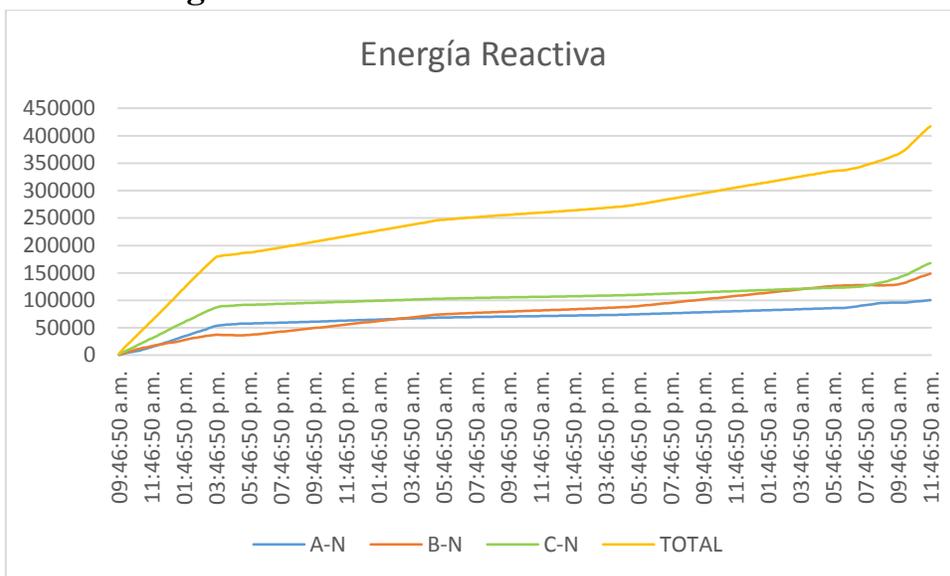


Gráfica 12 Energía activa, transformador I

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
36.5604kW/h	878.856kW/h	1828.021kW/h

Esta tabla muestra los valores de consumo de energía activa por hora y un promedio del consumo diario.

## 2.1.12 Energía Reactiva

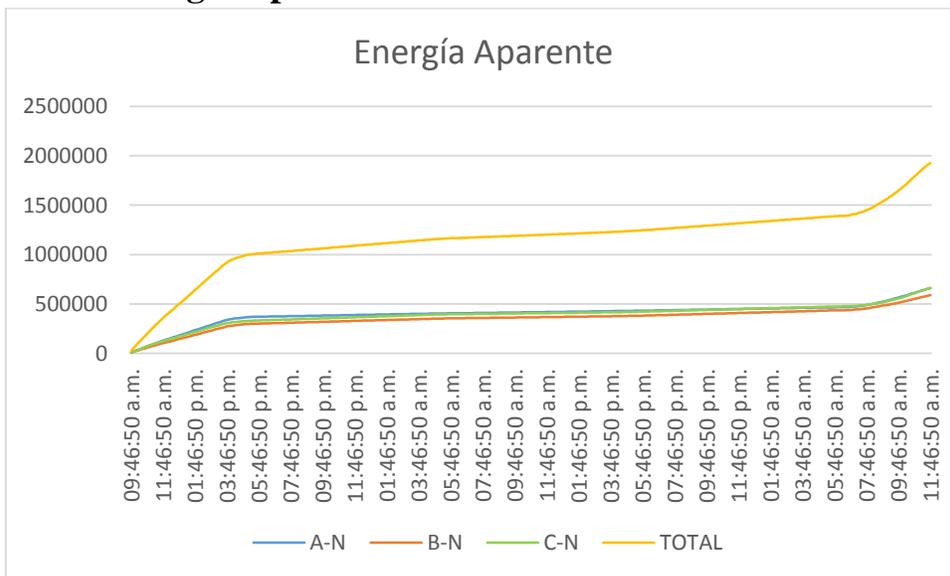


Gráfica 13 Energía reactiva, transformador I

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
8.3462kVAR/h	200.63kVAR/h	417.311kVAR/h

Esta tabla representa los valores medidos en el consumo de energía reactiva, un promedio por hora y diario.

## 2.1.13 Energía Aparente

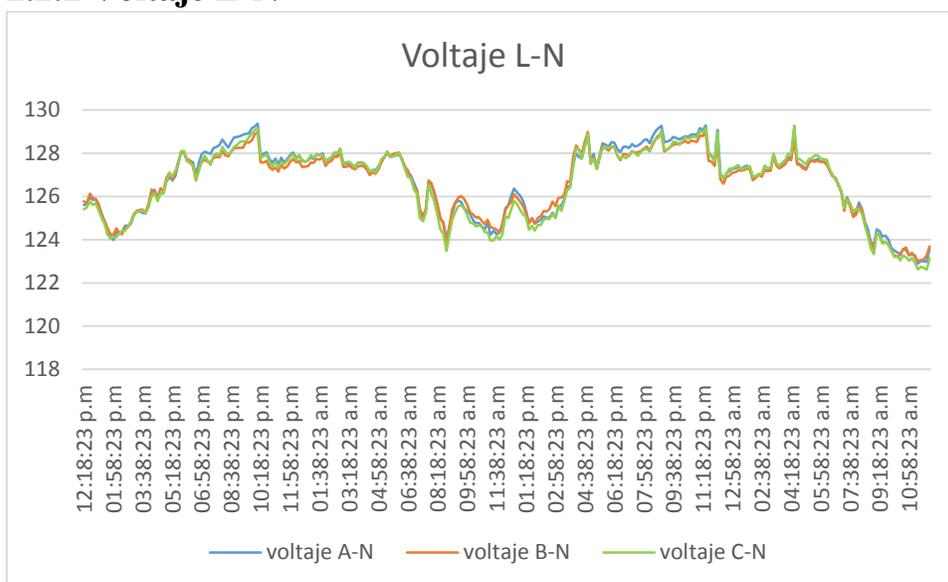


Gráfica 14 Energía aparente, transformador I

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
38.5449kVA/h	926.5615kVA/h	1927.248kVA/h

## 2.2 TRANSFORMADOR NITLAPAN (350KVA)

### 2.2.1 Voltaje L-N

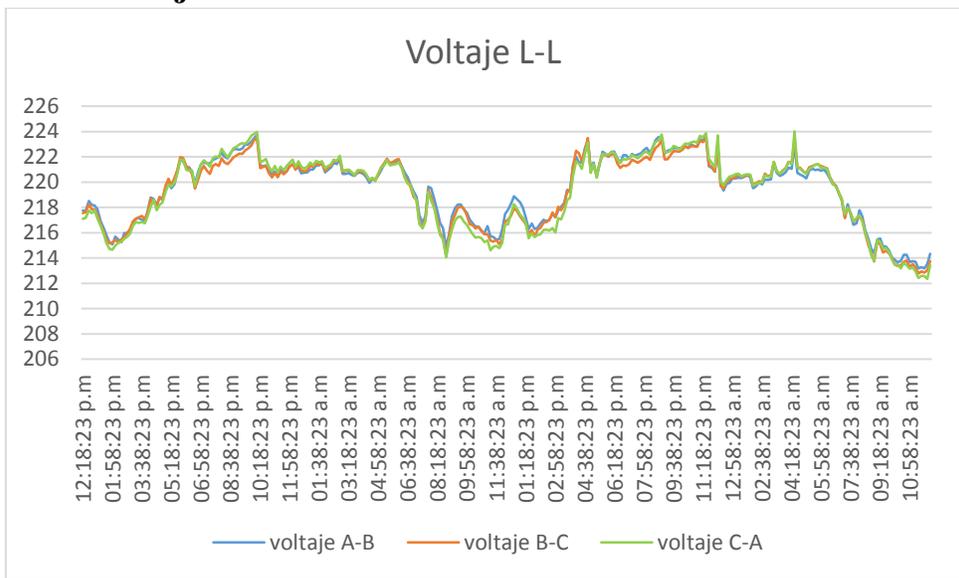


Gráfica 15 Voltaje de fase en el transformador Nitlapan

VOLTAJE	A-N	B-N	C-N	BALANCE	VARIACION
Voltaje mínimo	125.6373	125.694	125.4569	0.133%	±5.243%
Voltaje promedio	126.3754	126.295	126.2070		
Voltaje máximo	129.37	128.99	129.28		

La medición de voltaje de fase a neutro es de 126.2924V promedio, con una variación que se encuentra dentro del límite  $\pm 8\%$  del valor nominal (120V), según la normativa de calidad del servicio (NCS). El balance de voltaje se encuentra dentro de la norma de diseño que dicta el  $\pm 5\%$  entre fases.

## 2.2.2 Voltaje L-L

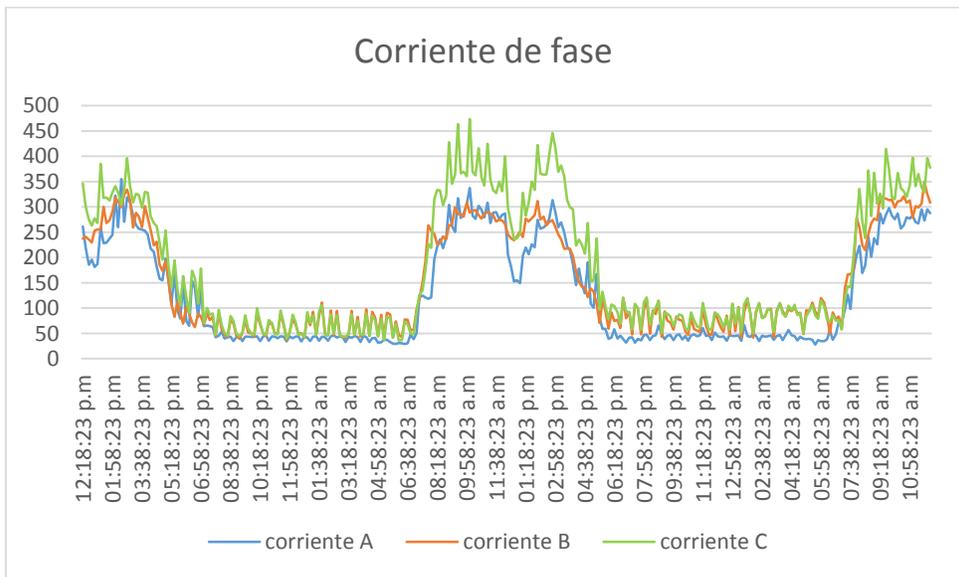


Gráfica 16 Voltaje de línea en el transformador Nitlapan

VOLTAJE	A-B	B-C	C-A	BALANCE	VARIACION
Voltaje mínimo	217.7993	217.5484	217.2675	0.100%	±5.1656%
Voltaje promedio	218.8766	218.7005	218.6569		
Voltaje máximo	223.72	223.5	224.01		

La medición de voltaje de fase a fase es de 218.7446V promedio, con una variación que se encuentra dentro del límite  $\pm 8\%$  del valor nominal, según la normativa de calidad del servicio.

## 2.2.3 Corriente de Fase

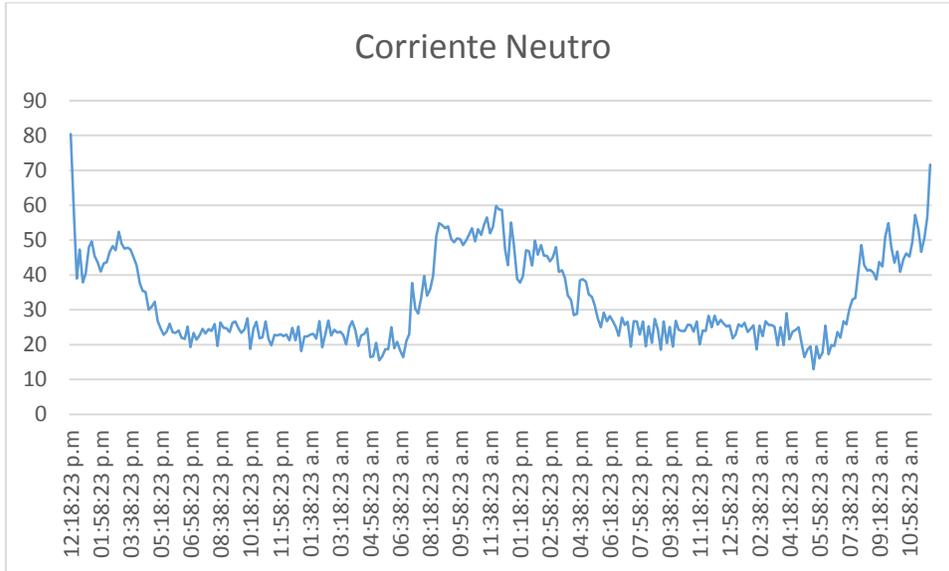


Gráfica 17 Corriente de fase en el transformador Nitlapan

CORRIENTE	A	B	C	BALANCE
Corriente mín.	90.3263	99.2986	117.1396	26.2447%
Corriente prom.	99.4652	113.2042	134.6649	
Corriente máx.	354.9	349.6	474	

La medición de corriente muestra el desbalance de consumo con valor del 26.2447%, por encima del 5% normado por la IEEE 1100-1999.

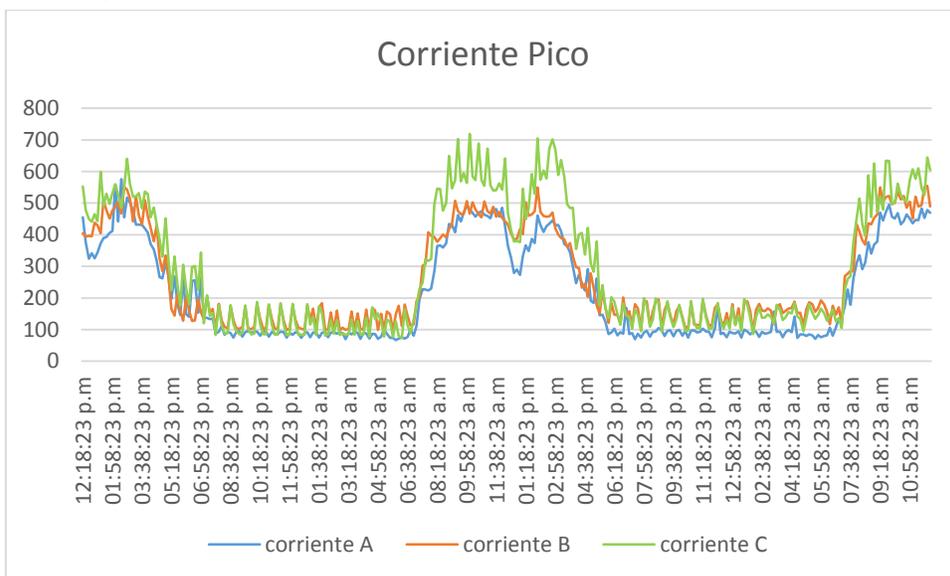
## 2.2.4 Corriente Neutro



Gráfica 18 Corriente en neutro del transformador Nitlapan

CORRIENTE	CORRIENTE DE NEUTRO
Corriente mínima	21.7125
Corriente promedio	24.0967
Corriente máxima	80.4

## 2.2.5 Corriente Pico

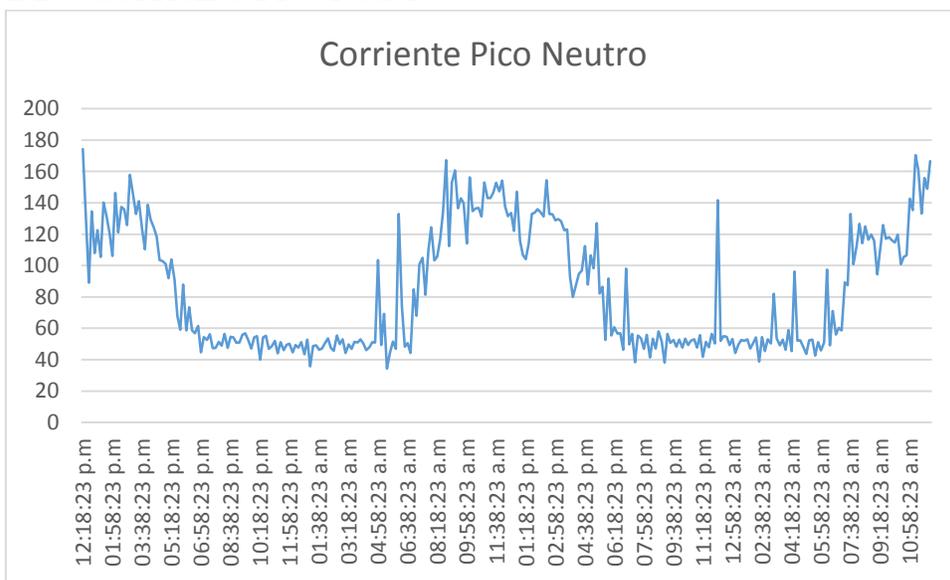


Gráfica 19 Corriente pico por fase del transformador Nitlapan

CORRIENTE	A	B	C	BALANCE
Corriente pico mínima	160.7125	163.1264	186.6903	22.89%
Corriente pico promedio	175.7139	184.2681	212.6368	
Corriente pico máxima	576	554.4	719	

La medición de corriente pico muestra el desbalance de consumo con valor del 22.89%, por encima del 5% normado por la IEEE 1100-1999.

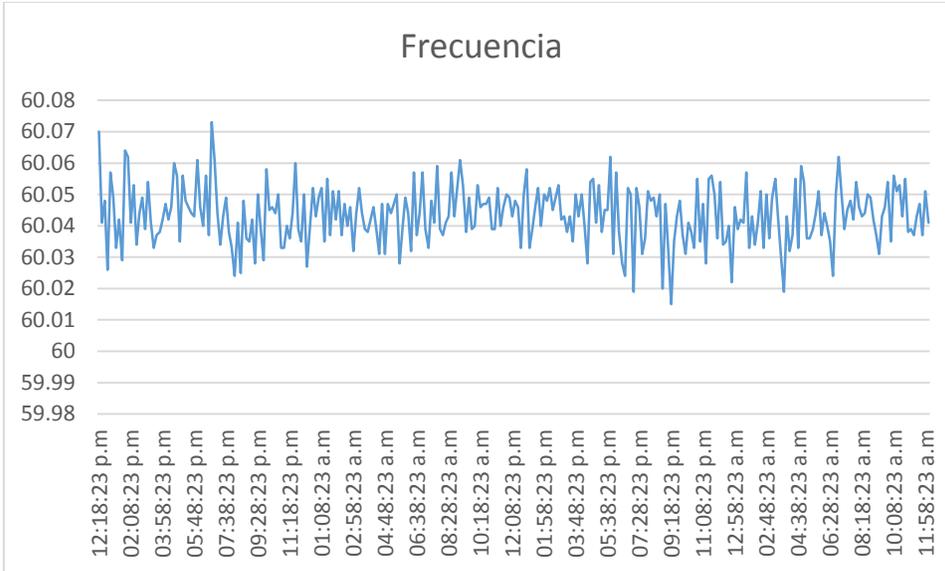
## 2.2.6 Corriente Pico Neutro



Gráfica 20 Corriente pico del neutro del transformador Nitlapan

CORRIENTE	CORRIENTE PICO NEUTRO
Corriente mínima	39.825
Corriente promedio	48.9513
Corriente máxima	174.4

### 2.2.7 Frecuencia

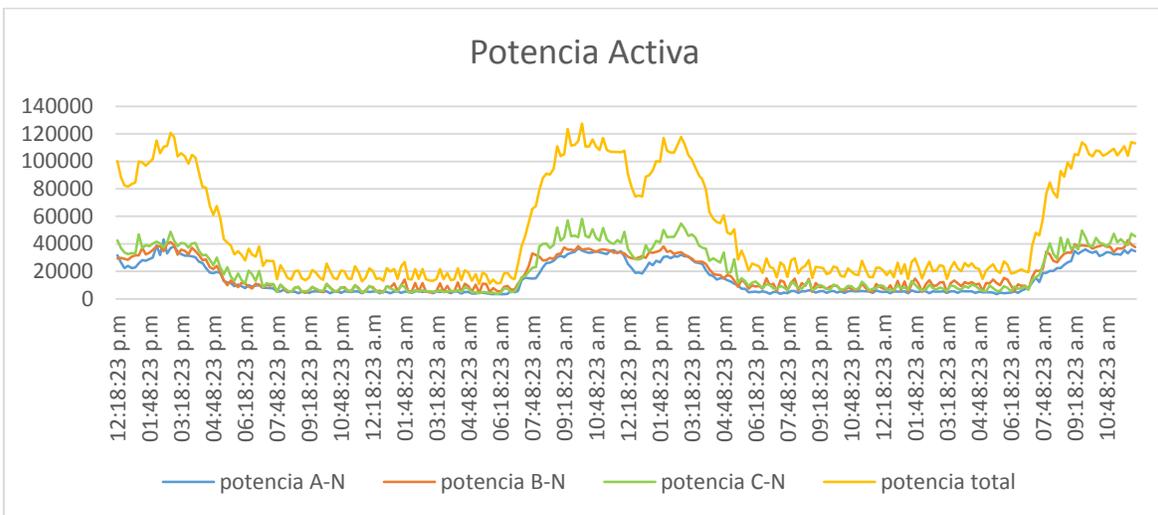


Gráfica 21 Frecuencia del transformador Nitlapan

Frecuencia mínima	59.9579
Frecuencia promedio	60.0000
Frecuencia máxima	60.073

La medición de frecuencia demuestra que esta está dentro de los valores de la norma nacional que dictan  $\pm 1\%$  de variación del valor normado 60Hz.

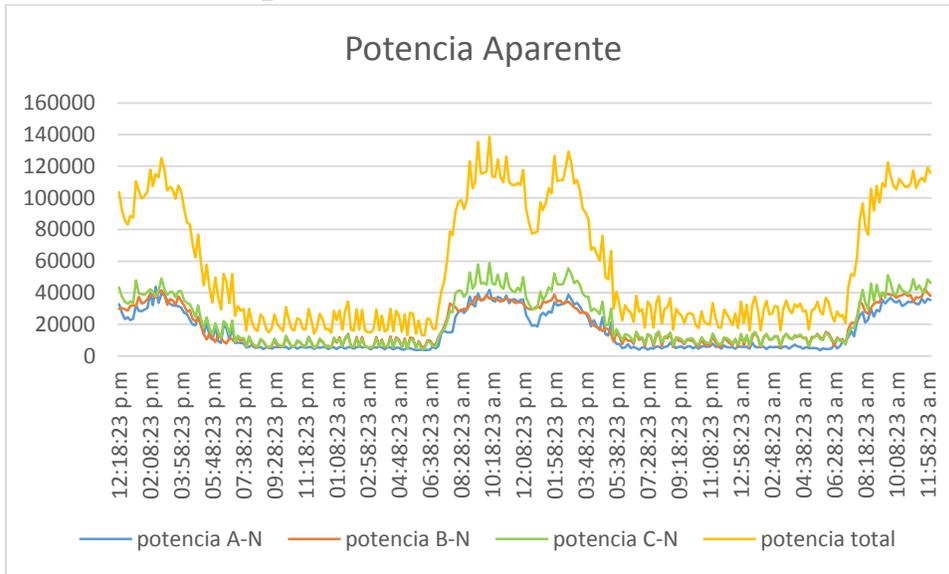
### 2.2.8 Potencia Activa



Gráfica 22 Potencia activa por fase del transformador Nitlapan

	A-N	B-N	C-N	TOTAL	BALANCE
Potencia mínima	10959.55	12121.01	14378.26	38014.48	26.8480%
Potencia promedio	12034.79	13890.14	16451.77	42377.5	
Potencia máxima	43200	42680	58210	127350	

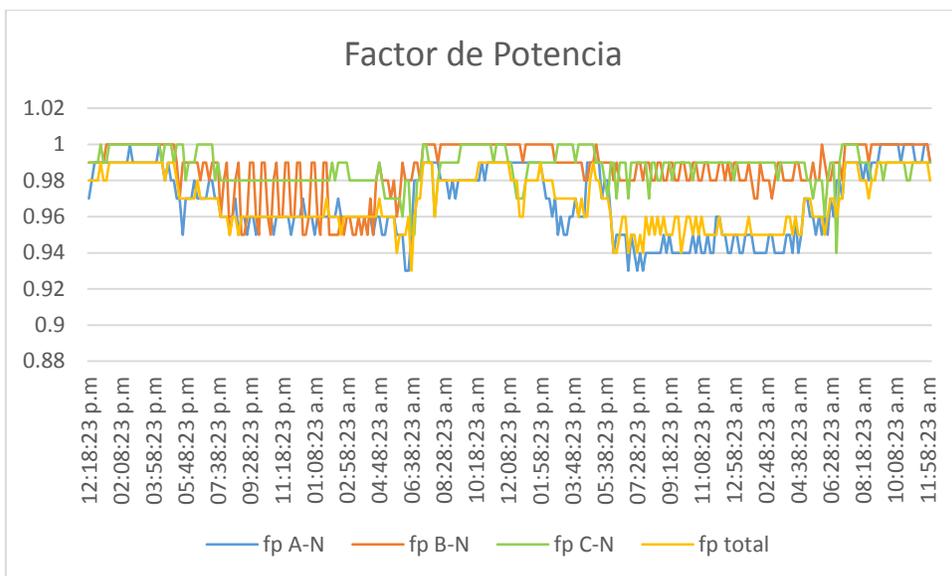
## 2.2.9 Potencia Aparente



Gráfica 23 Potencia aparente por fase del transformador Nitlapan

	A-N	B-N	C-N	TOTAL
Potencia mínima	11310.1	12417.36	14628.06	39355.73
Potencia promedio	12426.84	14103.16	16754.34	43799.58
Potencia máxima	43860	42790	58890	138600

## 2.2.10 Factor de Potencia

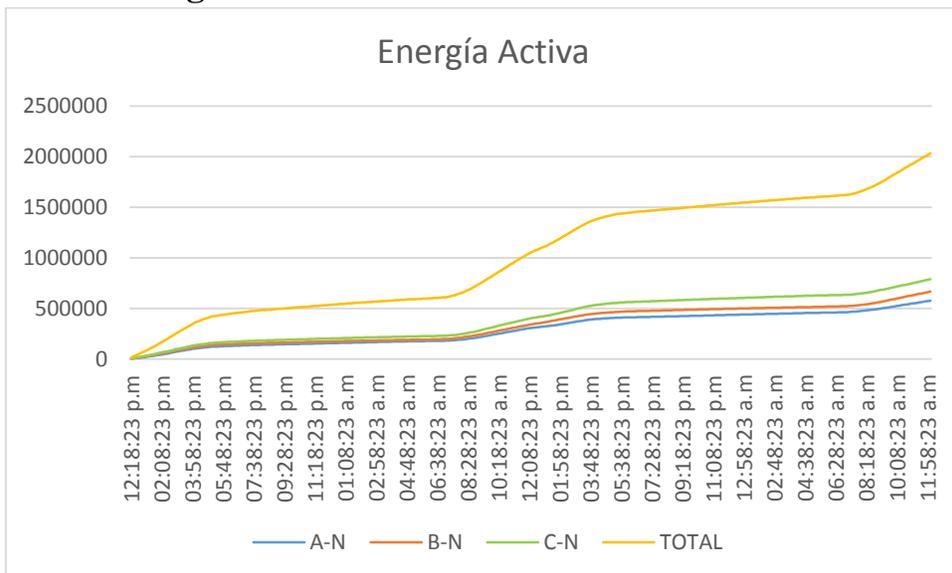


Gráfica 24 Factor de potencia del transformador Nitlapan

	A-N	B-N	C-N	TOTAL
Fp mínimo	0.9086	0.8790	0.84125	0.8634
Fp promedio	0.9553	0.9611	0.9755	0.9527
Fp máximo	1	1	1	0.99

Según la medición del factor de potencia total, este se mantuvo cerca del límite normado por la NCS de 0.85, en su medición máxima de 0.99, hay que tomar en cuenta las cargas en esta red.

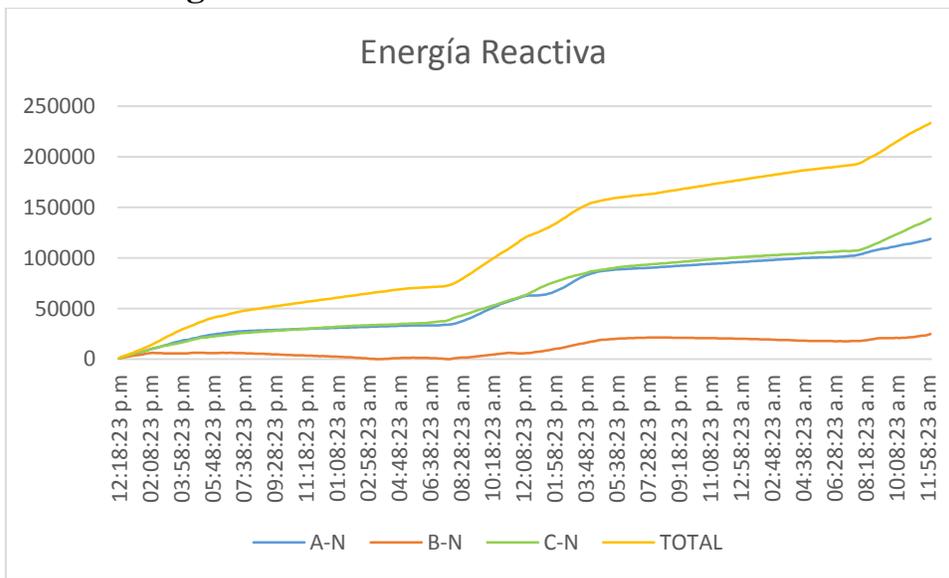
## 2.2.11 Energía Activa



Gráfica 25 Energía activa, transformador Nitlapan

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
42.377kW/h	1017.063kW/h	2034.126kW/h

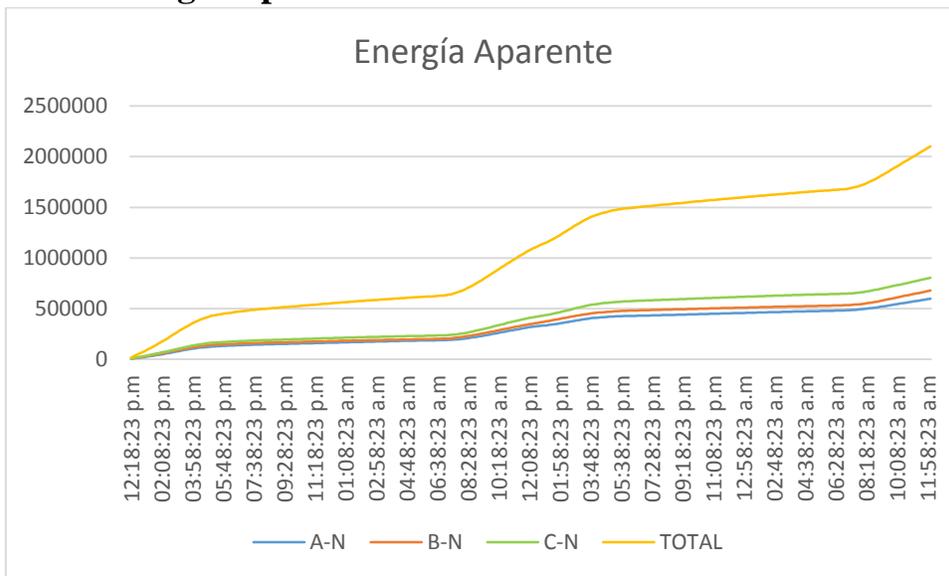
## 2.2.12 Energía Reactiva



Gráfica 26 Energía reactiva, transformador Nitlapan

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
4.8653kVAR/h	116.7675kVAR/h	233.535kVAR/h

## 2.2.13 Energía Aparente



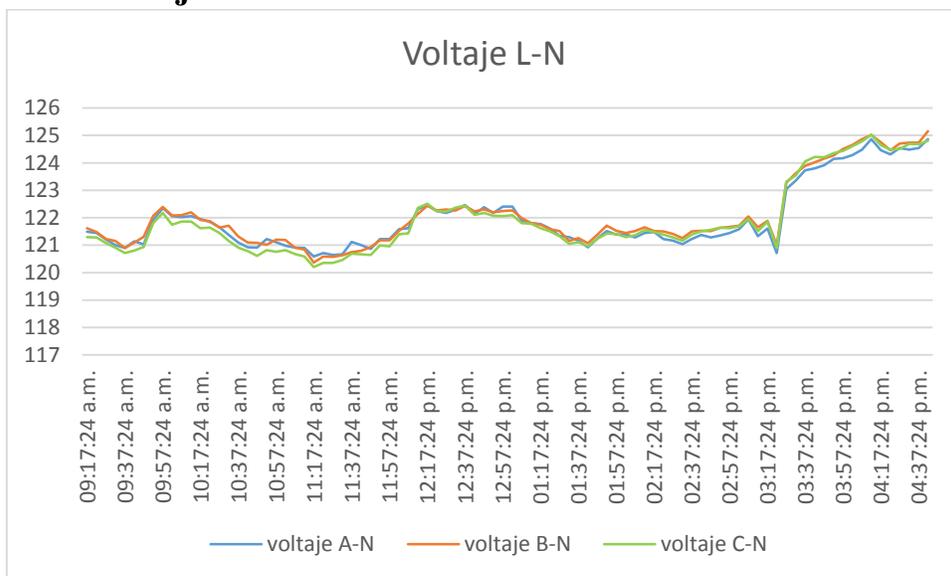
Gráfica 27 Energía aparente, transformador Nitlapan

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
43.8005kVA/h	1051.213kVA/h	2102.426kVA/h

Esta tabla representa los valores medidos en el consumo de energía aparente, un promedio por hora y diario.

## 2.3 TRANSFORMADOR FOOD PARK

### 2.3.1 Voltaje L-N

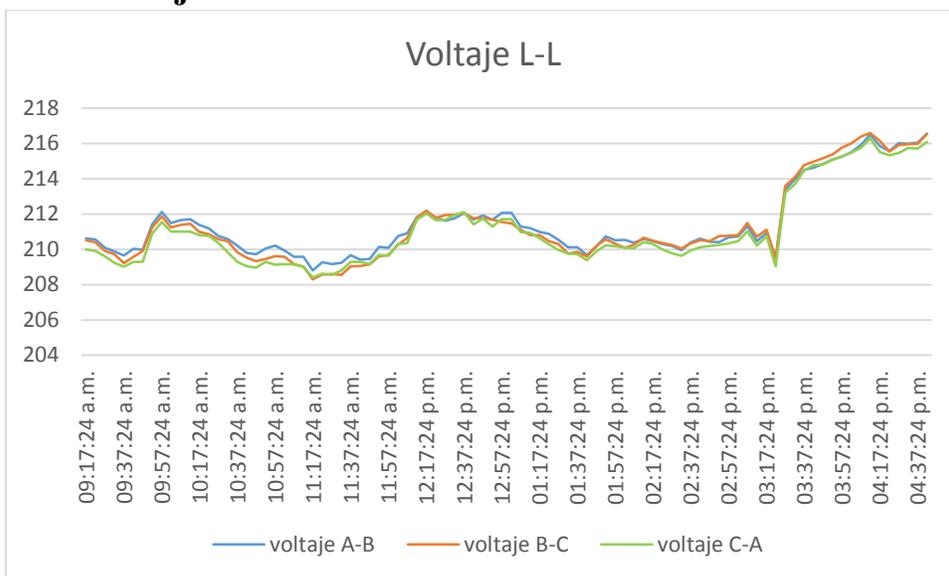


Gráfica 28 Voltaje de fase del transformador food park

VOLTAJE	A-N	B-N	C-N	BALANCE	VARIACION
Voltaje mínimo	121.0685	121.1878	120.9801	0.1467%	±1.3238%
Voltaje promedio	121.5741	121.6852	121.5066		
Voltaje máximo	124.87	125.15	125.03		

La medición de voltaje de fase a neutro es de 121.5886V promedio, con una variación que se encuentra dentro del límite  $\pm 8\%$  del valor nominal, según la normativa de calidad del servicio (NCS).

### 2.3.2 Voltaje L-L

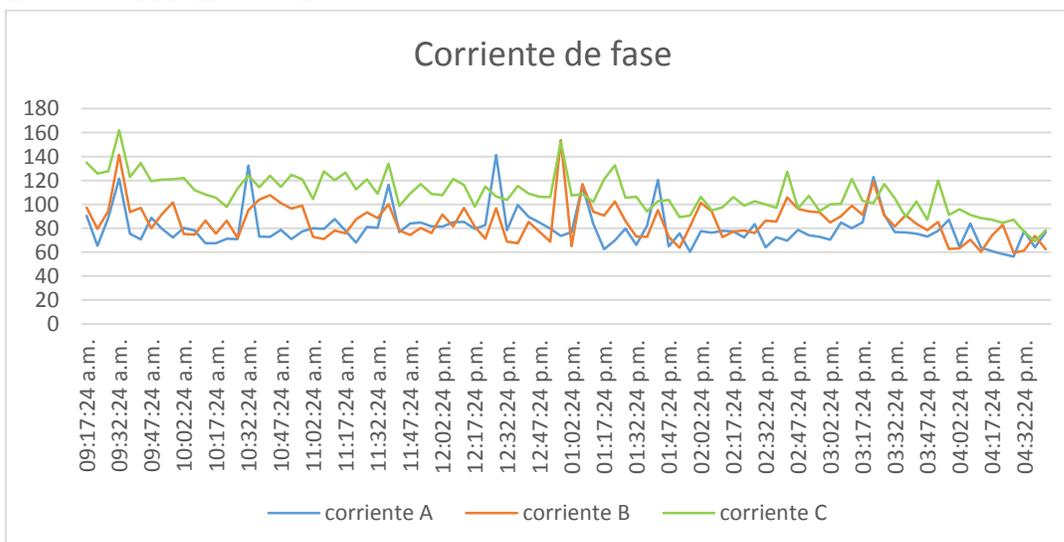


Gráfica 29 Voltaje de línea del transformador Food park

VOLTAJE	A-B	B-C	C-A	BALANCE	VARIACION
Voltaje mínimo	209.8837	209.7008	209.3874	0.2095%	±1.221%
Voltaje promedio	210.7393	210.5822	210.2978		
Voltaje máximo	216.57	216.59	216.29		

La medición de voltaje de fase a fase es de 210.5397V promedio, con una variación que se encuentra dentro del límite  $\pm 8\%$  del valor nominal, según la normativa de calidad del servicio (NCS).

### 2.3.3 Corriente de fase

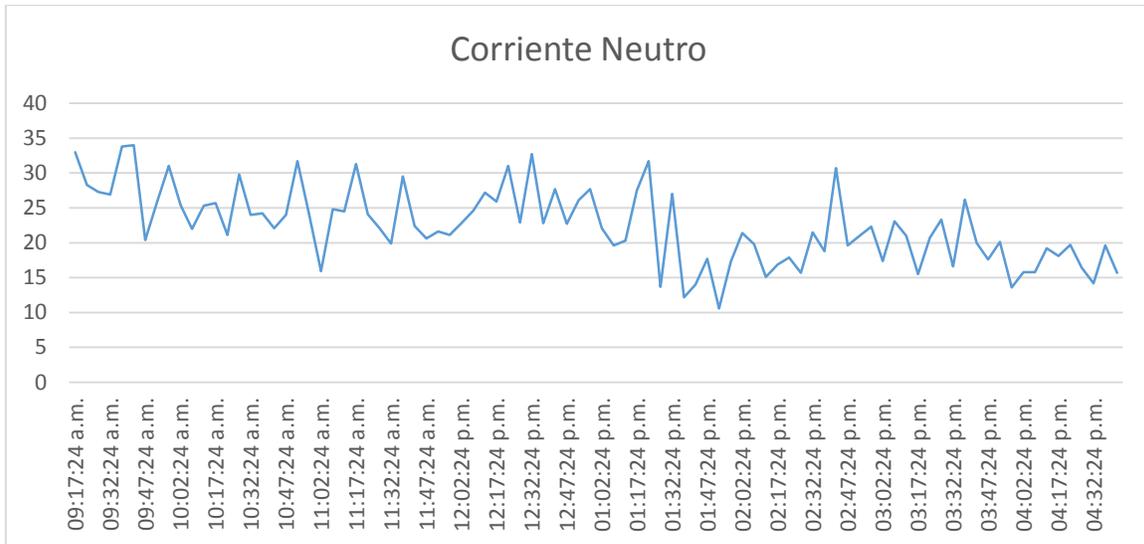


Gráfica 30 Corriente de fase del transformador Food park

CORRIENTE	A	B	C	BALANCE
Corriente mínima	52.7411	49.8722	73.6477	12.77%
Corriente promedio	62.5333	65.9344	88.7444	
Corriente máxima	141.3	153.7	162	

La medición de corriente muestra el desbalance de consumo con valor del 12.77%, por encima del 5% normado por la IEEE 1100-1999.

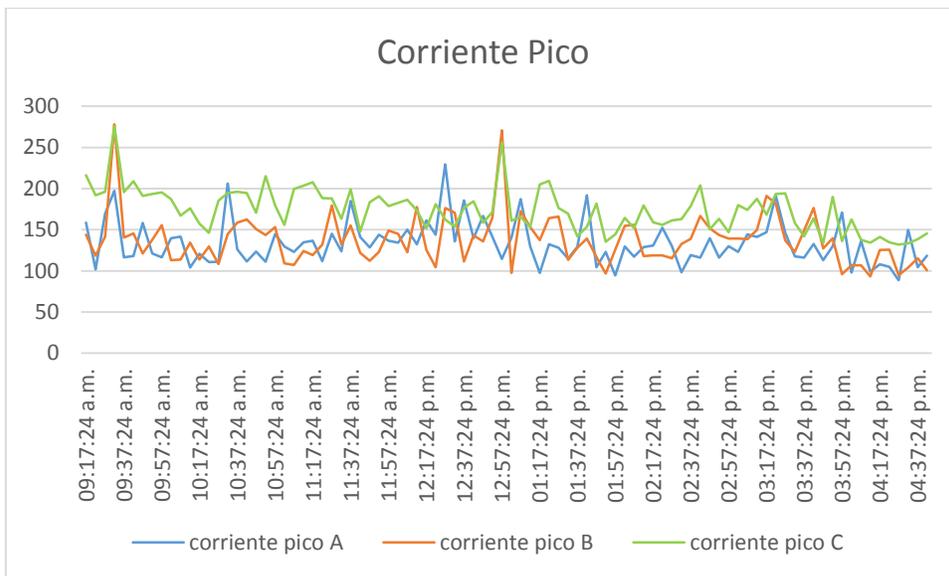
### 2.3.4 Corriente Neutro



Gráfica 31 Corriente del neutro del transformador food park

CORRIENTE	CORRIENTE DE NEUTRO
Corriente mínima	4.9744
Corriente promedio	12.9266
Corriente máxima	34

### 2.3.5 Corriente Pico

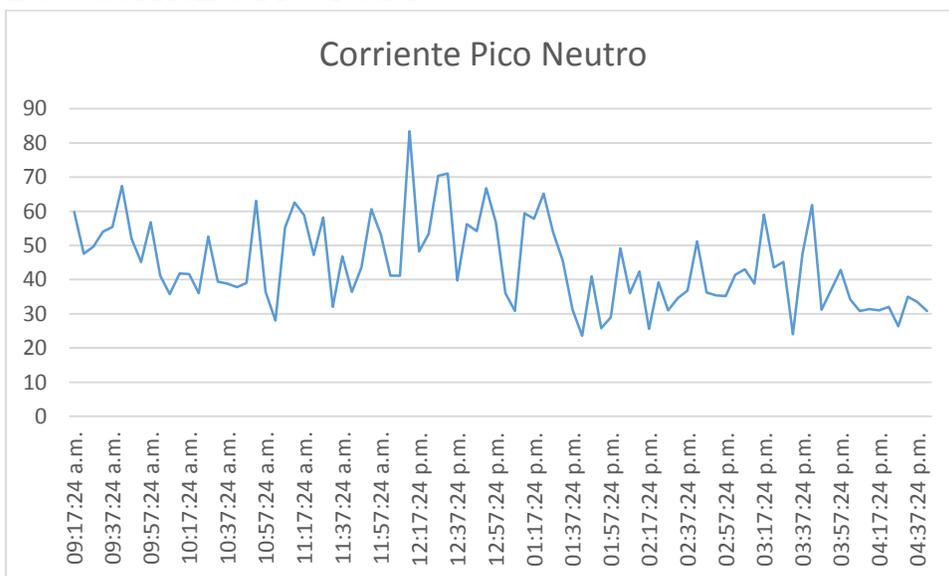


Gráfica 32 Corriente pico por fase del transformador food park

CORRIENTE	A	B	C	BALANCE
Corriente pico mínima	78.4155	74.8888	109.7133	17.5413%
Corriente pico promedio	94.0466	98.0466	132.1267	
Corriente pico máxima	229.4	278.2	275.8	

La medición de corriente pico muestra el desbalance de consumo con valor del 17.5413%, por encima del 5% normado por la IEEE 1100-1999.

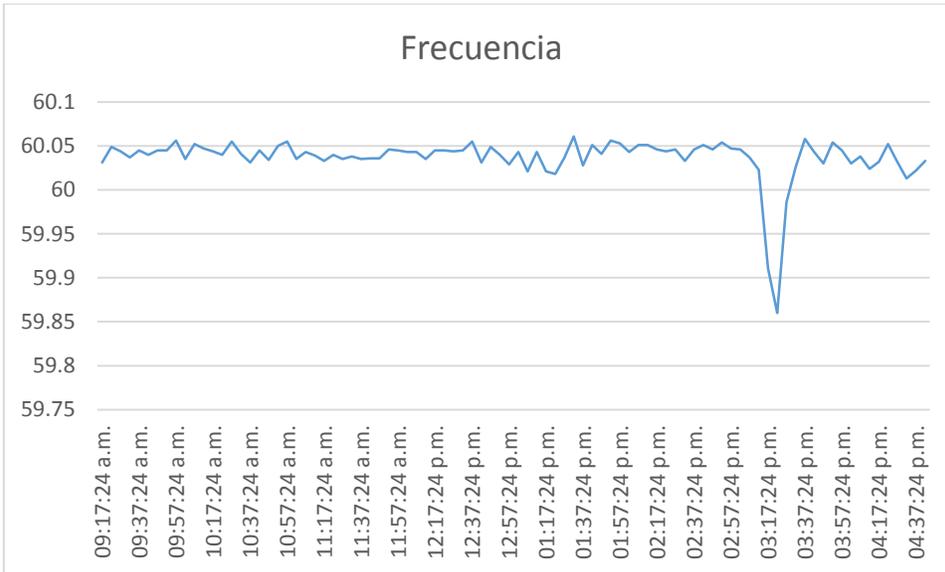
### 2.3.6 Corriente Pico Neutro



Gráfica 33 Corriente pico del neutro del transformador Food park

CORRIENTE	CORRIENTE PICO NEUTRO
Corriente mínima	9.2466
Corriente promedio	20.5422
Corriente máxima	83.4

### 2.3.7 Frecuencia

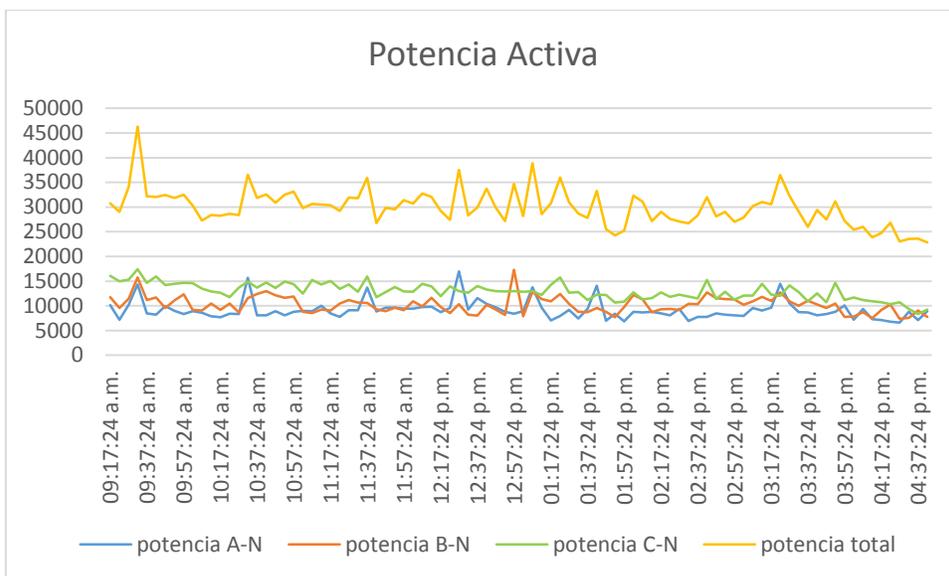


Gráfica 34 Frecuencia del transformador Food park

Frecuencia mínima	59.9517
Frecuencia promedio	59.9952
Frecuencia máxima	60.061

La medición de frecuencia demuestra que esta está dentro de los valores de la norma nacional que dictan  $\pm 1\%$  de variación del valor normado 60Hz.

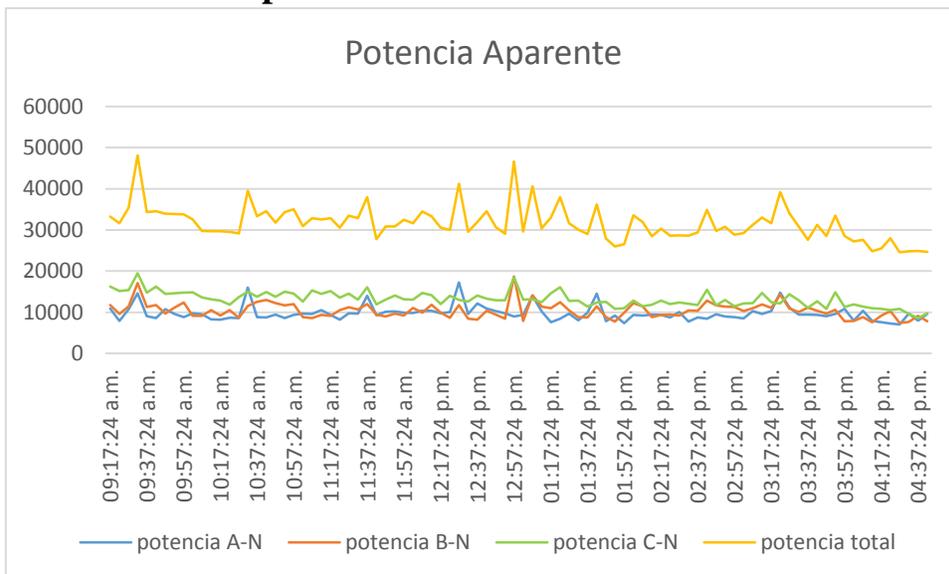
### 2.3.8 Potencia Activa



Gráfica 35 Potencia activa por fase del transformador food park

	A-N	B-N	C-N	TOTAL	BALANCE
Potencia mínima	5688.889	6007	8791.667	21781.67	34.6439%
Potencia promedio	6894.778	7890.33	10549.56	25335.33	
Potencia máxima	16990	17270	17420	46290	

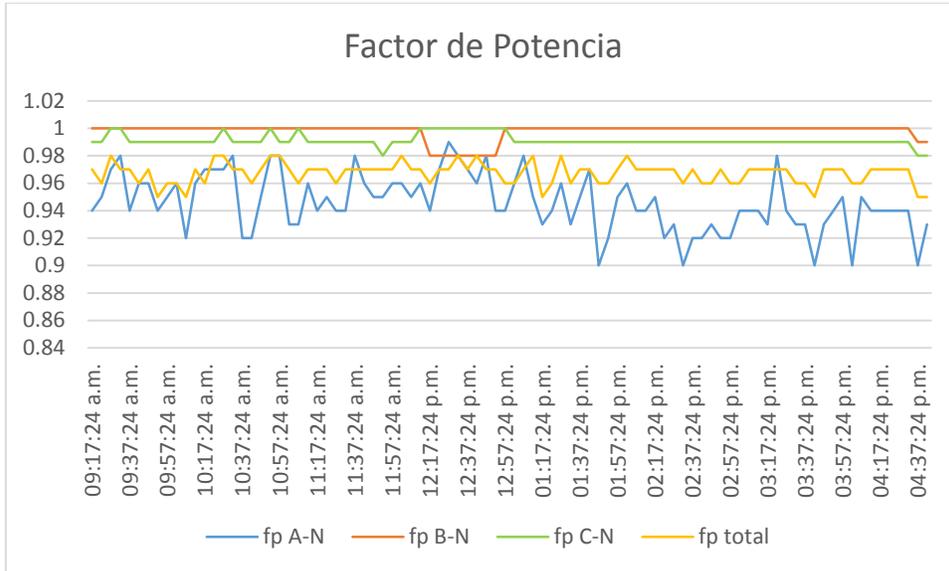
### 2.3.9 Potencia Aparente



Gráfica 36 Potencia aparente por fase del transformador Food park

	A-N	B-N	C-N	TOTAL
Potencia mínima	6409.667	6067.889	8946.889	23169.67
Potencia promedio	7554.889	7941.556	10707.11	26757.33
Potencia máxima	17220	18690	19450	48090

### 2.3.10 Factor de Potencia

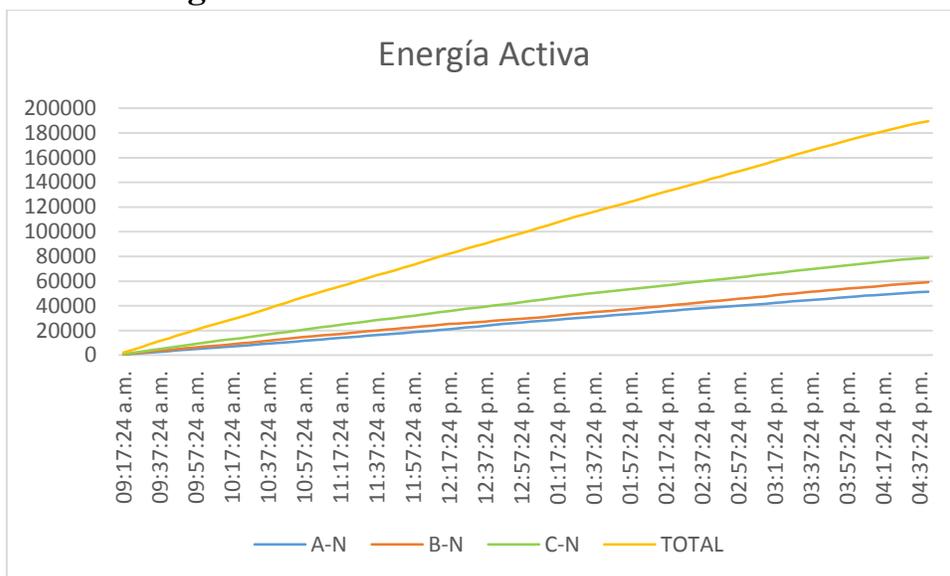


Gráfica 37 Factor de potencia del transformador Food park

	A-N	B-N	C-N	TOTAL
Fp mínimo	0.8768	0.967	0.9652	0.912
Fp promedio	0.9106	0.9942	0.9847	0.947
Fp máximo	0.99	1	1	0.98

Según la medición del factor de potencia total, este se mantuvo dentro del valor normado por la NCS de 0.90, en su medición máxima de 0.98, hay que tomar en cuenta las cargas en esta red.

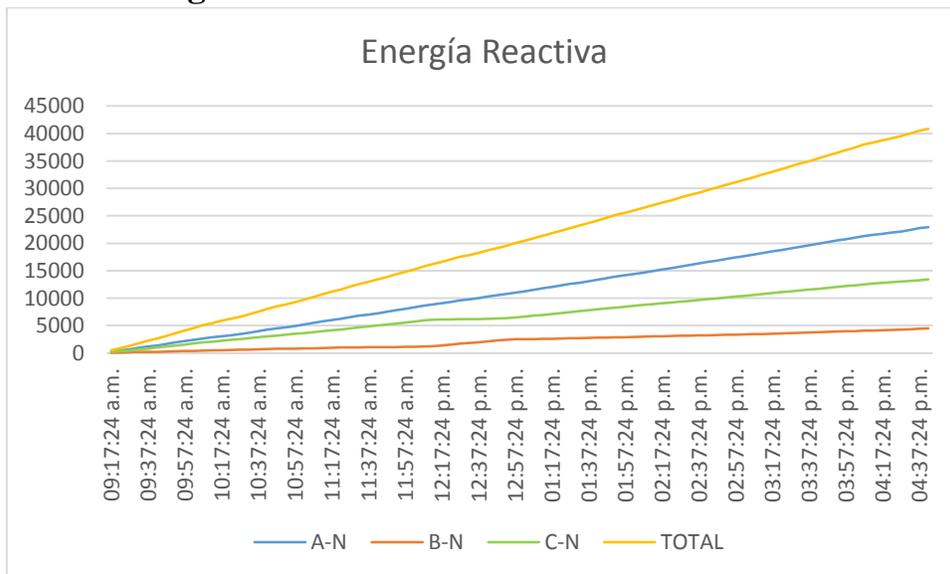
### 2.3.11 Energía Activa



Gráfica 38 Energía activa, transformador food park

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
30.314kW/h	728.70kW/h	189.463kW/h

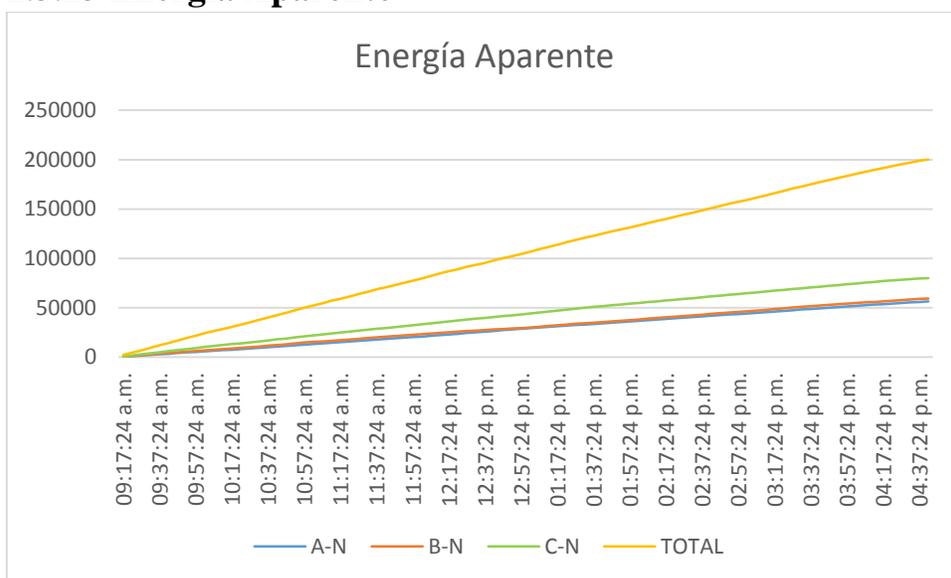
### 2.3.12 Energía Reactiva



Gráfica 39 Energía reactiva. Transformador Food park

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
6.54kVAR/h	157.215kVAR/h	40.876kVAR/h

## 2.3.13 Energía Aparente

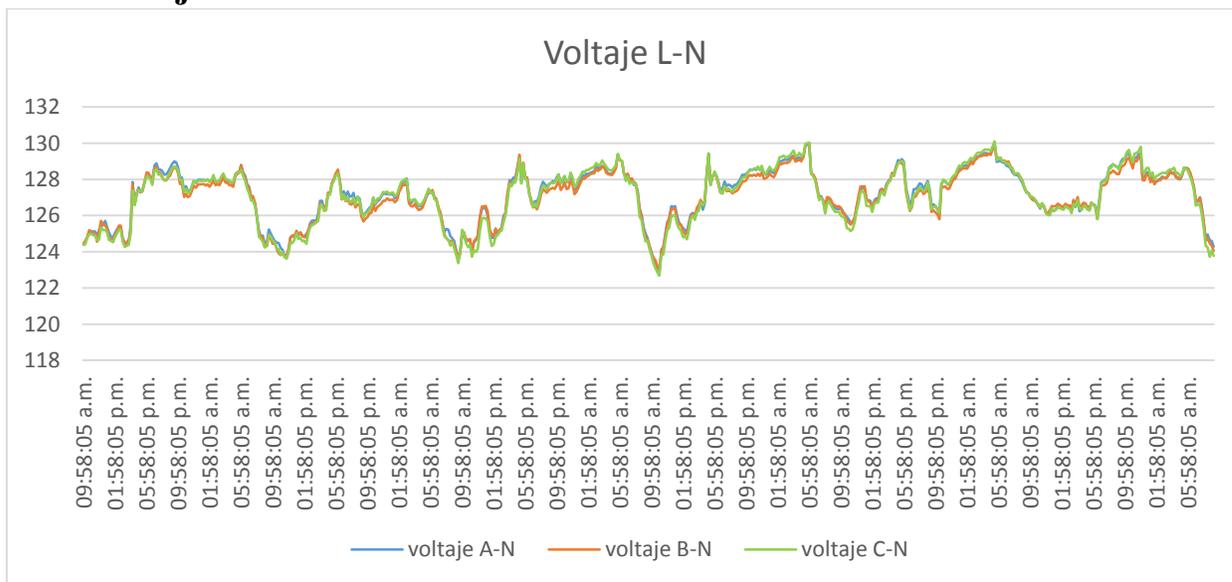


Gráfica 40 Energía aparente, transformador Food park

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
32.014kVA/h	769.58kVA/h	200.091kVA/h

## 2.4 TRANSFORMADOR RECTORIA

### 2.4.1 Voltaje L-N

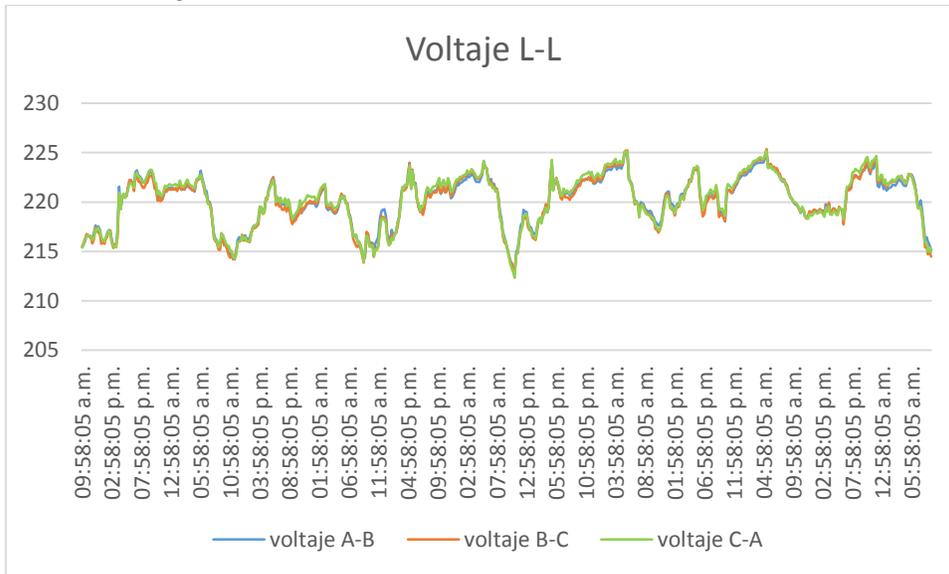


Gráfica 41 Voltaje de fase del transformador rectoría

VOLTAJE	A-N	B-N	C-N	BALANCE	VARIACION
Voltaje mínimo	125.8087	125.7814	125.6485	0.084%	±5.5324
Voltaje promedio	126.7053	126.6135	126.5981		
Voltaje máximo	129.94	130.02	130.11		

La medición de voltaje de fase a neutro es de 126.6389V promedio, con una variación que se encuentra dentro del límite  $\pm 8\%$  del valor nominal, según la normativa de calidad del servicio (NCS).

## 2.4.2 Voltaje L-L

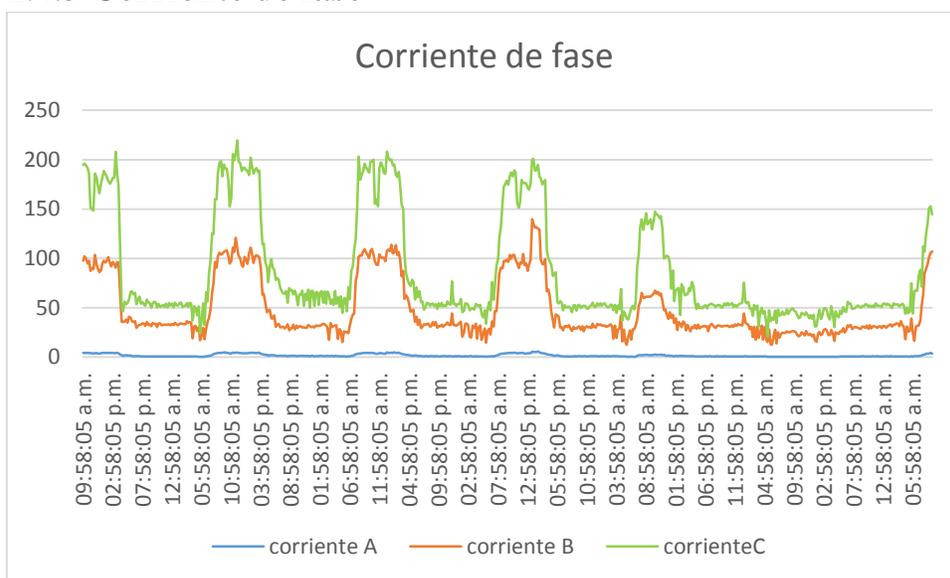


Gráfica 42 Voltaje de línea del transformador rectoría

VOLTAJE	A-B	B-C	C-A	BALANCE	VARIACION
Voltaje mínimo	217.9295	217.657	217.7846	0.0798%	±5.4542%
Voltaje promedio	219.3681	219.2458	219.421		
Voltaje máximo	225.07	225.38	225.22		

La medición de voltaje de fase a fase es de 219.3449V promedio, con una variación que se encuentra dentro del límite  $\pm 8\%$  del valor nominal, según la normativa de calidad del servicio (NCS).

### 2.4.3 Corriente de fase

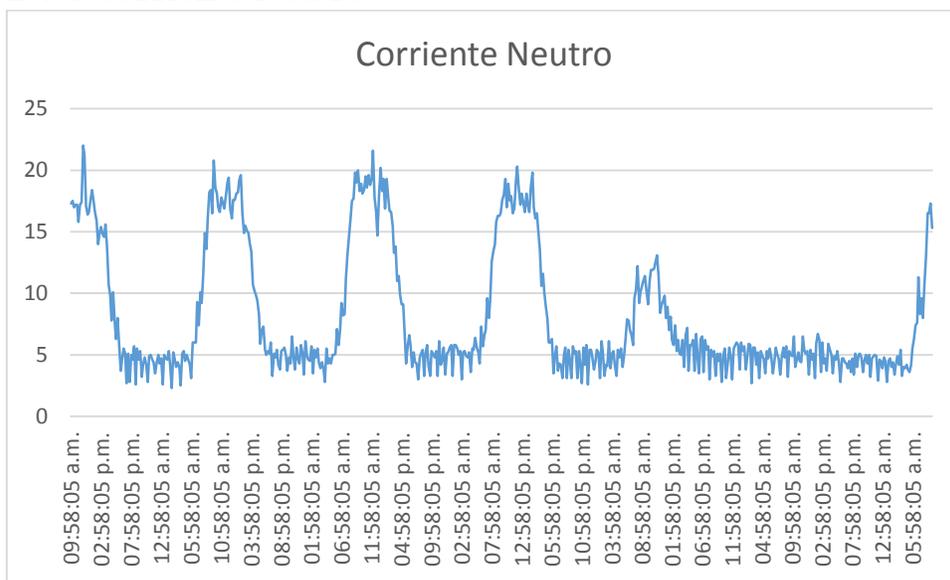


Gráfica 43 Corriente de fase del transformador rectoría

CORRIENTE	A	B	C	BALANCE
Corriente mínima	1.1181	29.8897	48.5134	97.3576%
Corriente promedio	1.3043	34.3977	56.6278	
Corriente máxima	5.8	139.7	219.5	

La medición de corriente muestra el desbalance de consumo con valor del 97.3576%, por encima del 5% normado por la IEEE 1100-1999.

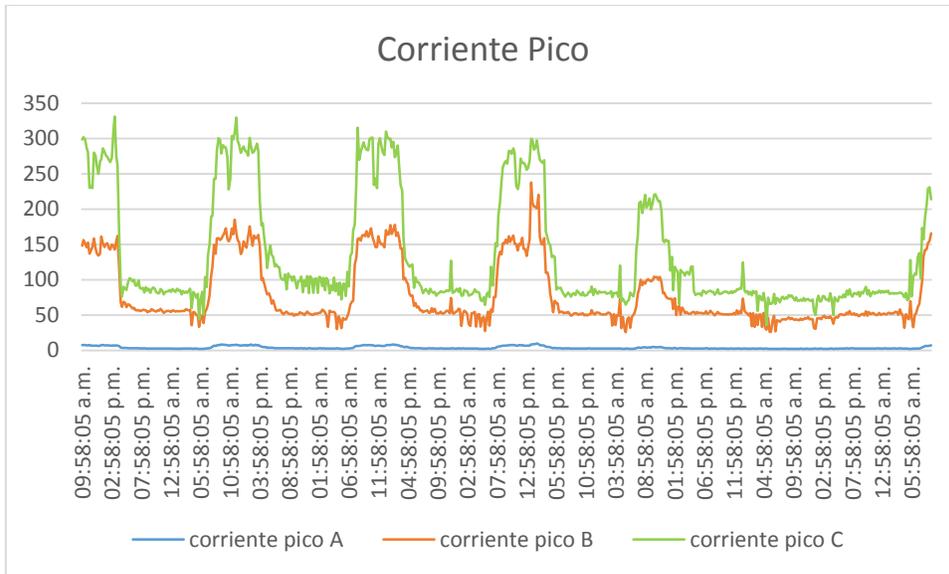
### 2.4.4 Corriente Neutro



Gráfica 44 Corriente del neutro del transformador rectoría

CORRIENTE	CORRIENTE DE NEUTRO
Corriente mínima	4.4433
Corriente promedio	5.5202
Corriente máxima	22

## 2.4.5 Corriente Pico

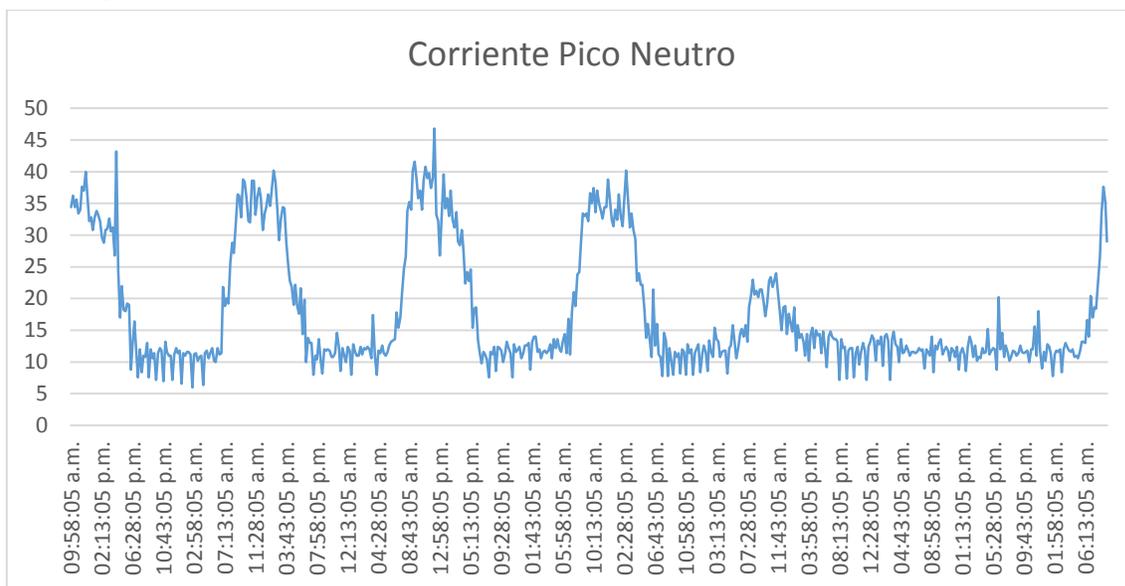


Gráfica 45 Corriente pico por fase del transformador rectoría

CORRIENTE	A	B	C	BALANCE
Corriente pico mínima	1.8996	47.6818	74.3128	97.1014%
Corriente pico promedio	2.4794	54.8048	85.9540	
Corriente pico máxima	9.6	237.8	331.2	

La medición de corriente muestra el desbalance de consumo con valor del 97.1014%, por encima del 5% normado por la IEEE 1100-1999.

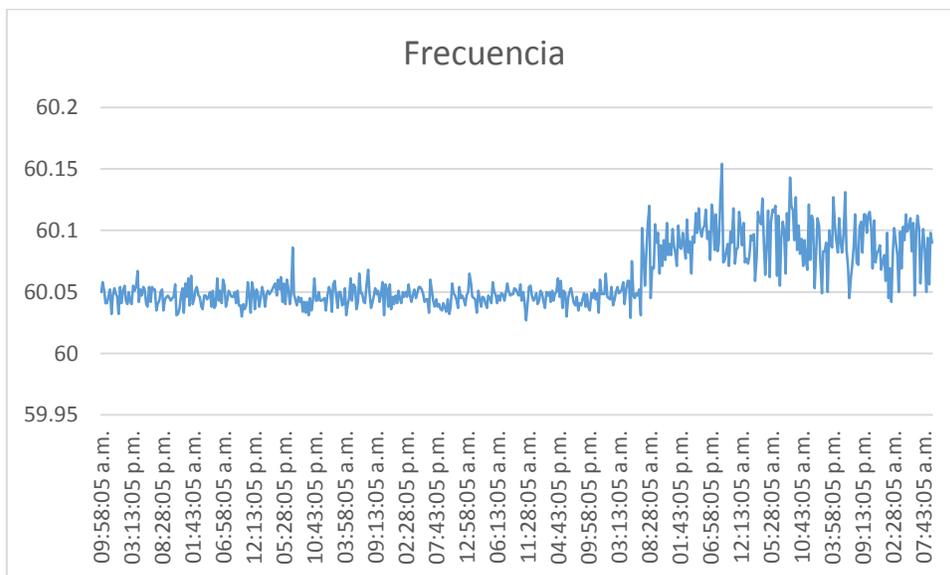
## 2.4.6 Corriente Pico Neutro



Gráfica 46 Corriente pico del neutro del transformador rectoría

CORRIENTE	CORRIENTE PICO NEUTRO
Corriente mínima	8.7972
Corriente promedio	11.0250
Corriente máxima	46.8

## 2.4.7 Frecuencia

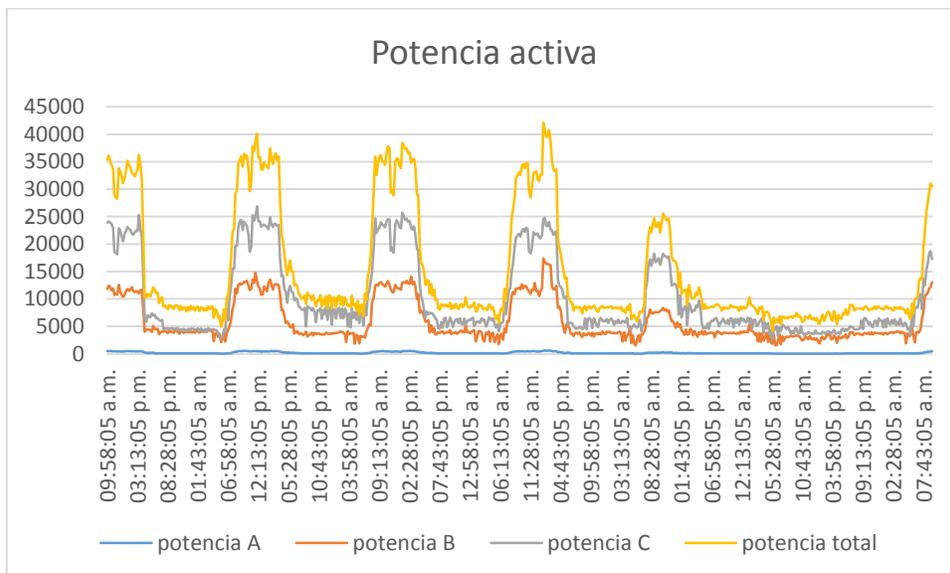


Gráfica 47 Frecuencia del transformador rectoría

Frecuencia mínima	59.9433
Frecuencia promedio	60.039
Frecuencia máxima	60.154

La medición de frecuencia demuestra que esta está dentro de los valores de la norma nacional que dictan  $\pm 1\%$  de variación del valor normado 60Hz.

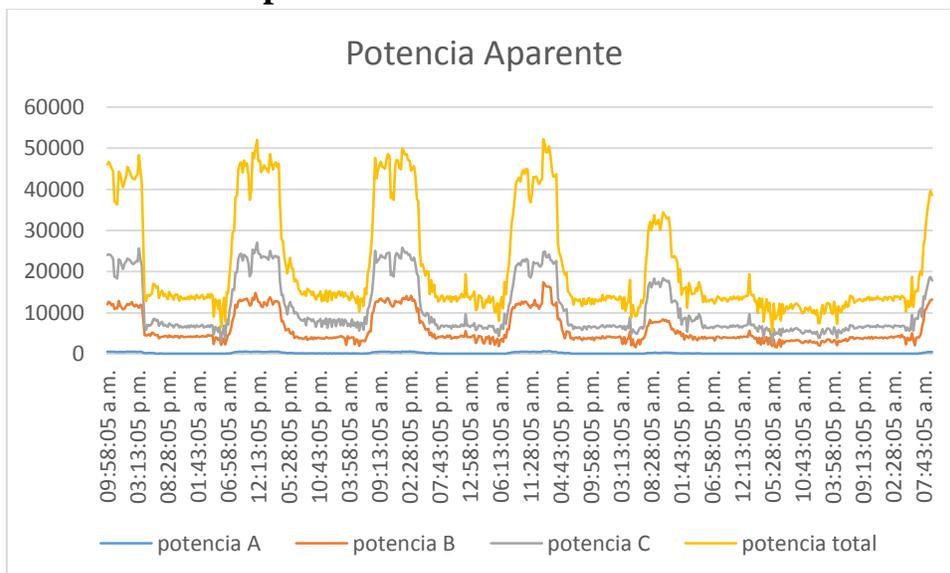
## 2.4.8 Potencia Activa



Gráfica 48 Potencia activa por fase del transformador rectoría

	A-N	B-N	C-N	TOTAL	BALANCE
Potencia mínima	112.7178	3567.787	6031.742	9868.85	97.99%
Potencia promedio	139.8955	4146.742	6995.61	11282.09	
Potencia máxima	650	17380	26860	42150	

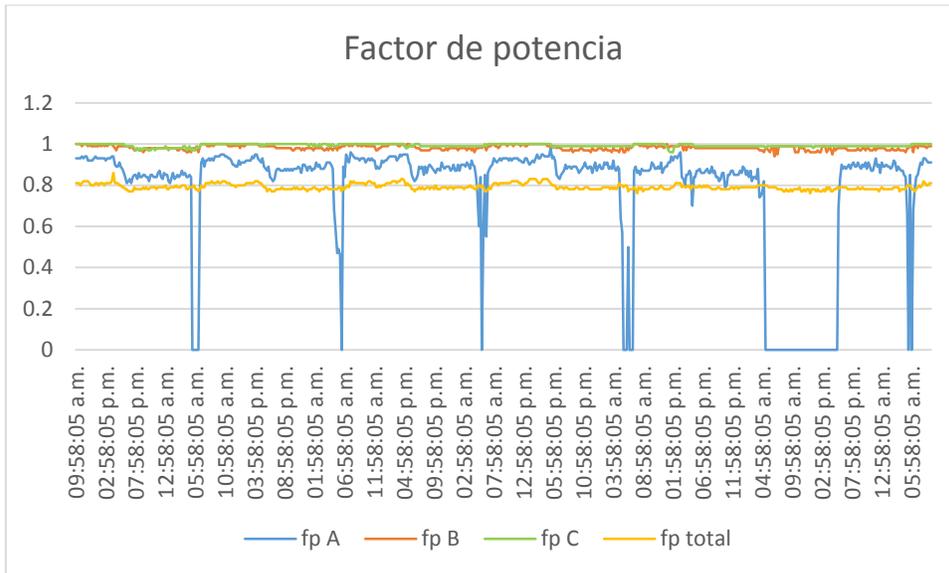
## 2.4.9 Potencia Aparente



Gráfica 49 Potencia aparente por fase del transformador rectoría

	A-N	B-N	C-N	TOTAL
Potencia mínima	140.453	3753.99	6088.554	12559.13
Potencia promedio	163.4843	4305.697	7080.505	14394.62
Potencia máxima	720	17390	27050	52230

### 2.4.10 Factor de Potencia

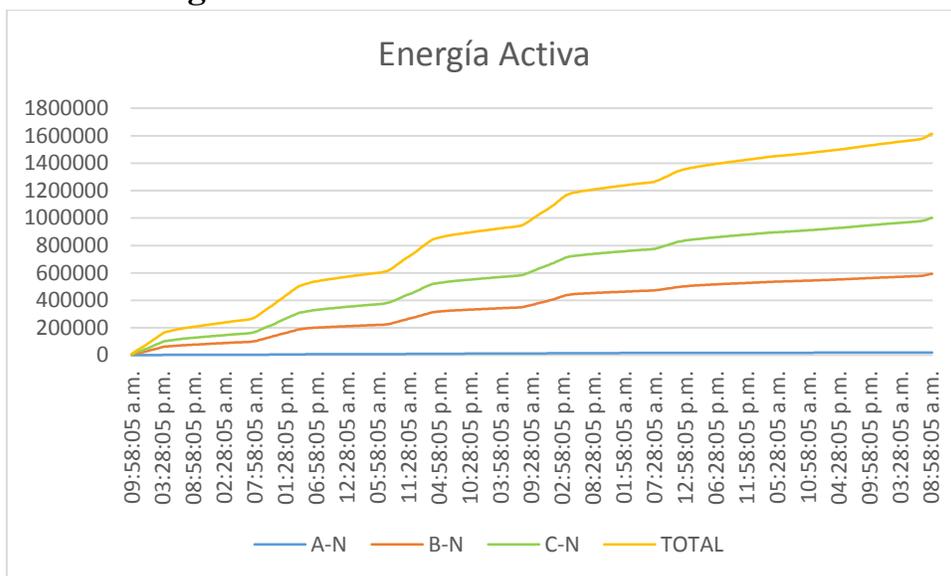


Gráfica 50 Factor de potencia del transformador rectoría

	A-N	B-N	C-N	TOTAL
Fp mínimo	0	0.8829	0.7713	0.6638
Fp promedio	0.709495	0.9523	0.9811	0.7727
Fp máximo	0.98	1	1	0.86

Según la medición del factor de potencia total, este se mantuvo muy por debajo del límite normado por la NCS de 0.85, en su medición máxima de 0.86, que está cerca del límite, hay que tomar en cuenta las cargas en esta red.

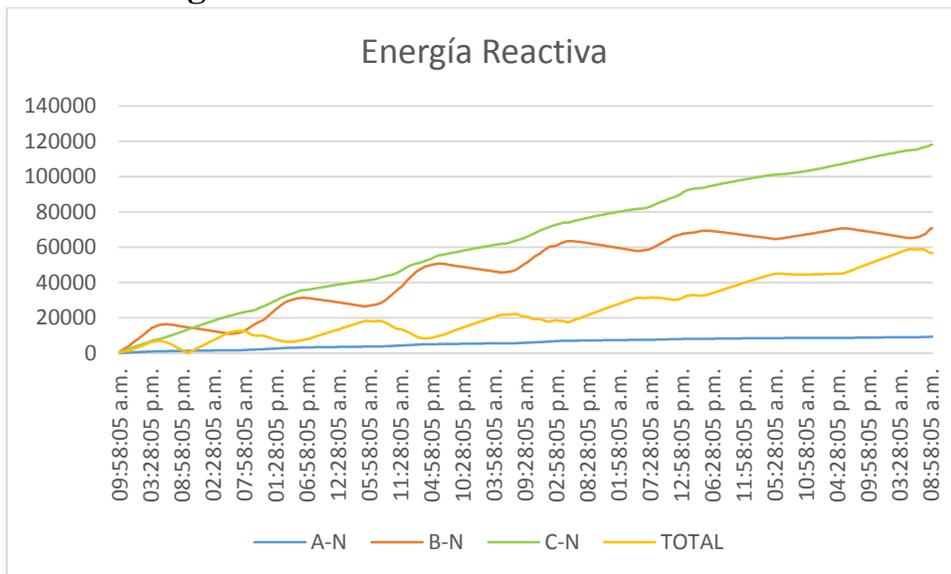
## 2.4.11 Energía Activa



Gráfica 51 Energía activa, transformador rectoría

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
11.257kW/h	270.588kW/h	1612.705kW/h

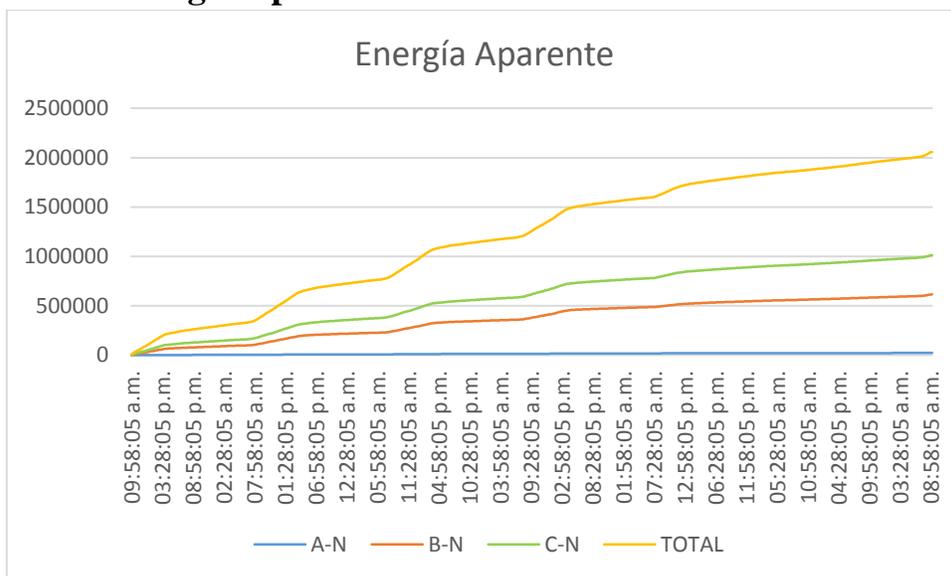
## 2.4.12 Energía Reactiva



Gráfica 52 Energía activa, transformador rectoría

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
0.396kVAR/h	9.519kVAR/h	56.734kVAR/h

## 2.4.13 Energía Aparente



Gráfica 53 Energía aparente, transformador rectoría

PROMEDIO POR HORA	PROMEDIO DIARIO	TOTAL
14.365kVA/h	345.27kVA/h	2057.814kVA/h

## CAPITULO III

### 3. ANALISIS DE MEDICIONES EN TRANSFORMADORES

Una vez medida las salidas de los cuatro transformadores del recinto universitario UCA, se logró obtener todas las variables eléctricas que facilitarían el estudio y análisis de las instalaciones eléctricas, formando parte del estudio de calidad de energía del sistema eléctrico.

Potencia activa (kW)				
	Trafo I	Trafo Nitlapan	Trafo Food park	Trafo Rectoría
Mínima	34.0027	38.0144	21.7816	9.86885
Promedio	36.5269	42.3775	25.3353	11.2820
Máxima	201.75	127.35	46.29	42.15

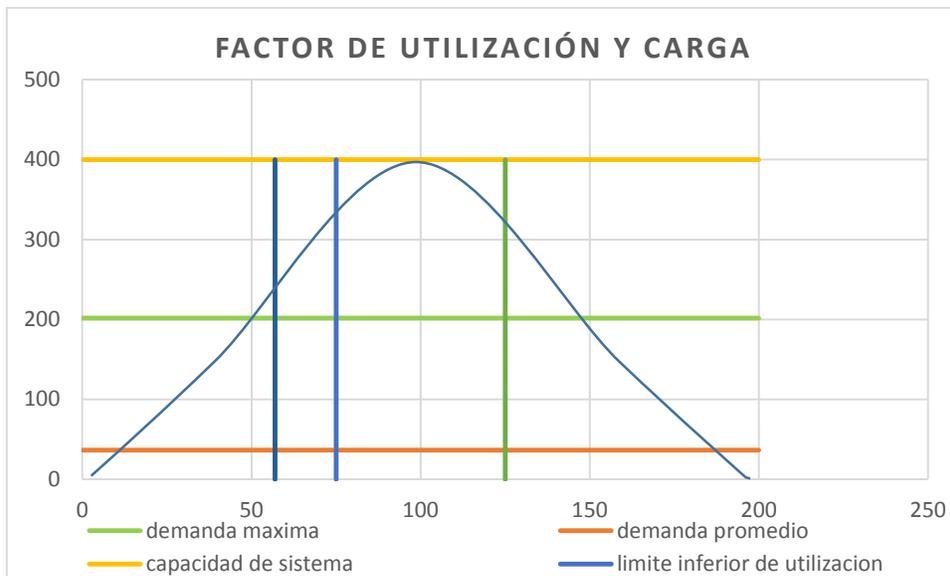
Promedio de voltaje, corriente y potencia					
	Voltaje de L-N	Voltaje de L-L	Corriente L	Potencia activa (kW)	Potencia aparente (KVA)
Transformador I	129.3	223.95	102.57	36.5269	38.50784
Transformador Nitlapan	126.2924	218.7446	115.7781	42.3775	43.79958
Transformador Food Park	121.5886	210.5397	72.40	25.3353	26.75733
Transformador Rectoría	126.6389	219.3449	30.7766	11.2820	14.39462

#### 3.1 TRANSFORMADOR I

$$Fc = \frac{Dm}{Dmax} = \frac{36.5269kW}{201.75kW} = 0.18$$

$$Fu = \frac{Dmax}{Cs} = \frac{201.75kW}{353.72kW} = 0.57$$

$$Fp = 0.3 * Fc + 0.7 * Fc^2 = (0.3 * 0.18) + (0.7 * 0.18^2) = 0.0766$$



Gráfica 54 Factor de utilización y carga del transformador I

El transformador I de 400kVA o 353.72kW, tiene una demanda promedio de 36.52kW y demanda máxima de 201.75 kW.

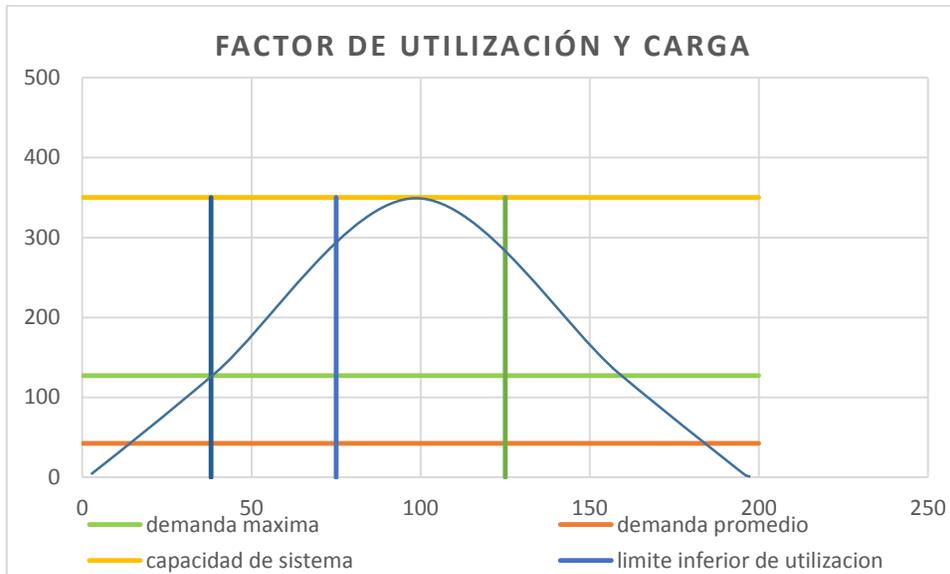
El factor de carga se determina con la demanda promedio al sistema y la demanda máxima al sistema, los valores medidos muestran que el 18%. El factor de utilización de este transformador está por debajo de límite mínimo (que es 75%) lo que demuestra que esta subutilizado.

### 3.2 TRANSFORMADOR NITLAPAN

$$Fc = \frac{Dm}{Dmax} = \frac{42.3775kW}{127.35kW} = 0.33$$

$$Fu = \frac{Dmax}{Cs} = \frac{127.35kW}{333.445kW} = 0.38$$

$$Fp = 0.3 * Fc + 0.7 * Fc^2 = (0.3 * 0.33) + (0.7 * 0.33^2) = 0.1752$$



Gráfica 55 Factor de utilización y carga del transformador Nitlapan

El transformador Nitlapan de 350kVA de capacidad o 333.44kW, tiene una demanda promedio de 42.37kW y demanda máxima de 127.35kW.

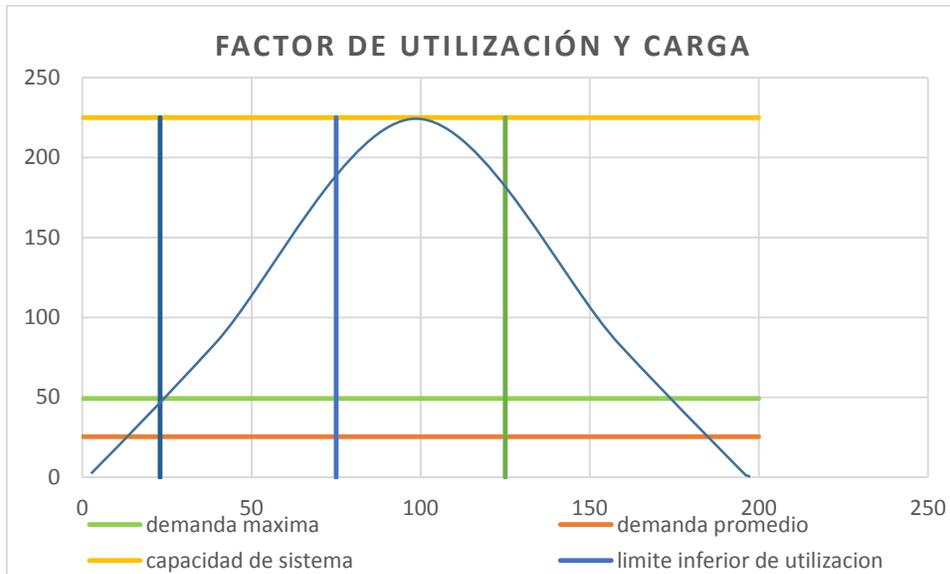
El factor de carga de este transformador es del 33%, su factor de utilización es del 38%, que demuestra una subutilización del mismo.

### 3.3 TRANSFORMADOR FOOD PARK

$$Fc = \frac{Dm}{Dmax} = \frac{25.3353kW}{49.29kW} = 0.51$$

$$Fu = \frac{Dmax}{Cs} = \frac{49.29kW}{213.075kW} = 0.23$$

$$Fp = 0.3 * Fc + 0.7 * Fc^2 = (0.3 * 0.51) + (0.7 * 0.51^2) = 0.3350$$



Gráfica 56 Factor de utilización y carga del transformador Food Park

El transformador Food Park con capacidad de 225kVA o 213.07kW, tiene una demanda promedio de 25.33kW y demanda máxima de 46.29kW.

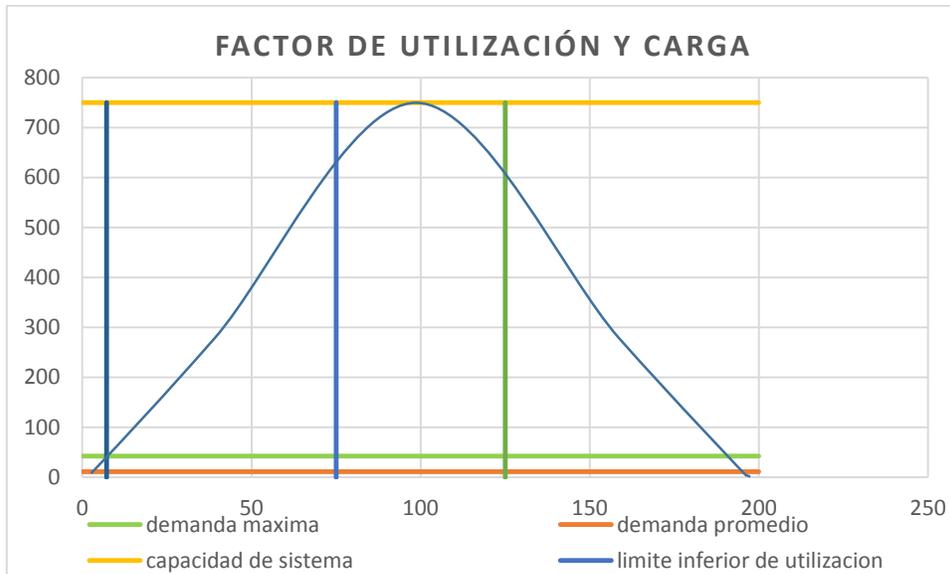
El factor de utilización de este transformador es apenas del 23%, un valor bastante bajo si lo comparamos con el 75% que es el límite mínimo de utilización.

### 3.4 TRANSFORMADOR RECTORÍA

$$Fc = \frac{Dm}{Dmax} = \frac{11.2828kW}{42.15kW} = 0.26$$

$$Fu = \frac{Dmax}{Cs} = \frac{42.15kW}{579.525kW} = 0.072$$

$$Fp = 0.3 * Fc + 0.7 * Fc^2 = (0.3 * 0.26) + (0.7 * 0.26^2) = 0.1253$$



Gráfica 57 Factor de utilización y carga del transformador Rectoría

La capacidad instalada en este subsistema es de 750kVA o 579.52kW, con una demanda promedio de 11.28kW y demanda máxima de 42.15kW.

Este transformador demuestra un nivel de subutilización abrupta, pues solamente se utiliza el 7% de su capacidad de carga.

A continuación, se detalla de manera general el resultado de los datos obtenidos en cuanto a factor de carga, utilización y pérdidas de los 4 transformadores estudiados.

Transformador	I	Nitlapan	Food park	Rectoría	Total
Demanda máxima kW	201.75	127.35	49.29	42.15	420.54
Demanda promedio kW	36.52	42.37	25.33	11.28	115.52
Capacidad del sistema kW	353.72	333.44	213.07	579.52	1479.76
Factor de carga	0.18	0.33	0.51	0.26	0.32
Factor de utilización	0.57	0.38	0.23	0.072	0.31
Factor de pérdidas	0.0766	0.1752	0.335	0.1253	0.178

Adicionalmente, el porcentaje de operación de la UCA, al momento de la medición fue del 26 %, por lo tanto, el valor total del factor de utilización (0.31), corresponde a ese porcentaje, en valores normales y tomando en cuenta que la UCA trabaje a su total capacidad, el valor de utilización sería de 0.86. De igual manera, no supera su 100% de utilización.

## CONCLUSIONES

Se logro hacer levantamiento técnico de las instalaciones eléctricas principales en baja tensión del recinto UCA, que evidencio áreas de oportunidades a mejora de los paneles principales y sub paneles. Adicionalmente, con la informacion obtenida se logro completar el diagrama unifilar.

Asimismo, el sistema electrico de baja tension, no logro cumplir con las normas estandares de instalacion, actualizacion de equipo y mantenimiento de los mismos, principalmente en los paneles principales, los cuales, la mayoria, se encontraban sin rotulacion y expuestos.

Cabe recalcar que las condiciones de las instalaciones de los transformadores, no permitieron que fuera posible la medición de los ocho transformadores del recinto, los cuales, forman parte del sistema electrico en baja tension, sin embargo, la investigacion fue realizada con las mediciones obtenidas de cuatro transformadores, tomandolos como muestra para la presentación de los resultados y analisis de la red electrica.

Con las mediciones obtenidas, se logro determinar que los transformadores están sobredimensionados y existe desbalance a la salida de los mismos. Adicionalmente, valores elevados en corriente de retornos, parametros electricos alterados y ausencia de red de tierra que brinde confiabilidad al sistema, lo cual indica un incumplimiento de las normas de calidad del servicio y el codigo de instalaciones electricas CIEN.

Se detalla plan de mejoramiento eléctrico de la red principal de baja tensión de acuerdo a los hallazgos en cada sector. Asimismo, se adjunta propuesta economica que logre optimizar el sistema.

## RECOMENDACIONES

### CELDA RECTORIA

#### Facilidades de mantenimiento y acceso.

Mejorar las instalaciones donde se encuentran los equipos y transformadores, lo que permitirá que los colaboradores ejecuten sus labores de forma eficiente y segura, el cual es de gran importancia para la actividad que realizan.

En el transformador de rectoría, se recomienda botar pared falsa que esta paralela al transformador, ya que la misma, complica cualquier actividad que se presente en el mismo.

Asimismo, revisar y auditar el estado de todos los componentes, propios de las instalaciones eléctricas, que están deterioradas, no cuentan con la debida rotulación ni leyenda y aquellos que presentan signos de oxidación y deterioro.

#### Tabla de Costo

Centro de carga	Recomendación	Costo unitario de materiales (\$)	Costo de mano de obra (\$)	Costo total de materiales (\$)	Tiempo de ejecución (días)
Transformador rectoría	Botar pared falsa	455	113.75	455	2
Interruptor principal rectoría	Instalar caja NEMA 3R	556	139	556	2
PRL rectoría	Adecuar canalización	180	90	390	1
PRL rectoría	Mantenimiento mediano y rotulación	0	550	0	1
<b>TOTAL</b>		1,191.00	892.75	1,401	

#### Aspectos eléctricos y de instalación

Debido al notorio deterioro de los componentes de instalación en varios sectores del sistema eléctrico, se recomienda, sustituir cada uno de los mismos, que garantice la confiabilidad del sistema y el pleno apego a las normas eléctricas.

## Tabla de costos

Centro de carga	Recomendación	Costo unitario de materiales (\$)	Costo de mano de obra (\$)	Costo total de materiales (\$)	Tiempo de ejecución (días)
Panel principal edificio E	Sustitución total de panel de distribución y breakers	970	242.5	970	4
Sub panel edificio E	Sustitución total del panel de distribución y breaker, eliminar caja 2*4	912	228	912	4
PRL edificio E	Sustitución total del PRL y sus MAINs	1,978	494.5	1,978	4
Panel principal informática	Sustitución total de la barra de conexión por un panel de distribución y breakers nuevos	912	228	912	4
Panel principal aula magna	Sustitución total del panel de distribución y sus breakers	970	242.5	970	4
<b>TOTAL</b>		5,742	1,435.5	5,742	

## CELDA NITLAPAN

### Facilidades de mantenimiento y acceso

En la Celda del transformador I, se recomienda desmontaje e instalación de panel nuevo con equipos de medición digital, que facilite la visibilidad de los valores eléctricos y, por ende, un diagnóstico en tiempo real del sistema.

De igual manera, en esta zona del estudio, se recomienda cambiar los paneles principales del Edificio I, ya que presentaron oxidación, ausencia de leyenda y código de colores, propios de las normas eléctricas.

## Tabla de Costos.

Centro de carga	Recomendación	Costo unitario de materiales (\$)	Costo de mano de obra (\$)	Costo total de materiales (\$)	Tiempo de ejecución (días)
Transformador I	Instalación de celda de MT nueva con sus acometidas	29,800	7,450	29,800	7
Celda del transformador I	Desmontaje e instalación de panel nuevo con equipos de medición digital	780	795	780	4
Panel secundario edificio I	Sustitución del panel de distribución y breakers	970	242.5	970	4
Panel principal edificio I	PRL nuevo con sus MAINs	1,978	494.5	1,978	4
Panel secundario edificio I	Sustitución total del panel y sus breakers	970	242.5	970	4
<b>TOTAL</b>		34,498	9,224.5	34,498	

### Aspectos eléctricos y de instalación

Sustituir la mayoría de los paneles secundarios localizados en el Edificio I y de igual manera los PRL que ya están oxidados y deteriorados, para que facilite una mejor confiabilidad en el sistema y las instalaciones, al momento de realizar mantenimientos periódicos. El contar con la actualización de los componentes eléctricos, permitirá conocer de forma segura, las conexiones y valores obtenidos en cualquier sistema de medición.

## Tabla de Costos

Centro de carga	Recomendación	Costo unitario de materiales (\$)	Costo de mano de obra (\$)	Costo total de materiales (\$)	Tiempo de ejecución (días)
Panel secundario edificio I	Sustitución total del panel y sus breakers	970	242.5	970	4
Panel secundario edificio I	Sustitución total del panel y sus breakers	970	242.5	970	4
Panel secundario edificio I	Sustitución total del panel y sus breakers	912	228	912	4
Panel principal edificio G	PRL nuevo con sus MAINs	1,978	494.5	1,978	4
Panel principal Nitlapan	PRL nuevo con sus MAINs	1,978	494.5	1,978	4
Panel secundario, mantenimiento	Sustitución total del panel y sus breakers, construcción de caseta	1,392	348	1,392	4
Total		8,200	2,050	8,200	24

## CELDA CIENCIAS ECONOMICAS

### Facilidades de mantenimiento y acceso

Diagnosticar perfectamente la capacidad del transformador, ubicado en este sector, se sabe que se han hecho esfuerzos de parte de las autoridades, sin embargo, aún no se sabe con certeza su capacidad e impide el correcto mantenimiento que se le debe dar al mismo, asimismo la carga que se le asignara.

De igual manera, realizar mantenimiento correctivo al PRL de ciencias económicas, que facilite la rotulación y actualización de leyenda del mismo, ya que eso permitirá, un mejor control y conocimiento de las conexiones e instalaciones.

## Tabla de Costos

Centro de carga	Observaciones	Recomendación	Costo unitario de materiales (€)	Costo de mano de obra (\$)	Costo total de materiales (\$)	Tiempo de ejecución (días)
Sub panel edificio ciencias económicas	Panel eléctrico sin tapa ni leyenda	Sustitución total del panel y sus breakers	970	242.5	970	4
Transformador ciencias económicas	Transformador sin placa	Diagnostico por ENATREL la capacidad del transformador	0	1,800	0	1
PRL ciencias económicas	PRL sin leyenda	Mantenimiento mediano y rotulación	0	560	0	1
Interruptor principal edificio R	Se encuentra ubicado sobre un perlín	PRL nuevo con su MAIN	1,617	404.25	1,617	4
<b>TOTAL</b>			<b>2,587</b>	<b>3,006.75</b>	<b>2,587</b>	<b>10</b>

### Aspectos eléctricos y de instalación

Sustituir los paneles y PRL de las instalaciones de este sector, asimismo, un diseño total y amplio del sistema de baja tensión del recinto, ya que no cuentan con los planos eléctricos ni de planta que facilite el conocimiento y recorrido de las instalaciones, sus cargas y distribuciones de las mismas.

Centro de carga	Recomendación	Costo unitario de materiales (\$)	Costo de mano obra (\$)	Costo total de materiales (\$)	Tiempo de ejecución (días)
Sub panel CIDEA	Sustitución del panel y breakers	970	242.5	970	4
Sub panel edificio R	Sustitución total del panel y sus breakers	912	228	912	4
Interruptor principal CIDEA	PRL nuevo con su MAIN	1,617	404.25	1,617	4
Diseño de BT actual de la UCA	Diseño actual de BT de la uca, incluye plano de planta, cuadros de carga, detalles y memoria técnica	0	65200	0	60
<b>TOTAL</b>		3,499	66,074.75	3,499	72

### Tabla de Costos

Cabe notar que estas cotizaciones corresponden a la información brindada por SINSA y sus precios para cada componente, asimismo instalación de los mismos. A continuación, se presenta la tabla de costos total, tomando en cuenta todos los valores, anteriormente reflejados.

Centro de Carga	Costo unitario de materiales (\$)	Costo de mano obra (\$)	Costo total de materiales (\$)	Tiempo de Ejecución (Días)
Celda Rectoria	7,143	2,417.5	7,143	26
Celda Nitlapan	42,698	11,274.5	42,698	47
Celda Ciencias economicas	6,086	69,081.5	6,086	82
Total	55,927	82,773.5	55,927	155
Total Final	138,611.25			

Tomando en cuenta las recomendaciones, el valor de la inversión inicial para mejorar parte del sistema de baja tensión que comprende desde el diseño de BT hasta cambio de celdas y paneles principales así como subpaneles es de \$138,611.25. En una proyección a cinco años, los costos del mantenimiento se reducirán un 20%, únicamente se destinará un 5% a mantenimiento preventivo. De igual manera, se espera reducir las pérdidas en estos puntos de mejora, suponiendo que traerá un ahorro del 1% sobre la facturación energética.

EVALUACIÓN FINANCIERA						
DESCRIPCION	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
Inversión en mejoras del sistema eléctrico de baja tensión	\$138,611.25					
Costos de operación y mantenimiento		\$6,930.56	\$7,277.09	\$7,640.9	\$8,022.99	\$8,424.14
INGRESOS OBTENIDOS		\$49,855.03	\$59,826	\$71,791	\$86,149	\$103,379
FLUJO NETO	<b>-\$138,611.25</b>	\$42,924.4	\$52,548.9	\$64,150.3	\$78,126.5	\$94,955.2
TASA DE AMORTIZACION	<b>30%</b>					
VAN	\$7,629.14					
TIR	<b>32%</b>					

Asimismo, la UCA planea construir y expandir sus instalaciones, por lo cual, se recomienda que utilice alimentación por parte del sistema o transformadores que están en la red, ya que estos, no están sobrecargados ni sobrepasan su 100% de utilización.

## ANEXOS



*Ilustración 1 Transformador de Rectoría, se aprecia que la puerta del mismo no abre a su totalidad*



*Ilustración 2 Transformador de rectoría, frente al mismo se encuentra una pared*



*Ilustración 3 breaker principal de rectoría se encuentra a la intemperie*



*Ilustración 4 acometida mal elaborada*



Ilustración 5 PRL de rectoría sin leyenda



Ilustración 6 panel principal edificio E, muestra oxidación y heces de roedores



Ilustración 7 Panel principal del edificio E, con salidas de espera al lado



Ilustración 8 PRL del edificio E, con oxidación y heces de roedores



Ilustración 9 panel principal de informática



Ilustración 10 panel aula magna, oxidado y obsoleto



Ilustración 11 cuchillas de transferencia del transformador I



Ilustración 12 sistema de media tensión en transformador I



Ilustración 13 CELDA DEL TRANSFORMADOR I

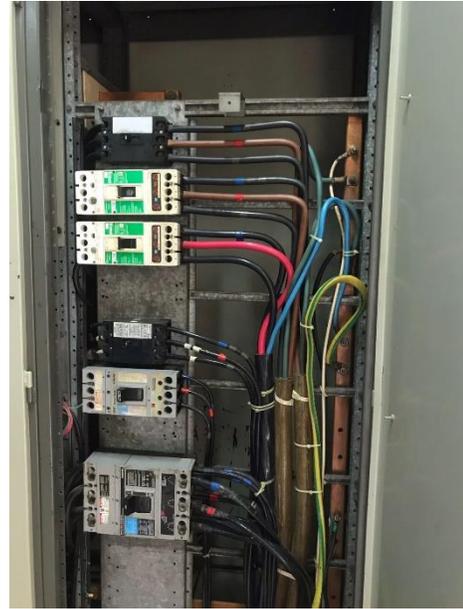


Ilustración 15 Panel principal I



Ilustración 14 panel secundario edificio I



Ilustración 16 panel secundario edificio I



*Ilustración17 panel eléctrico edificio I, antiguo y sin leyenda*



*Ilustración 18 panel eléctrico edificio I, muy oxidado*



*Ilustración19 panel edificio I*



Ilustración 20 panel principal edificio G



Ilustración 22 panel eléctrico de mantenimiento, ubicado a la intemperie



Ilustración 21 panel principal edificio nitlapan



Ilustración 23 panel eléctrico de ciencias económicas, sin tapa ni leyenda



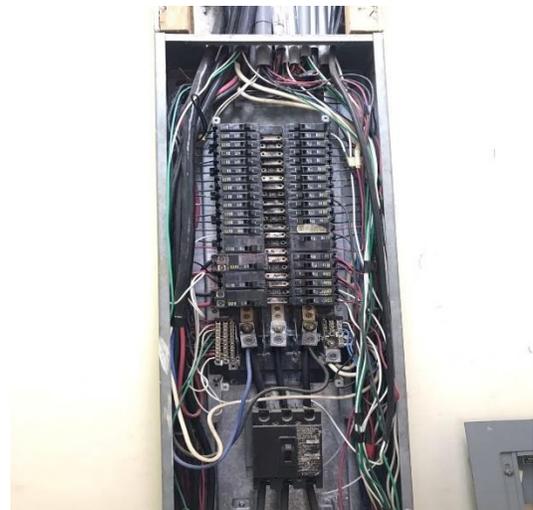
*Ilustración 24 transformador de ciencias económicas, sin placa*



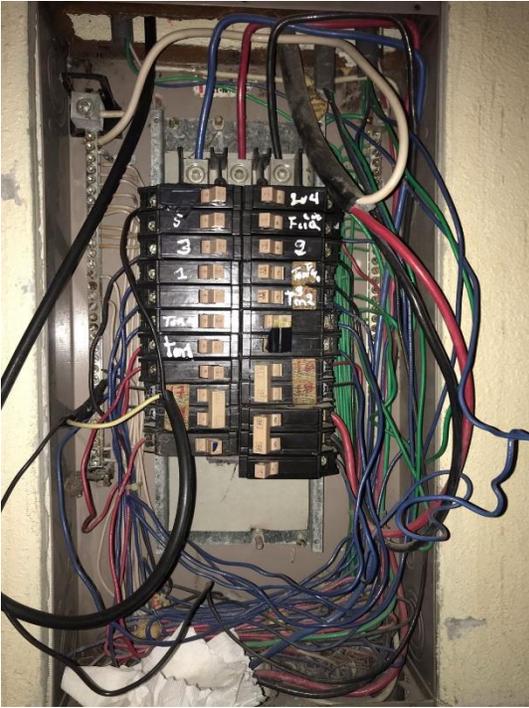
*Ilustración 25 panel principal de ciencias económicas*



*Ilustración 26 interruptor principal de CIDIA, colocado sobre un perlin sin tapa*



*Ilustración 27 panel eléctrico de edificio CIDIA*



*Ilustración 28 panel del edificio R, sin tapa y un papel dentro de él*

## Certificado de Calibración

Doc: ELV-CST-MT-01-A2 V3

Certificado # CC-SST-15732-ED

<b>Cliente:</b>	SILVA INTERNACIONAL S.A.	<b>Fecha de Calibración:</b>	10/07/2019
<b>Dirección:</b>	Altamira Este, Calle Principal, Managua, Nicaragua	<b>Fecha Sugerida de</b>	(d/m/a)
<b>Instrumento:</b>	POWER QUALITY AND ENERGY ANALYZER	<b>Expiración:</b>	10/07/2021
<b>Marca :</b>	FLUKE CORP.		(d/m/a)
<b>Modelo:</b>	435 SERIES II	<b>Datos:</b>	Como Encontrado-Dejado
<b>Número de Serie:</b>	30763113	<b>Condición:</b>	Dentro de Especificaciones
<b>Número de Activo:</b>	13563	<b>Técnico de Calibración:</b>	Renato Pravia
		<b>Lugar de Calibración:</b>	CST, Elvatron S.A.
<b>Método de Cal.:</b>	Comparación Directa	<b>Temperatura:</b>	22.55°C
<b>Procedimiento:</b>	ELV-CST-PT-C-01 Cal. Variables Eléctricas.	<b>Humedad Relativa:</b>	42.3 %
<b>Proc. MET/CAL:</b>	Fluke 435-II (1 year) CAL VER RS-232 /5520	<b>Presión Barométrica:</b>	N/A

### Patrones Utilizados en la Calibración :

# Activo	Descripción	Fecha Calibración	Fecha Expiración
CSTE-0075	MULTI-PRODUCT CALIBRATOR, FLUKE CORP. 5522A s/n 3282901	14/11/2018	14/11/2019

Las incertidumbres de las mediciones dadas son calculadas con un factor de cobertura de 2 (K=2), para un nivel de confianza de aproximadamente un 95%. Los resultados reportados son válidos solo al momento que dichas pruebas se efectuaron. Los patrones utilizados en esta calibración son trazables al SI a través del NIST y / u otros Institutos Nacionales de Metrología (INM's) firmantes del acuerdo de reconocimiento mutuo del Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM-MRA).

### Comentarios y Notas:

A solicitud del cliente, se establece el intervalo de calibración en 2 años.

El programa de calibración y los patrones utilizados cumplen con los requerimientos de ANSI Z-540 y de ISO/IEC 17025:2005. Este Certificado de Calibración no debe ser reproducido excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Elvatron S.A.



Renato Pravia  
Técnico de Calibración



Oscar Sibaja Seravalli  
Supervisor CST

## **Bibliografía**

1. Creswell, John (2009). RESEARCH DESIGN Qualitative, quantitative and mixed method approaches. Estados Unidos. SAGE.
2. Enriquez Harper, Gilberto (2004). El ABC de la calidad de la energía. México. Editorial limusa.
3. Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos, Baptista Lucio, Pilar (2010). Metodología de la investigación. México. McGraw-Hill

## **Webgrafía**

1. Arcila, José Dariel (2014). Armónicos en sistemas eléctricos. Ingeniería especializada S.A. recuperado de:  
[http://ingenieros.es/files/proyectos/Armonicos\\_en\\_sistemas\\_electricos.pdf](http://ingenieros.es/files/proyectos/Armonicos_en_sistemas_electricos.pdf)
2. Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica. Leyes. Recuperado de:  
<https://www.enatrel.gob.ni/leyes/>
3. International electrotechnical comision (2018), normativas. Recuperado de:  
<https://webstore.iec.ch>
4. Institute of Electrical and Electronics Engineers (2019), normativas. Recuperado de:  
<https://www.ieee.org/>

5. Instituto Nicaragüense de energía. Normativa de calidad del servicio (resolución 016-INE-1999). Recuperado de: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/nic98773.pdf>
6. Instituto Nicaragüense de Energía. Indicadores de calidad del suministro. Recuperado de: <https://www.ine.gob.ni/index.php/electricidad/indicadores-de-calidad-del-suministro/>
7. Ministerio de Energía y Minas. Electricidad y recursos naturales. Recuperado de: [http://www.mem.gob.ni/?page\\_id=773](http://www.mem.gob.ni/?page_id=773)
8. Ministerio de Energía y Minas. (2001) Normativa del servicio eléctrico (resolución n° 006-2000). Recuperado de: <http://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2017/05/9-resolucion-006-2000-normativa-de-servicio-electrico.pdf>
9. Piaz Ramírez, Jaime Jesús & Acosta Angulo Jessy Alexandra (2017). Auditora eléctrica en las instalaciones de Agro Sacos SA ubicada en el km 13 carretera nueva a León, municipio de Ciudad Sandino, Managua. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua. Recuperado de: <http://ribuni.uni.edu.ni/1697/1/91321.pdf>
10. Ramírez Izaga, Jorge Luis (2005). Procedimientos para realizar auditorías eléctricas (tesis de pregrado), caso: ONG planinternacional. Universidad de Piura, Perú. Recuperado de: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1444/IDP\\_IME\\_025.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1444/IDP_IME_025.pdf)
11. Ramírez Téllez, Eugenio (2012). Distorsión Armónica. AP&C S.A de C.V. Recuperado de: <https://agngroup.net/papers/Distorsion%20Armonica.pdf>

12. Reglamento técnico de instalaciones eléctricas de Colombia. Instructivo de levantamiento de instalaciones eléctricas. Recuperado de: <https://vdocuments.mx/itee-00105-instructivo-de-levantamiento-de-instalaciones-electricas.html>
13. Salcedo, Carlos Felipe (2015). Ahorro de energía y mejora de calidad de energía corrigiendo el factor de potencia. Schneider-electric. Recuperado de: [https://d35wpiwwda7ism.cloudfront.net/sites/www.voltimum.com.co/files/pdflibrar\\_y/ahorro\\_de\\_energia\\_schneider.pdf](https://d35wpiwwda7ism.cloudfront.net/sites/www.voltimum.com.co/files/pdflibrar_y/ahorro_de_energia_schneider.pdf)
14. Servicio de información mesoamericano sobre agricultura sostenible (2008). Sistema productivo energía. Recuperado de: [http://simas.org.ni/media/Sistema\\_Productivo\\_Energia.pdf](http://simas.org.ni/media/Sistema_Productivo_Energia.pdf)
15. Tejada Llamas, Andrés (2012). Efecto de las armónicas en los sistemas eléctricos. Instituto tecnológico de estudios superiores de Monterrey. Recuperado de: <http://docplayer.es/18995126-Efectos-de-las-armonic-as-en-los-sistemas-electricos-a-tejada-a-llamas-1.html>
16. Universidad Nacional Autónoma de México, calidad de la energía. Recuperado de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/288/5/A5.pdf>
17. Usunáriz, Ignacio. Calidad Eléctrica. FLUKE Power Quality. Recuperado de: [http://www.isotest.es/web/Soporte/fluke/notas\\_aplicacion/Normas\\_PQ.pdf](http://www.isotest.es/web/Soporte/fluke/notas_aplicacion/Normas_PQ.pdf)
18. Vintimilla Cordova, Elizabeth Veronica & Paladines Eras Paúl Isidro (2012).

Auditoría eléctrica a la fábrica de cartones nacionales cartopel (tesis de pregrado).  
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Recuperado de:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1924/12/UPS-CT002358.pdf>

19. Wikipedia (2020). Sector eléctrico en Nicaragua. Recuperado de:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Sector\\_el%C3%A9ctrico\\_en\\_Nicaragua](https://es.wikipedia.org/wiki/Sector_el%C3%A9ctrico_en_Nicaragua)

20. Zapata López, Arturo (2015). Levantamiento y diagnóstico de la instalación eléctrica

del edificio de posgrado de la facultad química (tesis de pregrado). Universidad

Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de:

[http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7554/  
Tesis.pdf?sequence=3](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7554/Tesis.pdf?sequence=3)