



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA
EMPRESA LUBRICADORA UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
Ingeniero Industrial

Autor

Bravo Céspedes David Alejandro

Tutor

Ing. Segura D`Rouville Juan Joel MSc.

QUITO – ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, David Alejandro Bravo Céspedes, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “**MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA EMPRESA LUBRICADORA UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO**”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UI).

Los usuarios del RDI-UI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 6 días del mes de abril de 2023, firmo conforme:

Autor: Bravo Céspedes David Alejandro

Firma: 

Número de Cédula: 1719855874

Dirección: Pichincha, Quito, San Antonio, Virgen del Pilar.

Correo Electrónico: dbravo4@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0997992534

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA EMPRESA LUBRICADORA UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO” presentado por David Alejandro Bravo Céspedes, para optar por el Título de Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 06 de abril de 2023

TUTOR

.....
Ing. Segura D`Rouville Juan Joel MSc.

C. I. 1756974968

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 06 de abril de 2023

A handwritten signature in black ink, reading "DAVID BRAVO". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

.....

Bravo Céspedes David Alejandro

C. I. 1719855874

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA EMPRESA LUBRICADORA UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 06 de abril de 2023

.....

Ing. Fabián Alberto Sarmiento Msc.

LECTOR

.....

Ing. Blanca Liliana Topón Msc.

LECTOR

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi madre Eugenia, la cual es un modelo a seguir para la culminación de este logro importante para mi vida personal y profesional.

Siempre estuvo ahí, para apoyarme en todos los aspectos de la vida y, a toda mi familia por estar pendiente de mí para brindarme su apoyo, sólo les digo GRACIAS.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a mi madre Eugenia que siempre me guió por el camino del bien y, a su vez me enseñó los valores necesarios para poder culminar este proyecto de vida.

A mi familia que siempre me dio su apoyo incondicional para poder culminar esta meta.

A los docentes que fueron un apoyo y, que impartieron sus enseñanzas para que yo pueda crecer tanto personal como profesionalmente.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	16
MARCO TEÓRICO.....	18
ANTECEDENTES.....	29
JUSTIFICACIÓN	30
OBJETIVOS	31
OBJETIVO GENERAL	31
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	32
ÁREA DE ESTUDIO.....	38
MODELO OPERATIVO.....	39

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.....	42
DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO.....	42
RESULTADOS ESPERADOS.....	82
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	83
ANÁLISIS DE COSTOS.....	84

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	95
Anexo A: Reporte de Calidad Energética.....	95
Anexo B: Facturas de pago de luz del año 2022.....	102
Anexo C: Cotización del transformador de 112,5 kVA y banco condensador.....	114
Anexo D: Placas chapas de los equipos eléctricos.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Tipos de transformadores	20
Tabla No. 2 Tipos de potencias	27
Tabla No. 3 Variables planteadas en la investigación	35
Tabla No. 4 Factor potencia del transformador de la instalación	37
Tabla No. 5 Análisis de calidad energética realizado por la Empresa Eléctrica Quito EEQ	42
Tabla No. 6 Análisis de demanda	44
Tabla No. 7 Nivel de voltaje (V)	45
Tabla No. 8 Análisis de corriente (A)	46
Tabla No. 9 Factor de potencia (FP)	47
Tabla No. 10 Desequilibrio de voltaje (%)	48
Tabla No. 11 Análisis de las protuberancias parpadeos o flickers	49
Tabla No. 12 Análisis de Armónicos de tensión (%)	50
Tabla No. 13 Distorsión armónica de la corriente (THD)	51
Tabla No. 14 Resultados desglosados del análisis de calidad energética	52
Tabla No. 15 Área de estudio	54
Tabla No. 16 Análisis de las luminarias de la instalación lubricadora	60
Tabla No. 17 Especificaciones del compresor	61
Tabla No. 18 Cuadro de especificaciones de la esmeriladora de banco	62
Tabla No. 19 Especificaciones de la Hidrolavadora	63
Tabla No. 20 Equipos de la oficina administrativa	64
Tabla No. 21 Levantamiento de cargas eléctricas del establecimiento	65
Tabla No. 22 Resultados del levantamiento de cargas de los equipos eléctricos....	68
Tabla No. 23 Clasificación por kVA de los transformadores eléctricos	70
Tabla No. 24 Especificaciones del modelo de transformador seleccionado	71
Tabla No. 25 Factor de Potencia de 0,86	73
Tabla No. 26 Valores antes de la compensación de las instalaciones	76

Tabla No. 27 Valores después de la compensación de las instalaciones.....	76
Tabla No. 28 Índice de Consumo Energético del año 2022	79
Tabla No. 29 Índice de Intensidad Energética del año 2022.....	82
Tabla No. 30 Costo del transformador de 112,5 kVA Marca INATRA S. A	86
Tabla No. 31 Costo del banco de condensadores	87
Tabla No. 32 Costo de las horas hombre (HH) del personal técnico	88
Tabla No. 33 Gastos por mano de obra (horas- hombre).....	89
Tabla No. 34 Costo total del proyecto	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1	Industrias que más energía consume a nivel mundial	16
Figura No. 2	Plan de eficiencia energética	17
Figura No. 3	Pasos de la eficiencia energética.....	18
Figura No. 4	Partes de un transformador	19
Figura No. 5	Analizador de redes eléctricas	21
Figura No. 6	Banco de condensador fijo	23
Figura No. 7	Banco de condensador automático.....	23
Figura No. 8	Triangulo de mejora del factor potencia.....	25
Figura No. 9	Intensidad de la corriente vs Factor potencia.....	25
Figura No. 10	Triangulo de los tipos de potencias eléctricas.....	27
Figura No. 11	Etiquetado de indicador de eficiencia energética	28
Figura No. 12	División de las áreas de la lubricadora ubicada en la ciudad de Quito	32
Figura No. 13	Consumo eléctrico en kW-h del año 2022.....	34
Figura No. 14	Gráfico de la situación actual del transformador de 90 kVA.....	36
Figura No. 15	Distribución de la red eléctrica de las instalaciones.....	38
Figura No. 16	Transformador trifásico de 90 kVA de la instalación	39
Figura No. 17	Tablero de distribución de breakers	40
Figura No. 18	Lámparas de las instalaciones.....	40
Figura No. 19	Equipo PQ BOX 50	41
Figura No. 20	Instalación del analizador de redes eléctricas en el transformador de la organización	41
Figura No. 21	Análisis de demandas	44
Figura No. 22	Comportamiento del voltaje	45
Figura No. 23	Comportamiento de la corriente promedio	46
Figura No. 24	Comportamientos del perfil del Factor Potencia.....	47
Figura No. 25	Comportamiento del desequilibrio voltaico	48
Figura No. 26	Comportamiento de las Curvas Flicker (PST)	49

Figura No. 27 Distorsión Armónica del voltaje (THD).....	50
Figura No. 28 Distorsión Armónica de corriente (THDi).....	51
Figura No. 29 Ishikawa de la gestión inadecuada del uso de la electricidad	53
Figura No. 30 Modelo operativo en torno al cumplimiento de la propuesta	55
Figura No. 31 Layout de la Lubricadora Supermotard.....	59
Figura No. 32 Luminarias de la instalación lubricadora.....	60
Figura No. 33 Compresor Campbell Hausfeld utilizado en la lubricadora	61
Figura No. 34 Esmeril de banco.....	62
Figura No. 35 Hidrolavadora Portén	63
Figura No. 36 Pasos a seguir para el cambio del transformador eléctrico	69
Figura No. 37 Transformador trifásico de 112,5 kVA INATRA	72
Figura No. 38 Circuito de fuerza con el banco condensador de la lubricadora y el transformador de 112,5 kVA	77
Figura No. 39 Banco de condensadores a implementar.....	77
Figura No. 40 Índice de consumo energético en el año 2022	80
Figura No. 41 Índice de intensidad energética del año 2022	83
Figura No. 42 Cronograma para el reemplazo del transformador y aplicación del banco de condensadores	85

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UNA
EMPRESA LUBRICADORA UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO

AUTOR: David Alejandro Bravo Céspedes

TUTOR: Ing. Segura D`Rouville Juan Joel MSc.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realiza en el servicio de la LUBRICADORA SUPERMOTARD, en la misma no existen antecedentes referentes a un manejo adecuado respecto a la Eficiencia Energética. Por lo antes expuesto, es necesario realizar un diagnóstico de la situación actual con el fin de detectar las oportunidades de ahorro energético tanto en el equipamiento eléctrico como mecánico, y proponer indicadores energéticos que reflejen la gestión de dichos recursos. Para darle salida a lo planteado anteriormente se ejecuta un diagnóstico en el transformador de 90 kVA durante un período de siete (7) días, mediante la instalación de un equipo analizador de redes eléctricas por parte de la Empresa Eléctrica Quito, se realiza un levantamiento en la carga instalada en todo el servicio y, finalmente se determina los valores de los dos indicadores de Eficiencia Energética sugeridos, Índice de Consumo e Intensidad Energética para las condiciones actuales del servicio con la finalidad de constituir una base referencial de los mismos. Se obtuvo como resultado que el transformador tiene una demanda máxima del 89,32 kVA, **es decir un factor de uso del 99,2% con una potencia disponible de 0,68 kVA**. Adicionalmente, los registros voltaicos se encuentran entre +4.6 % y un -1.4% del voltaje nominal 210/121 [V], el Factor Potencia se encuentra por debajo del límite permitido por la regulación vigente con un valor de 0,86. Al realizar el levantamiento de carga se obtuvo una Potencia Activa de 73.55 kW y Potencia Reactiva 49,78 kVAR. Se propone un cambio de capacidad del transformador por uno de 112,5 kVA de marca INATRA. Asimismo, la instalación en paralelo de un banco condensador de 9,3 KVAR por fase para la corrección el Factor Potencia a 0.95 con el fin de minimizar las pérdidas eléctricas por consumo de potencia reactiva en la carga instalada. Los equipos mecánicos se encuentran seleccionados correctamente acorde a su carga. Se comprueba que el comportamiento de los indicadores propuestos no sigue un comportamiento regular debido a fluctuaciones existentes en el servicio prestado a los clientes por parte de la organización.

DESCRIPTORES: análisis de calidad, banco de condensadores, eficiencia energética, factor de potencia.

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: IMPROVEMENT OF ENERGY EFFICIENCY IN A LUBRICATION COMPANY

LOCATED IN THE CITY OF QUITO

AUTHOR (A): David Alejandro Bravo Céspedes

TUTOR (A): Ing. Segura D`Rouville Juan Joel MSc

ABSTRACT

This research is carried out in the service of the SUPERMOTARD LUBRICATOR, in which there are no background regarding an adequate management with respect to Energy Efficiency. Therefore, it is necessary to make a diagnosis of the current situation in order to detect opportunities for energy savings in both electrical and mechanical equipment, and to propose energy indicators that reflect the management of these resources. In order to give a solution to the above mentioned, a diagnosis is carried out in the 90 kVA transformer during a period of seven (7) days, through the installation of an electrical network analyzer equipment by the Quito Electric Company, a survey is carried out in the load installed in the entire service and, finally, the values of the two suggested Energy Efficiency indicators, Consumption Index and Energy Intensity for the current conditions of the service are determined in order to constitute a reference base for them. The result was that the transformer has a maximum demand of 89.32 kVA, that is, a use factor of 99.2% with an available power of 0.68 kVA. Additionally, the voltage records are between +4.6% and -1.4% of the nominal voltage 210/121 [V], the Power Factor is below the limit allowed by the current regulation with a value of 0.86. The load survey showed an Active Power of 73.55 kW and Reactive Power of 49.78 kVAR. A change in transformer capacity is proposed for one of 112.5 kVA INATRA brand. Also, the installation in parallel of a capacitor bank of 9.3 KVAR per phase to correct the Power Factor to 0.95 in order to minimize electrical losses due to reactive power consumption in the installed load. Mechanical equipment is correctly selected according to its load. It is verified that the behavior of the proposed indicators does not follow a regular behavior due to fluctuations in the service provided to the customers by the organization.

KEYWORDS: capacitor bank, energy efficiency, power factor, quality analysis.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el uso racional de la energía es un aspecto importante que engloba a todo el mundo debido a que la misma es uno de los ejes productivos de las naciones. La cual abarca un sinnúmero de actividades de carácter productivo y a la vez su desmedido. Razones por las cuales en la actualidad la humanidad se ha enfocado en cómo mejorar su uso y su utilidad productiva para el bien común.

El uso inadecuado e indebido de la electricidad se ha convertido en los últimos tiempos en más que un problema en algo que resolver para las organizaciones por su consumo desmedido y excesivo, provocando pérdidas económicas, daños ambientales y reduciendo la calidad de vida de los demás en el planeta. Las organizaciones a nivel global son conscientes de los avances de las nuevas tecnologías y la optimización de la energía eléctrica conlleva que este recurso sea empleado de una manera mesurada y eficiente. (Rivera y Urrea, 2018)

En las industrias o empresas a nivel global, véase **Figura 1**, se puede observar las que más facturan energía eléctrica a nivel mundial. En este caso la fabricación de productos químicos es la manufacturera que más consume energía eléctrica a nivel global con un consumo estimado de 304,7 MW-h, en el caso de la ingeniería mecánica o mantenimiento mecánico consume a nivel mundial un 19,2 millón de megavatios por hora (MW-h).

Figura 1. Industrias que más energía eléctrica consumen a nivel mundial



Fuente: Destatis. Datos obtenidos por el investigador

Recientemente, el Ecuador como país ha promovido el uso óptimo de la energía, mediante la implementación de programas enfocados en un uso racional de la misma, véase **Figura 2**. Dicha estrategia agrupa proyectos que incorporan el uso de combustibles verdes y otras fuentes energéticas con consecuencias ambientales o sociales para asegurar a largo plazo un desarrollo sostenible. (Pazmiño, 2020)

Figura 2. Plan de eficiencia energética



Fuente: PLANEE 2016 – 2035

La Lubricadora Supermotard es una organización que se dedica al lavado y mantenimiento del parque automotor en la ciudad de Quito. En dicho servicio no existen referentes acerca de ningún tipo de gestión concerniente a la Eficiencia Energética encaminada a un uso racional de todos los portadores energéticos, indicadores que reflejen dicha actividad. Actualmente, el servicio cuenta con un bajo Factor de Potencia correspondiente a un valor de 0,86, lo cual ocasiona pérdidas económicas tanto al circuito de distribución primaria que alimenta al servicio, como a la organización deteriorando su gestión energética.

MARCO TEÓRICO

Eficiencia Energética

La Eficiencia Energética, véase **Figura 3**, busca una mejor optimización de la energía ya que permite la reducción del consumo energético, reduce los gastos económicos y también los impactos ambientales. Cabe enfatizar que una mejor gestión de la energía eleva los índices de calidad de vida y fomenta parámetros sostenibles en su utilización. (Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética A.G., 2017)

Figura 3. *Pasos de la eficiencia energética*



Nota. *En la siguiente figura se describe los pasos para lograr la eficiencia energética. Datos*

Obtenidos por el investigador

Las oportunidades de ahorro de energía se pueden realizar reduciendo la cantidad de energía requerida para el uso final. La eficiencia de cada componente de un sistema eléctrico se puede obtener utilizando la ecuación definida como la relación de las energías utilizadas.

$$Eficiencia(\%) = \frac{Energía\ aprovechada}{Energía\ suministrada} * 100$$

Beneficios de la Eficiencia Energética.

Por lo general lo primero que se tiene en mente es la escasez de este recurso y deficiencia del mismo, pero lo que realmente se habla es de mejorar la eficiencia de este recurso. Lo que

significa el NO desperdicio de la energía en cualquier aspecto, ya que esta no solo es la electricidad, sino también los recursos de la naturaleza como por ejemplo está el gasnatural, energías no renovables o como es el caso de los combustibles haciendo más eficiente su uso. (JIMENEZ, 2018)

Ahorro energético

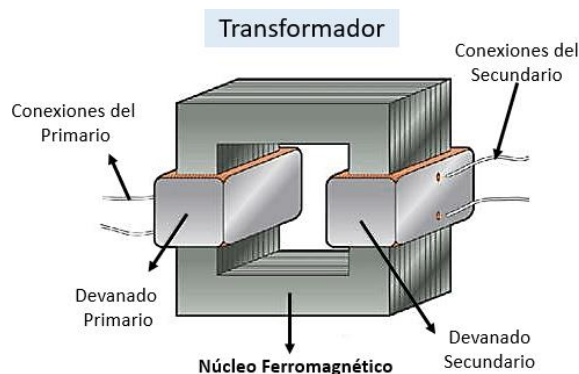
El ahorro energético lo podemos definir como el uso de la menor cantidad posible de energía en las actividades que realice una empresa o persona, de tal forma que al final se logre la disminución de gastos. (Universal Energía, 2017)

Transformador

Un transformador eléctrico se puede definir como una máquina eléctrica estática, la cual transforma un nivel de voltaje y corriente primario en otro secundario, conservando la misma frecuencia y potencia a ambos lados del mismo.

Éste se compone de varias partes importantes para su funcionamiento la cual lo conforman: el núcleo, devanado primario y devanado secundario véase **Figura 4**. El núcleo cumple la función de retransmitir los flujos al devanado secundario con el fin de crear un circuito magnético que cierre los flujos, mientras que los devanados primarios y secundarios están conectados a las fuentes eléctricas en donde se produce los flujos magnéticos.

Figura 4. *Partes de un transformador*



Nota: *La figura muestra a detalle cada una de las partes del transformador.*

Características del transformador

Se le llama enrollado primario al que recibe la f.e.m (voltaje) de corriente alterna que se quiere aumentar o disminuir. Se le llama enrollado secundario al que proporciona el potencial transformado a una carga (ya sea que se haya aumentado, disminuido o aislado la f.e.m).

$$\frac{\text{NÚMERO DE ESPIRAS DEL PRIMARIO}}{\text{NÚMERO DE ESPIRAS DEL SECUNDARIO}} = \frac{\text{TENSIÓN DEL PRIMARIO}}{\text{TENSIÓN DEL SECUNDARIO}}$$

Tipos de transformadores

Existe una diversidad de maneras de clasificar los transformadores eléctricos, véase

Tabla 1.

Tabla 1. Tipos de transformadores

Tipos de Transformadores	
Método de enfriamiento	<ul style="list-style-type: none">▪ Auto refrigerado por aire▪ Sumergido en aceite▪ Sumergido en líquido
Aislamiento entre devanados	<ul style="list-style-type: none">▪ Devanados entre si▪ Autotransformadores
Número de fases	<ul style="list-style-type: none">▪ Monofásico▪ Polifásico
Montaje	<ul style="list-style-type: none">▪ Subterráneos▪ Bóveda▪ Plataforma
Propósito	<ul style="list-style-type: none">▪ Volt. Constante▪ Volt. Variable▪ Corriente constante
Servicio	<ul style="list-style-type: none">▪ Control▪ Distribución▪ Iluminación▪ Gran y pequeña potencia
Nivel de potencia	<ul style="list-style-type: none">▪ De Watts a Mega watts
Clase de voltaje	<ul style="list-style-type: none">▪ De pocos voltios 750 v
Nivel de frecuencia	<ul style="list-style-type: none">▪ Alimentación, audio etc.

Nota. En la tabla se describe los tipos de transformadores. Datos obtenidos por el investigador

Factor reserva de un transformador

(Fuentes, 2014). Según Fuentes: el factor de reserva que debe conservar cualquier transformador eléctrico en las instalaciones de acuerdo a las extensiones previstas, en caso de no tener la información necesaria, se recomienda considerar el mismo en un 20% de la capacidad total del transformador para cubrir incrementos posteriores de la demanda eléctrica en el servicio.

Analizador de redes eléctricas

Estos aparatos electrónicos analizan exhaustivamente las características de las redes eléctricas principalmente las que están asociadas con la transmisión y reflexión de las señales eléctricas en la **Figura 5** se observa un analizador de redes común. (Proakis, 2019, pág.4)

Tipos de analizadores de redes

- **VNA (Analizador de redes vectorial):** se encargan de la medición de las propiedades de las fases y amplitudes. Son los analizadores más comunes usados en los análisis de redes eléctricas.
- **SNA (Analizador de redes escalar):** este tipo de analizador únicamente las propiedades de amplitud. En los mismos son comunes: los de espectro combinado y generador de barrido.

Figura 5. Analizador de redes eléctricas



Nota. La siguiente figura se observa el analizador de redes: FLUKE 435-2 clase A. Obtenido de:
<https://isotest.net/compra/fluke-435-2/>

Regulación vigente ARCERNNR 002/20, ARCERNNR 009/2022

Creada en mayo de 2020 por Decreto Presidencial N° 1036, la ARCERNNR, a través de su reglamento ARCERNNR 002/20, decreta los índices y límites de calidad de servicio de la comercialización y distribución de la electricidad.

Así también establece los respectivos parámetros de medición, evaluaciones y registros que deben ser efectuados por las respectivas organizaciones eléctricas de distribución y consumo en las que podemos encontrar dentro de la normativa los siguientes puntos:

- **Calidad del producto:** Se lo puede definir como la calidad de servicio eléctrico
- **Nivel de voltaje:** En el 95% de los casos, se estima que se observa el nivel de voltaje en un determinado punto de medición registro de uno o más cambios de voltaje por fase.
- **Perturbación rápida de voltaje (Flicker):** Determinado para cumplir con el índice de severidad de parpadeo (Pst) a corto plazo si se mide el 95% o más del valor registrado.
- **Distorsión armónica de voltaje:** Estima la distorsión armónica individual de la tensión y la distorsión armónica total de la tensión
- **Desequilibrio de voltaje:** La empresa distribuidora no cumple con el punto de medición, si el 5% o más de los registros difieren, en cada escenario.

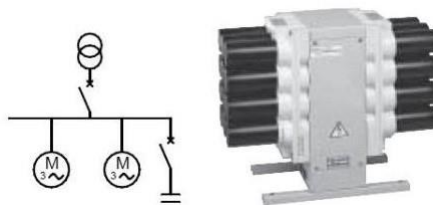
Banco de condensadores

Dispositivo eléctrico que consta de dos (2) placas conductoras capaces de adquirir cargas iguales y de signo contrarios, separadas por un material dieléctrico. Este dispositivo puede almacenar energía en un campo eléctrico. Los mismos se pueden utilizar conectados en forma fija y automática.

Banco de condensador fijo

Mediante este tipo de configuración se utiliza uno (1) o más condensadores para la generación de potencia reactiva. Estos bancos condensadores son maniobrados por interruptores o seccionadores. En la siguiente **Figura 6** se observa un banco de condensador fijo con su respectiva configuración.

Figura 6. Banco de condensador fijo

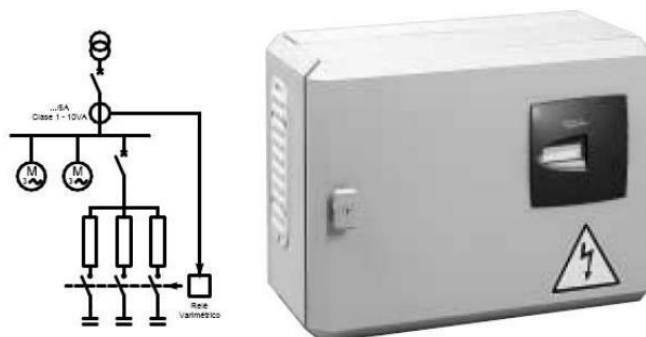


Nota. En la figura se observa el banco condensador fijo con su configuración. Datos obtenidos por el investigador

Banco de condensador automático

Estos bancos constan de varios bloques de condensadores conectadas en paralelo; los mismos están controladas por un regulador integrado en el banco, véase **Figura 7**.

Figura 7. Banco de condensadores automático



Nota. A continuación, se detalla el banco con su diagrama de fuerza. Datos obtenidos por el investigador

Cálculo para la dimensión de los capacitores

Con el fin de obtener la dimensión de capacitores se debe emplear la siguiente ecuación;

$$Q_i = P * \text{Tan}\varphi_i$$

$$Q_f = P * \text{Tan}\varphi_f$$

$$Q_c = Q_i - Q_f$$

$$Q_c = P (\text{Tan}\varphi_i - \text{Tan}\varphi_f)$$

Factor de Potencia

Son parámetros cualitativos del aprovechamiento óptimo de la electricidad. Además, se utiliza para explicar el porcentaje de energía eléctrica que se convierte en trabajo útil. (Metrólogos Asociados, 2018).

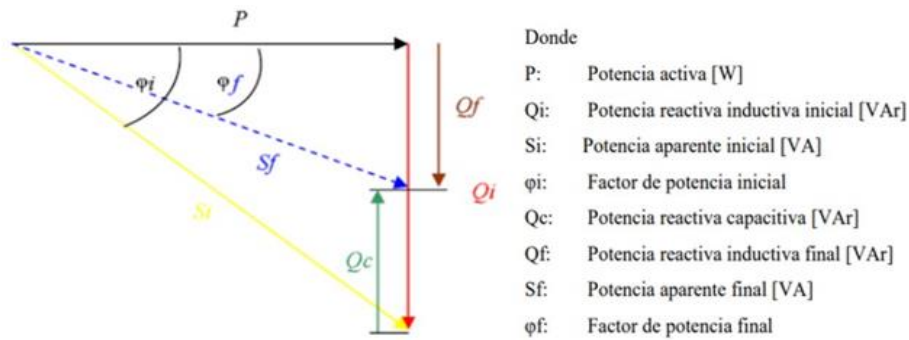
En el mejor de los casos los expertos sugieren un óptimo factor potencia lo más cercano a la unidad, por lo que se traduce en que la energía consumida se ha transformado en fuerza laboral o trabajo, matemáticamente se expresa mediante la siguiente expresión matemática.

$$FP = \frac{\text{Potencia Activa}(P)}{\text{Potencia Aparente}(Q)}$$

Importancia del aumento del Factor Potencia

Se considera fundamental, ya que a medida que se disminuye el mismo ($\text{Cos } \varphi$), también disminuye el rendimiento eléctrico. La potencia reactiva no produce ni ejerce trabajo sobre los equipos eléctricos, aunque es importante para la producción de flujo electromagnético para el funcionamiento de los transformadores, motores, equipos de refrigeración etc. (Llumiquina, 2019). Al aminorar la potencia reactiva se logra mejorar el Factor Potencia, en el siguiente triángulo de potencias de la **Figura 8**, se puede ver en detalle la forma de cómo la implementación de un banco de condensadores mejora al mismo.

Figura 8. Triángulo de la mejora del Factor Potencia



Nota. Corrección F. potencia mediante la implementación del banco de condensadores. Datos obtenidos por el investigador

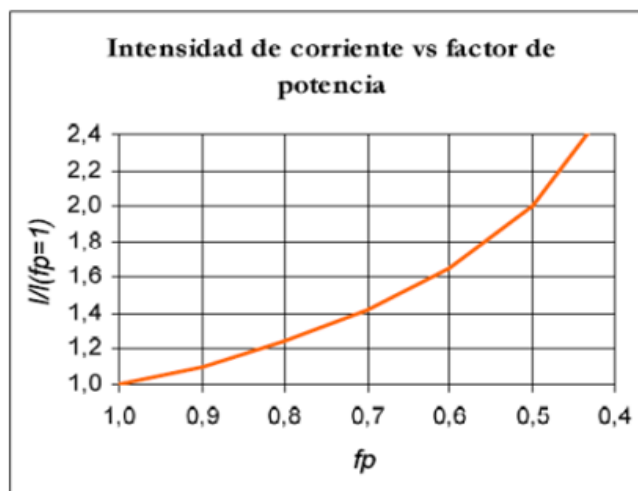
Consecuencias de bajo Factor Potencia

A medida que se incrementa el consumo de la potencia reactiva, se produce una disminución de la potencia activa. El Factor de Potencia se deteriora y, dado que la potencia aparente es constante; se demanda más corriente para satisfacer a una misma carga a voltaje y potencia constante y, un aumento de las pérdidas por efecto Joule, lo cual se manifiesta en:

- Recalentamiento en los cables
- Sobrecalentamiento del embobinado del transformador

En la siguiente **Figura 9** se detalla la relación que hay entre factor potencia y corriente.

Figura 9. Intensidad de la corriente vs factor potencia



Nota. Variaciones de la intensidad de corriente y factor potencia.

Por tanto, el Factor de Potencia es el que limita el consumo de energía de un sistema eléctrico, por lo cual los efectos se derivan son impactos económicos, como por ejemplo un incremento en la factura del consumo eléctrico. (Llumiyinga, 2019)

Como consecuencia de un bajo Factor de Potencia se incrementan las pérdidas energéticas en la red de electricidad, trayendo como consecuencia que la Empresa Eléctrica, proceda a realizar una penalización económica al servicio, por deterioro del indicador.

Penalización económica por Factor Potencia debajo de lo establecido

Si durante la medición del Factor Potencia se refleja un valor inferior a 0,92 la Empresa Eléctrica Quito, está en la obligación de penalizar al usuario mediante un cargo adicional en su facturación mensual.

“Éste se calcula de acuerdo a su factura mensual. Consumo de energía, demanda, pérdidas del transformador y rotación multiplicado por los siguientes factores” (Llumiyinga, 2019)

$$Bfp = \left(\frac{0,92}{fpr}\right) - 1$$

Donde:

Bfp = Factor de penalización

fpr = Factor Potencia medido

“...Art. 27.- Cargos en la facturación eléctrica por bajo factor potencia. – Personas naturales con factor potencia mensual registrada menos que 0,92 se les cobrará una factura mensual total basada en la relación de 0,92 registrado.

Potencia

Se puede definir como la capacidad o cantidad de trabajo, que lo generan las máquinas o dispositivos eléctricos, el cual es importante. Indica la rapidez con la cual se puede realizar un trabajo.

Tipos de potencias

En la **Tabla 2**, se describen los tipos de potencias que existen en el campo eléctrico.

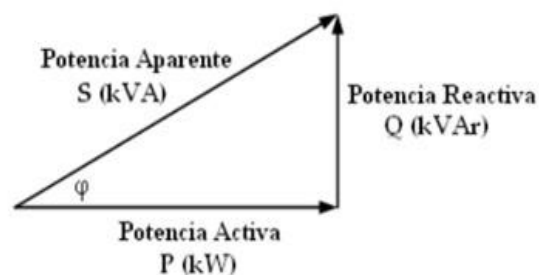
Tabla 2. Tipos de potencias

TIPOS DE POTENCIAS	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	SIMBOLO
POTENCIA REAL O ACTIVA	La energía eléctrica transformada se convierte en Trabajo útil	Vatio (W)	P
POTENCIA REACTIVA	Crea el campo magnético, el cual es aprovechado por los transformadores y motores.	Volt-Amper-Reactivo (VAR)	Q
POTENCIA APARENTE	Potencia eléctrica que es absorbida por las cargas, la cual se calcula geoméricamente de la sumatoria de las Potencias activa y reactiva.	Volt-Amper (VA)	S

Nota. Se describe los tipos de potencias con sus unidades y simbologías. Datos obtenidos por el investigador.

Triángulo de Potencias

Figura 10. Triángulo de los tipos de potencias eléctricas



Nota. En la siguiente figura se detalla los tipos de potencias que existe. Datos obtenidos por el investigador

En la **Figura 10**, se observa detalladamente el triángulo de potencias que representa la Potencias Activa (P), Potencia Reactiva (Q) y Potencia Aparente(S).

Obteniendo matemáticamente la siguiente ecuación:

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

Indicadores de Eficiencia Energética

Estos indicadores son útiles para la medición de la relación entre las actividades económicas, actividades humanas y consumo energético causado por diversas actividades realizadas en un tiempo determinado. (IEA, 2014)

Tipos de indicadores de eficiencia Energética

Intensidad Energética: la cantidad energética consumida por las actividades del subsector y su uso (generalmente se utilizan indicadores económicos como el PIB). Es decir, dice que la cantidad de energía consumida por el producto interno bruto (PIB). Expresados en valores.

Consumo de energía: energía consumida mediante la realización de alguna actividad a la que se refiera, es decir, el consumo de energía de los electrodomésticos, calefacción etc.

En la **Figura 11**, se visualiza un ejemplo de tipo de etiquetado energético.

Figura 11. *Etiqueta de indicador de eficiencia energética*



Nota. En la figura se detalla los niveles de Eficiencia Energética. Datos obtenidos por el investigador.

ANTECEDENTES

El Código Eléctrico Ecuatoriano, hace referencia a los ambientes laborales especiales en el cual menciona que dentro de talleres o Lubricadoras Automotrices. Según la normativa es catalogada como lugar peligroso de Clase uno, se encuentra el constante peligro de que se generen estallidos dentro del establecimiento debido a la aparición de gases corrosivos. Según esta norma se exige que en esta clase de establecimientos las instalaciones eléctricas deben estar regidas por materiales metálicos, el alambrado deberá ser inamovible; de igual manera los medidores de luz deberán ser cerradas y deben sujetarse a estas normativas. (INEN, Código eléctrico ecuatoriano CPE 19:2001, 2018)

En una situación en la que una industria presenta un bajo factor potencia, esta situación repercute negativamente en el precio de su factura eléctrica, ya que las multas que se generan por ello, incrementan su costo y, por ende, el precio de su energía eléctrica la cual merma en la gestión de la Eficiencia Energética. El Factor de Potencia, indica el grado de aprovechamiento de la energía eléctrica, por tales causas, una vez degradado, demandará una mayor corriente de la red pública por el mismo voltaje

Por tales razones, se producirá un incremento de las pérdidas por efecto Joule en la red; debido ya que las mismas son proporcionales al cuadrado de la magnitud de la corriente requerida por la carga. Por lo general, todos los equipos, ubicados en una instalación demandan una potencia eléctrica activa. (López, 2021, p. 6)

Por lo tanto, el servicio Lubricador en estos últimos años ha ido incrementando sus prestaciones a los clientes, tanto en la esfera de mantenimiento y lavado. Por lo anteriormente expuesto, ha traído como consecuencia la subida del consumo eléctrico en la instalación. La Empresa no cuenta actualmente con el conocimiento necesario para realizar el diagnóstico de los distribuidores eléctricos con el fin de saber si existe una sobrecarga en la red eléctrica actual; debido a la implementación de los nuevos equipos de lavado y de diagnóstico automotriz.

(Delgado, 2018)

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo es de suma **importancia**, pues en el mismo se podrán detectar las diferentes oportunidades de ahorro energético en el servicio, las cuales se gestionarían con la finalidad de disminuir las pérdidas y el costo total de la energía eléctrica facturada.

La presente propuesta se considera de un gran **impacto**, pues permitirá detectar las diferentes oportunidades de ahorro de energía eléctrica, establecer las estrategias necesarias para reducir el consumo eléctrico, el cual se reflejaría en el monto total a pagar en la planilla de electricidad.

El estudio de Eficiencia Energética se considera de una gran **utilidad** para la instalación pues le permitirá establecer las directrices encaminadas a gestionar la reducción del consumo eléctrico; así como la incorporación de indicadores de Eficiencia Energética en la misma.

El principal **beneficiario** concluido el proyecto será la empresa Lubricadora Supermotard, pues la misma podrá contar con un estudio de Eficiencia Energética, el cual contribuirá a la reducción de las pérdidas eléctricas, consecuentemente con el valor total a pagar a la Empresa Eléctrica en su factura mensual por concepto de pago de electricidad. Además, contribuirá a la disminución de demanda y consumo en el circuito de alimentación primaria del servicio, liberando capacidad en la red.

El presente trabajo investigativo se considera **factible**, debido a que la alta directiva de la organización ofrece toda la apertura necesaria para la realización del mismo. Además, se cuenta con el apoyo por parte de Empresa Eléctrica Quito (EEQ) para llevar a cabo el diagnóstico en el transformador que alimenta al servicio.

Objetivo General

Mejorar la Eficiencia Energética en el servicio de la Lubricadora Supermotard respecto al equipamiento eléctrico y mecánico, mediante el empleo de herramientas de ingeniería, para lograr un uso racional de la energía eléctrica.

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico acerca de las oportunidades de ahorro de energía eléctrica en la instalación, mediante la realización de tomas de cargas en el equipamiento, con el fin de conocer el nivel de cargabilidad de los mismos.
- Establecer las estrategias necesarias encaminadas a la gestión de cada una de las oportunidades de ahorro energético en el equipamiento del servicio, mediante el empleo de la metodología indicada en cada caso, con la finalidad de realizar una gestión adecuada del consumo eléctrico en el mismo.
- Proponer un control energético en la Lubricadora, mediante la utilización de indicadores de Eficiencia Energética, con el fin de poder establecer una base referencial cuando se apliquen las medidas de ahorro en el servicio.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

La Lubricadora Supermotard se encuentra ubicada en la Av. Real Audiencia y Bellavista al norte de la ciudad de Quito. Inició sus operaciones laborales el 10 de febrero del 2012 hasta la actualidad. En la **Figura 12**, se presenta la ubicación de la misma la cual brinda los servicios de mantenimiento del parque automotor ecuatoriano en las que se menciona el lavado, mantenimiento de vehículos, motocicletas, camiones de carga pesada entre otros medios de movilización.

Figura 12. División de las áreas de la Lubricadora Supermotard ubicado en la ciudad de Quito



Nota. En la siguiente figura se muestra la división de cada una de las áreas de trabajo de la Lubricadora Supermotard. Tomado de Google Maps

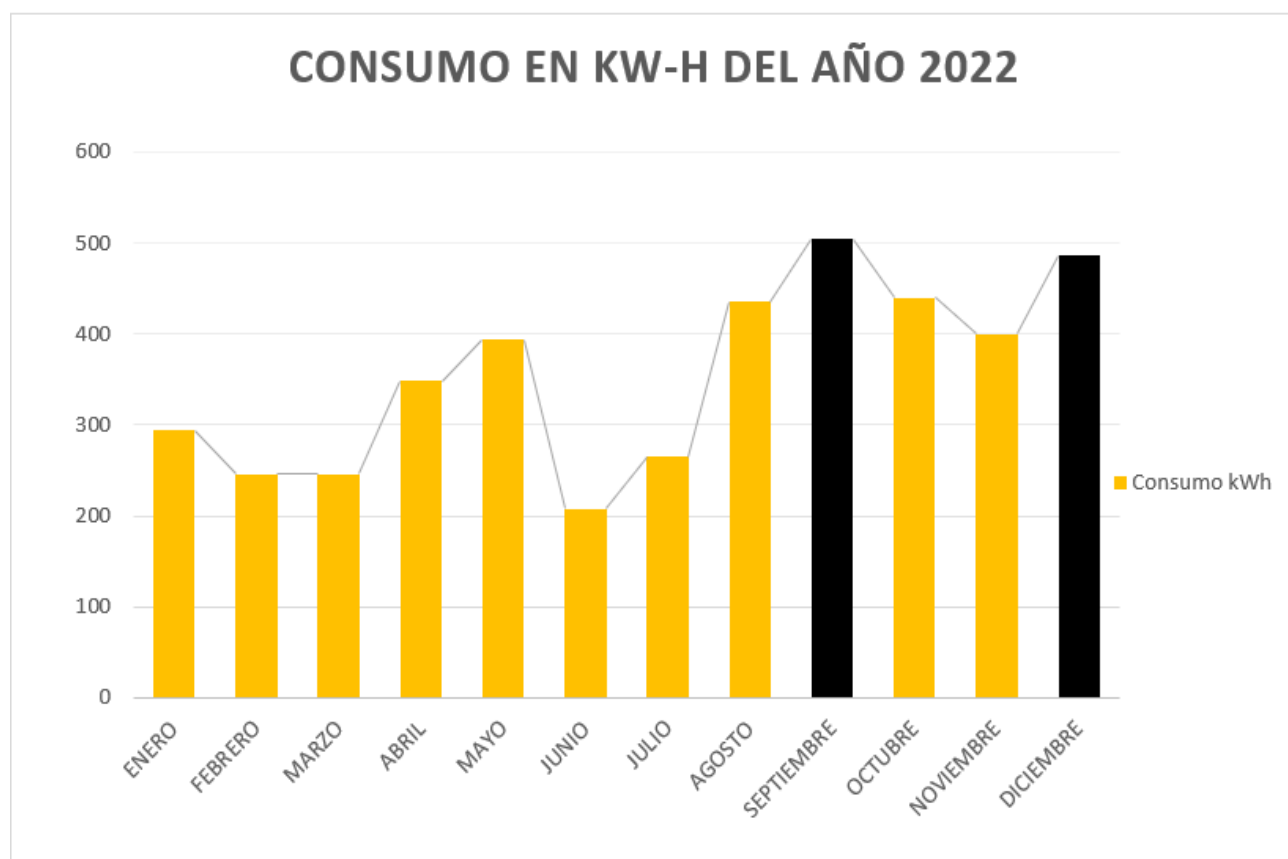
El establecimiento de la Lubricadora se encuentra dividido por cinco áreas de trabajo en las que se encuentran las siguientes áreas:

- **Área administrativa**, conformado por: oficina principal, área de ventas, área médica, comedor y baño.
- **Área de recepción:** se realizan los diagnósticos, pintado, lacado, mantenimiento de llantas y electricidad automotriz.
- **Área de entrega o de espera:** se realizan los servicios de aspirado, secado, grafiado, abrillantado, pulida y de espera.
- **Área de reparación:** se realiza un análisis exhaustivo de las fallas de los motores, soldado, cortado, engrasado, mantenimiento completo de vehículos y motocicletas.
- **Área de lavado:** donde se realiza la limpieza interna y externa de los vehículos o motocicletas.

Entre las principales problemáticas detectadas en el servicio de La Lubricadora, se presentan las siguientes: nunca se había realizado un proceso de diagnóstico eléctrico en el transformador mediante la instalación de un equipo analizador de redes, incremento del equipamiento a través del tiempo, la red eléctrica actual y su transformador es la misma desde sus comienzos, carencia de un registro histórico respecto a los consumos.

Posteriormente, se obtuvo un registro de los consumos energéticos de los diferentes equipos del taller, véase **Figura 13**, donde constan los datos de consumo en kW-h del año 2022 en donde se puede apreciar a detalle los consumos mensuales en el año objeto de estudio.

Figura 13. Consumo eléctrico en kW-h año 2022



Nota. En el siguiente histograma se observa a detalle los consumos mensuales en lo que va del año 2022. Datos obtenidos: Empresa Electrica Quito EEQ, 2022.

En la **Tabla 3** se muestra la relación de los consumos mensuales (kW-h) de cada mes correspondiente al año 2022 y su representación mediante un histograma, el cual aparece en la **Figura 13**, donde se puede apreciar los consumos mensuales correspondientes al año 2022.

Tabla 3. Variables planteadas en la investigación

MESES	FECHA DE MEDICIÓN	CONSUMO SUBTOTAL	CONSUMO TOTAL	UNIDAD MEDIDA	VALOR TOTAL
Enero	02-01-2022	294.00	294.00	kW-h	\$ 38,55
Febrero	02-02-2022	246.00	246.00	kW-h	\$ 33,75
Marzo	02-03-2022	246.00	246.00	kW-h	\$ 33,76
Abril	02-04-2022	348.00	348.00	kW-h	\$ 45,75
Mayo	02-05-2022	394.00	394.00	kW-h	\$ 51,89
Junio	02-06-2022	208.00	208.00	kW-h	\$ 81,81
Julio	02-07-2022	265.00	265.00	kW-h	\$ 35,89
Agosto	02-08-2022	435.00	435.00	kW-h	\$ 93,27
Septiembre	02-09-2022	504.00	504.00	kW-h	\$ 66,86
Octubre	02-10-2022	440.00	440.00	kW-h	\$ 60,49
Noviembre	02-11-2022	400.00	400.00	kW-h	\$ 115,73
Diciembre	02-12-2022	486.00	486.00	kW-h	\$ 64,12
Total			4266.00kW-h	kW-h	\$721,87

Nota: *En la tabla se muestra los consumos en el año 2022 con sus respectivas variaciones de consumo. Datos obtenidos por el investigador.*

Columba, J. (2022). Implementa los procedimientos a seguir con el fin de disminuir el consumo eléctrico en el Hangar de Mantenimiento en Empresas de Aviación, se menciona el levantamiento de cargas de cada uno de los locales que conforman la misma, que tiene como fin la reducción de la facturación respecto a sus consumos mensuales.

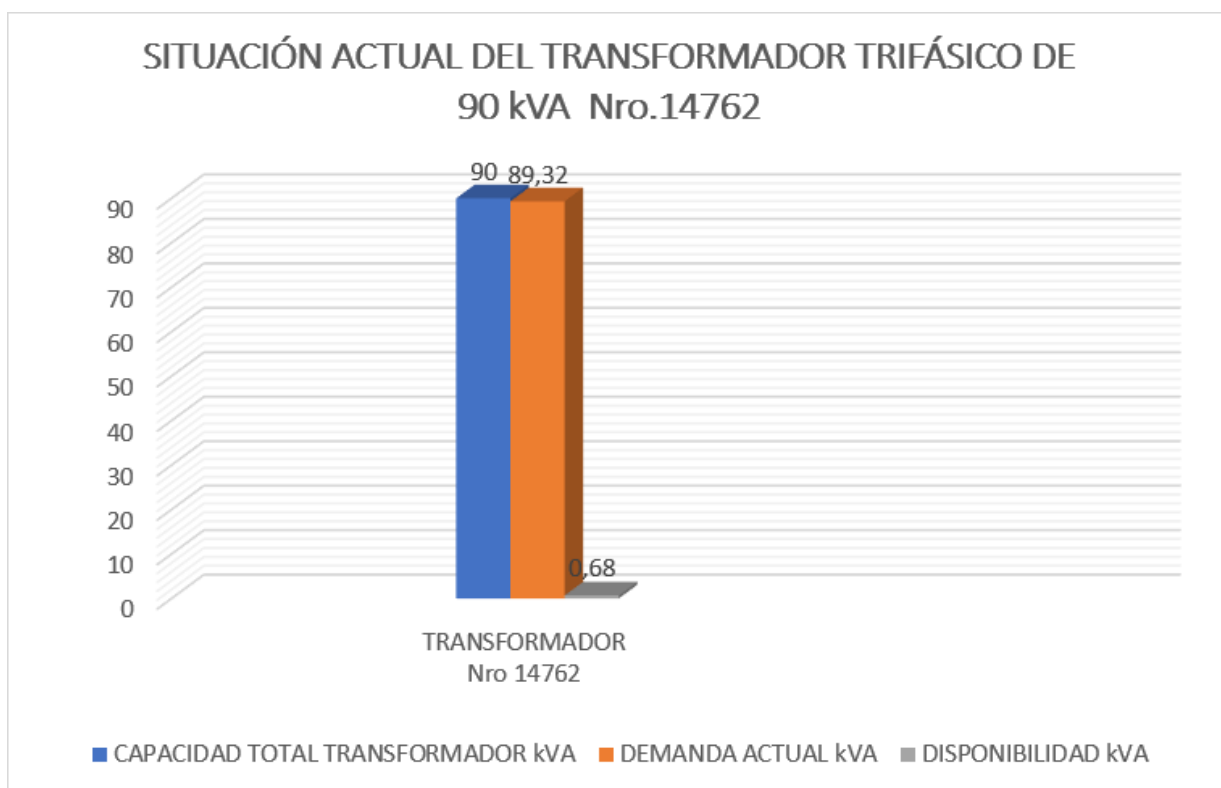
Durante la culminación del proyecto se procede a los cálculos de potencia en cada uno de los equipos. Asimismo, se verificó las oportunidades de ahorro en el servicio.

Lo anteriormente planteado, se encaminada a la disminución del consumo eléctrico con el estudio energético realizado en la instalación. Además, en la tesis se complementó con un estudio económico, en el cual se menciona a detalle la selección de un nuevo transformador, costos de cada equipo a implementar basado en la norma ARCERNNR 002/20 la cual establece los procesos de medición y registro a cumplirse en torno al aspecto eléctrico dentro de las organizaciones.

Transformador de 90 kVA se encuentra trabajando al límite de su capacidad

En la **Figura 14** se observa la disponibilidad del uso del transformador ubicado actualmente en la instalación Nro. 14762, en el cual se determinó: demanda máxima de 89.32 kVA, con un uso del 99.2%, con una capacidad disponible del 0.68 kVA. Concluyéndose que el actual transformador se encuentra al límite de su capacidad de 90 kVA.

Figura 14. Situación actual del transformador



Nota. En la siguiente figura se muestra la capacidad total, la demanda y la disponibilidad en torno al transformador de las instalaciones de 90 kVA.

**Factor Potencia se encuentra debajo del límite establecido por la regulación vigente
ARCERNN 002/20**

Se determinó en el transformador ubicado en la organización que el Factor Potencia se encuentra por debajo del límite establecido por la Empresa Eléctrica Quito, con un valor aproximado de 0,86, según la normativa el mismo tiene que ser mayor o igual ($\geq 0,92$). Debido a que, mientras este indicador sea menor las pérdidas eléctricas se incrementan al aumentar la corriente demandada por la carga. Se establecen las penalizaciones económicas de parte de la Empresa Distribuidora de Electricidad, aumento en los pagos mensuales por deterioro del valor del mismo. A continuación, en la **Tabla 4** se encuentra la medición del indicador.

Tabla 4. *Factor potencia del transformador de la instalación*

FACTOR DE POTENCIA			
PARÁMETRO ANALIZADO	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO
FACTOR DE POTENCIA TOTAL	0,78	<u>0,86</u>	0,91

Nota. Análisis del factor potencia realizado por la Empresa Eléctrica Quito S.A. en la instalación. Obtenido por la Empresa Eléctrica Quito S.A.

Mediante la implementación del diagrama de Causa – Efecto (Ishikawa) de la **Figura 15**, se logró identificar cuáles son los principales problemas energéticos que aquejan a la Empresa Lubricadora. Entre las principales causas del alto consumo de la energía eléctrica están: personal inexperto en temas de uso racional de la energía eléctrica, inexistencia de indicadores de Eficiencia Energética en el servicio, falta de monitoreo del medidor de energía eléctrica, aumento desmedido de equipos eléctricos dentro del establecimiento laboral.

DIAGNÓSTICO DE LA RED ACTUAL DEL ESTABLECIMIENTO, MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UN EQUIPO ANALIZADOR DE REDES

Durante la inspección de la red eléctrica actual acompañado de un estudio energético de la **Figura 15**, se realizó con un técnico de la Empresa, con una visión general en la instalación eléctrica, en la cual se elabora un breve análisis de las luminarias del establecimiento, análisis de equipos y áreas administrativas.

Figura 15. Distribución de la red eléctrica de las instalaciones



Nota. En la siguiente figura se observa la secuencia de la distribución de la red eléctrica del establecimiento lubricador. Elaborado por el investigador

Una vez analizado cada elemento que compone la red eléctrica de la **Figura 15**, en donde se menciona principalmente el transformador, equipos de mantenimiento y lavado, tableros de distribución, motores, luminarias de las instalaciones, equipos de servicio etc. Cabe recalcar que por el momento no existen planos eléctricos en las áreas de las instalaciones de la Lubricadora, por lo que se desconoce la información de los consumos de cada uno de los puntos, estado de los conductores etc.

La electricidad proporcionada al servicio es distribuida mediante un transformador trifásico de 90 kVA de la **Figura 16**, el cual se encuentra ubicado en una plataforma entre dos postes eléctricos. El mismo va conectado al medidor de energía que se encuentra supervisado por personal calificado de la empresa.

Figura 16. Transformador trifásico de 90 kVA de la instalación

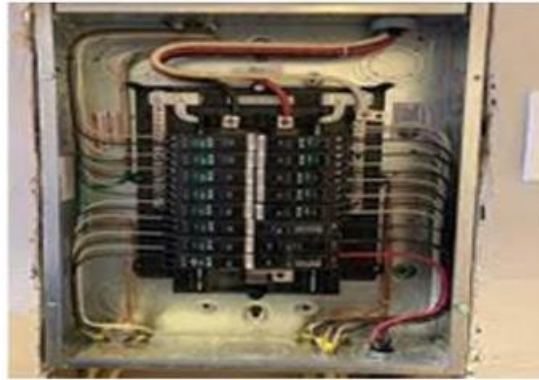


Nota: En la siguiente figura se muestra la ubicación del transformador trifásico Nro. 14762 de 90 kVA a las afueras de las instalaciones.

Posteriormente, después de realizar la revisión de la red eléctrica actual de las instalaciones de la organización se detectó lo siguiente:

- Inexistencia de planos eléctricos de las instalaciones
- Luminarias led sin funcionar en ciertas áreas
- Desconocimiento de protocolos a seguir en caso de reportar ciertas fallas eléctricas en la misma.
- Una luminaria led con índices de parpadeo
- Extractores de aire dañados o antiguos
- Tablero de breakers mal ubicado y sin etiquetas, véase **Figura 17**
- Lámparas encendidas innecesariamente en horas del día, véase **Figura 18**

Figura 17. *Tablero de distribución de breakers*



Nota. *En la figura se muestra el tablero de breakers sin su respectiva identificación. Datos obtenidos por el investigador*

Figura 18. *Lámparas de las instalaciones*



Nota. *En la siguiente figura se muestra a las lámparas encendidas innecesariamente en las horas del día. Datos obtenidos por el investigador*

Diagnóstico realizado mediante la instalación de un analizador de redes eléctricas en el transformador

En los días comprendidos entre el 1 y 8 de noviembre la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) en colaboración de 2 técnicos electricistas procede al montaje de un equipo analizador de calidad de redes eléctricas PQ BOX 50, véase **Figura 19**.

Este potente analizador de redes universal puede medir los voltajes, potencia, nivel de corriente, variaciones entre los parámetros.

Figura 19. *Equipo PQ BOX 50*



Nota. *El equipo medidor PQ BOX 50 es un analizador de redes utilizado para medir la calidad de la energía en el establecimiento lubricador. Obtenido: <https://www.a-eberle.de/produkte/pq-box-50-el-analizador-universal-de-potencia/?lang=es>*

Posteriormente se procede al montaje del mencionado equipo, véase **Figura 20**, en el transformador con número único de serie de 14762 del año 1998, el cual es propiedad de la instalación Lubricadora Supermotard.

Figura 20. *Instalación del analizador de redes eléctricas en el transformador de la organización*



Nota: *En la siguiente figura se muestra la instalación del analizador de redes PQ BOX 50 con el fin de constatar los parámetros eléctricos establecidos por la Empresa Eléctrica Quito EEQ. Datos obtenidos por el investigador.*

En la **Tabla 5** se detalla el análisis de calidad energética realizado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

Tabla 5. Análisis de calidad energética realizado por la Empresa Eléctrica Quito EEQ

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO Y PÉRDIDAS TÉCNICAS	
Calidad producto:	ACP-2022-NOV
Referencia:	EEQ-DCPT-2022-0722-ME
Códigos:	DI-CP-P001-F003
SOLICITUD	
Área solicitada:	Área de control de calidad de producto y pérdidas técnicas.
Persona que solicita:	Ing. Germán Casillas
Fecha de recepción del pedido:	01 de noviembre del 2022
Fecha de despacho del pedido:	08 de noviembre del 2022
DATOS CLIENTE	
Nombre del cliente:	Ing. Juan Joel Segura D'Rouville
Dirección:	Av. Real Audiencia y Calle Homero Bautista
Sector y zona:	Urbano, Norte, Real Audiencia
Punto GIS:	780115.641 9987072.25 2822
EQUIPO INSTALADO	
Equipo Instalado:	PQ BOX 50
Número de Serie:	2048-021
Fecha de Instalación:	01 de noviembre del 2022
Fecha de Retiro:	08 de noviembre del 2022
Días de Lectura:	Siete
Intervalo de registro:	0:10 minutos
Número de registros:	1008

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO Y PÉRDIDAS TÉCNICAS

DETALLES

Transformador N.º:	14762
Montaje:	Centro de transf. Aéreo
Fases:	Tres
Potencia (kVA):	90 kVA
Propiedad:	Empresa
Medio voltaje (V):	22860
Bajo voltaje (V):	210/121
Subestación:	19 (Quito / Cotocollao)
Primario:	Primario "E"
Sitio Instalado:	Bornes de Bajo Voltaje en el transformador 14762 de 90 kVA
Cuenta:	1401025842

Nota: *Se demuestra los cálculos obtenidos del análisis de calidad energética. Datos obtenidos por el investigador*

Análisis de demanda de la carga

Posteriormente en la **Tabla 6**, se verifica los porcentajes de cada una de las demandas como la demanda mínima, máxima y media de consumo de los equipos en el transformador de 90 kVA, en los cuales se encuentra también los factores de carga, potencia disponible, energía en los puntos de medición.

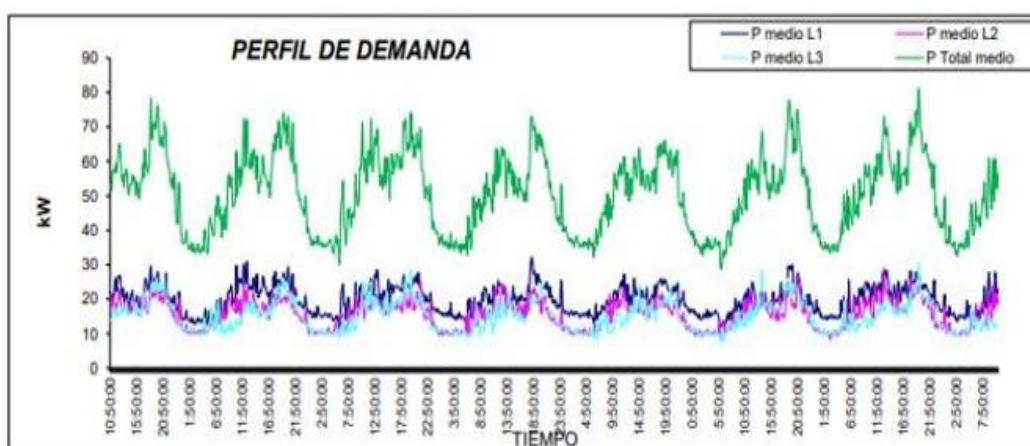
En la **Figura 21** se ve detalladamente los comportamientos de análisis de la demanda, en el cual se observa que el factor de uso de la demanda máxima es superior a la potencia disponible del transformador instalado en la organización, por lo que es un paso primordial para el cumplimiento de la propuesta con el fin de elegir la capacidad del nuevo transformador de la instalación eléctrica.

Tabla 6. Análisis de demanda

ANÁLISIS DE DEMANDAS	VALOR	UNIDAD	ENERGÍAS	VALOR	UNIDAD
FACTOR DE USO A DEMANDA MÍNIMA	41,06	%	POTENCIA DISPONIBLE	0,68	kVA
FACTOR DE USO A DEMANDA PROMEDIO	65,28	%	FACTOR DE CARGA	62,33	%
FACTOR DE USO A DEMANDA MÁXIMA	99,2	%	ENERGÍA EN EL PUNTO DE MEDICIÓN	8487,12	kWh

Nota: En la siguiente tabla se detalla los porcentajes de uso del transformador. Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito, 2022.

Figura 21. Análisis de demandas



Nota. En la siguiente figura se puede observar los perfiles de demanda en el transformador. Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito EEQ.

Análisis de voltajes

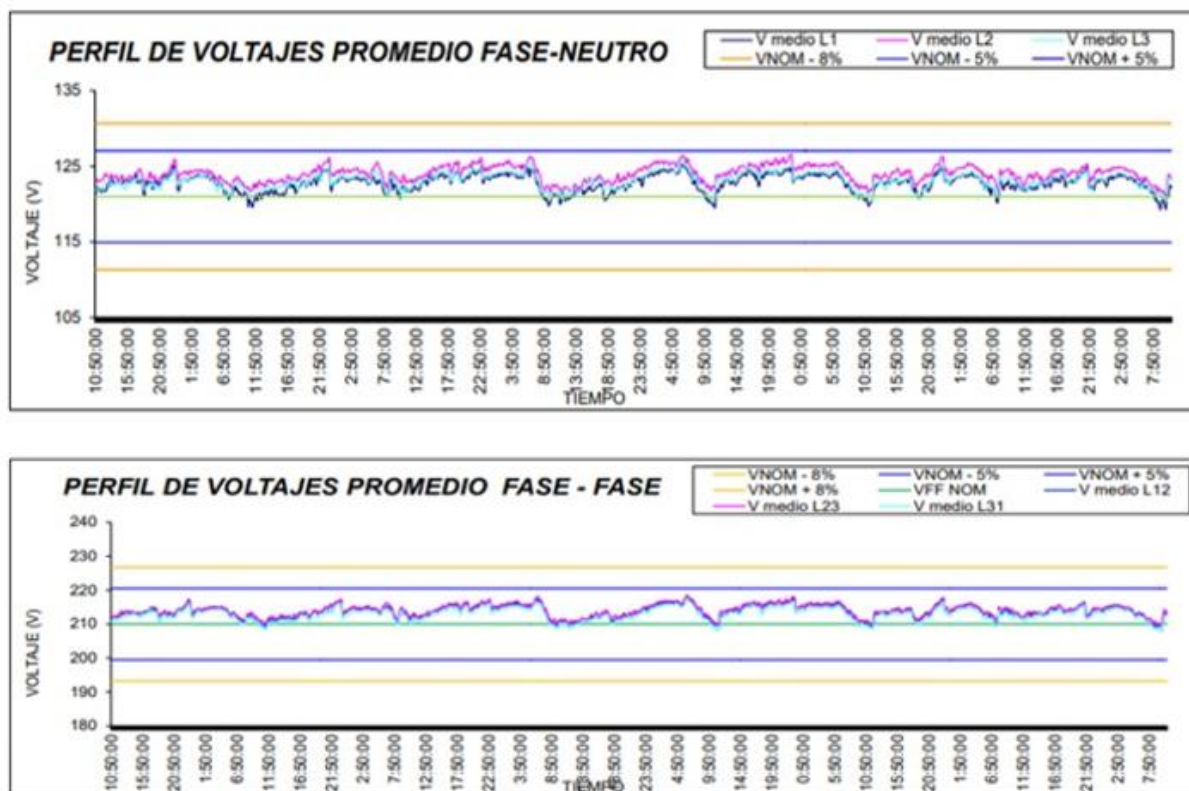
En la **Figura 22** se verifica las distintas variaciones voltaicas promedio durante los siete (7) días de monitoreo en el cual se concluye con los resultados conseguidos en el análisis voltaico de la **Tabla 7**, los mismos se encuentran dentro de los límites de la norma mencionada anteriormente.

Tabla 7. Nivel de voltaje (V)

PARÁMETRO ANALIZADO	NIVEL DE VOLTAJE(V)			CUMPLE CON LA REGULACIÓN	FUERA DEL LÍMITE
	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO		
VOLTAJE FASE 1	119,27	122,78	125,26	SI	0%
VOLTAJE FASE 2	120,92	124	126,56	SI	0%
VOLTAJE FASE 3	120,34	123,14	126,04	SI	0%

Nota: En la siguiente tabla obtenida del análisis de voltajes según la norma ARCERNN 002/20 se concluye que los resultados obtenidos cumplen con los límites establecidos. Datos proporcionados por: Empresa Eléctrica Quito, 2022.

Figura 22. Comportamiento del voltaje



Nota. En la siguiente figura se observa los distintos comportamientos del voltaje como el fase-neutro y fase-fase. Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito EEQ, 2022.

Análisis de corriente

En la **Figura 23**, se verifica los distintos comportamientos de la corriente durante los 7 días de monitoreo. En la **Tabla 8**, se verifica los distintos valores de las líneas fase 1, 2 y 3 analizadas, tomando en cuenta los amperajes mínimos, promedios y máximos del transformador.

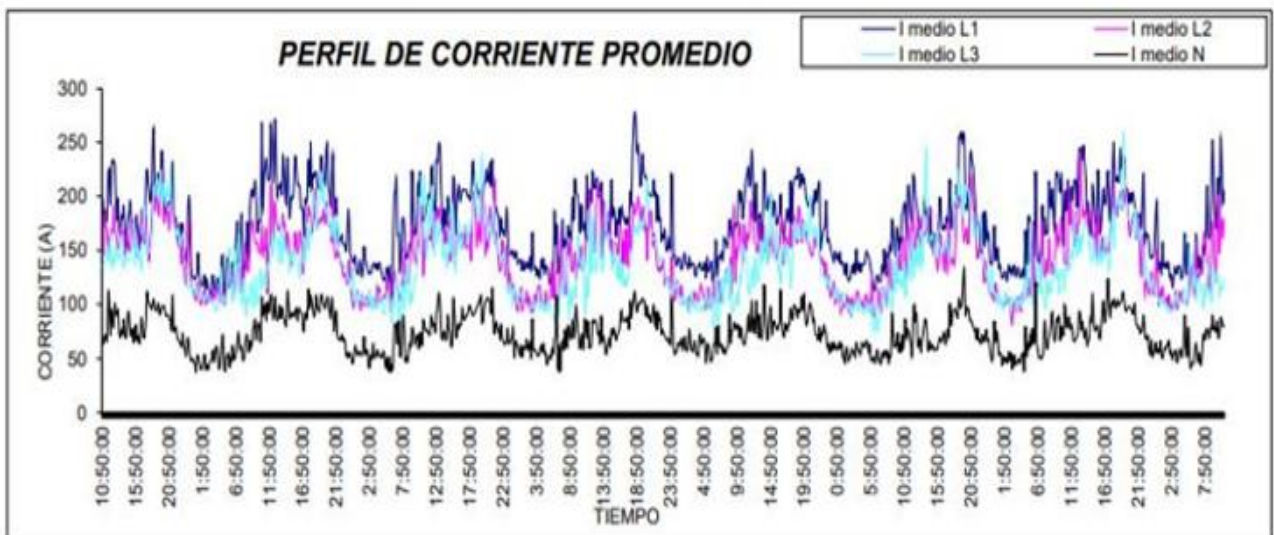
Adicionalmente se tiene en cuenta que el corriente neutro tiene que tener valores cercanos a 0 o ser prácticamente nula.

Tabla 8. Análisis de corriente (A)

ANÁLISIS DE CORRIENTE (A)			
PARÁMETRO ANALIZADO	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO
CORRIENTE FASE 1	106,83	174,67	278,42
CORRIENTE FASE 2	80,99	143,21	240,99
CORRIENTE FASE 3	74,61	136,49	258,8
CORRIENTE NEUTRO	37,04	73,03	132,38

Nota: En la siguiente tabla se muestra las distintas fases de corriente medidos por el analizador de redes. Obtenido de: Empresa Eléctrica Quito, 2022.

Figura 23. Comportamiento de la corriente promedio



Nota. En la siguiente figura se muestran los perfiles de corriente promedio. Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito EEQ, 2022.

Análisis de Factor Potencia

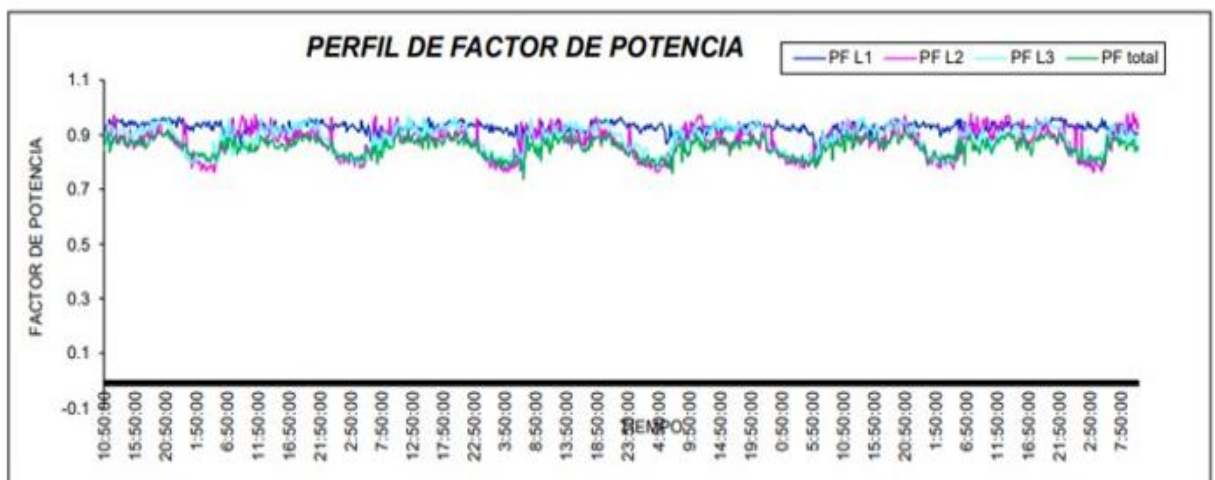
Los comportamientos del Factor Potencia se verifican en la **Figura 24**, durante la etapa de monitoreo. Según la regulación ARCERNNR 002/20 el mismo tiene que ser mayor o igual a 0,92, mientras que lo calculado por la Empresa Eléctrica Quito en el transformador refleja un valor de 0,86; por lo cual se encuentra fuera del límite establecido, incumpliendo con la regulación ARCERNNR 002/20. Se considera de suma importancia las acciones correctivas, como la aplicación de un banco condensador para poder incrementar su valor y la empresa pueda cumplir con la regulación existente al respecto.

Tabla 9. Factor de potencia (FP)

FACTOR DE POTENCIA			
PARÁMETRO ANALIZADO	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO
FACTOR DE POTENCIA FASE 1	0,85	0,92	0,97
FACTOR DE POTENCIA FASE 2	0,76	0,94	0,98
FACTOR DE POTENCIA FASE 3	0,77	0,85	0,97
FACTOR DE POTENCIA TOTAL	0,78	0,86	0,91

Nota: En la tabla de acuerdo a las muestras obtenidas se determinó que el factor potencia total obtenido de las tres fases es de 0,86 por lo que está fuera del límite establecido. Datos obtenidos por: Empresa Eléctrica Quito

Figura 24. Comportamiento del perfil del Factor Potencia



Nota. En la siguiente figura se muestra las distintas variaciones de los valores del factor potencia de las tres líneas L1, L2, L3. Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito EEQ, 2022.

Análisis de desequilibrio voltaico

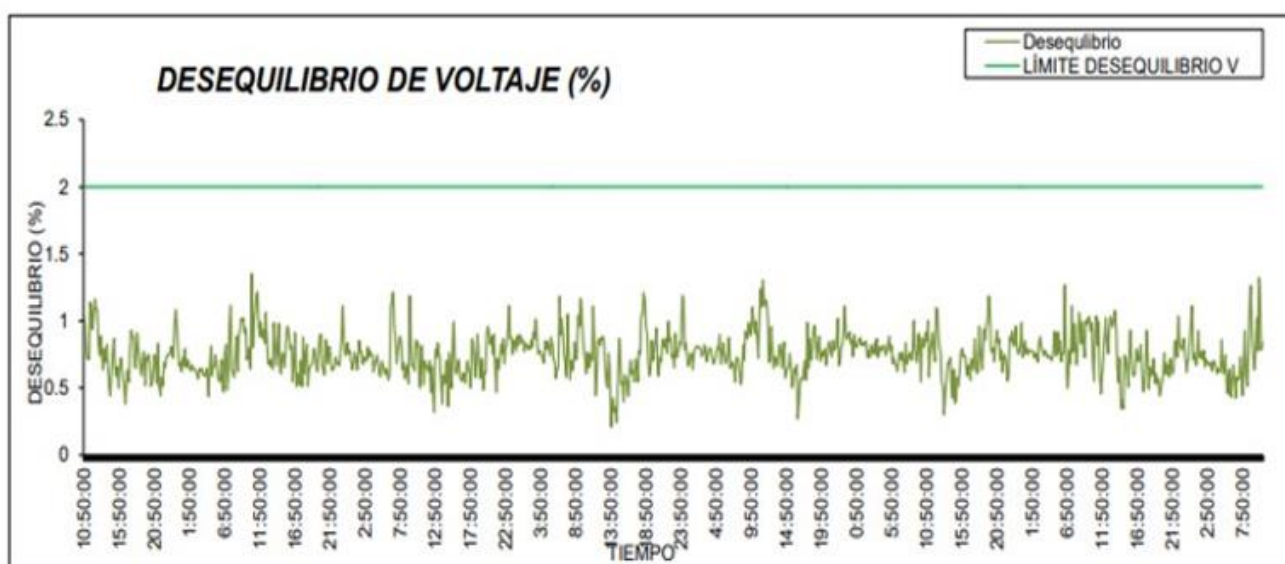
En la **Figura 25**, se analizó el desequilibrio del voltaje durante los siete (7) días de monitoreo. Los registros de desequilibrio de voltaje (%) se detallan a continuación en la **Tabla 10**, según la normativa vigente ARCERNNR 002/20 es del dos por ciento (2 %). Con respecto a los análisis de desequilibrio promedio del voltaje es de 0,75%, por lo cual cumple con la normativa, cabe recalcar que tiene un 0% fuera de límite.

Tabla 10. Desequilibrio de voltaje (%)

DESEQUILIBRIO DE VOLTAJE					
PARÁMETRO ANALIZADO	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO	CUMPLE CON LA REGULACIÓN ARCERNNR 002/20	FUERA DEL LÍMITE
DESEQUILIBRIO DE VOLTAJE (%)	0,21	0,75	1,35	SI	0%

Nota: En la siguiente tabla detallada un desequilibrio de voltaje promedio de 0,75%, con un 0% de datos fuera del límite según la regulación ARCERNNR 002/20. Datos proporcionados por: Empresa Eléctrica Quito

Figura 25. Comportamiento del desequilibrio de voltaje (%)



Nota. En la siguiente figura se observa los desequilibrios de voltaje. Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito EEQ, 2022.

Análisis de las protuberancias parpadeos o flickers

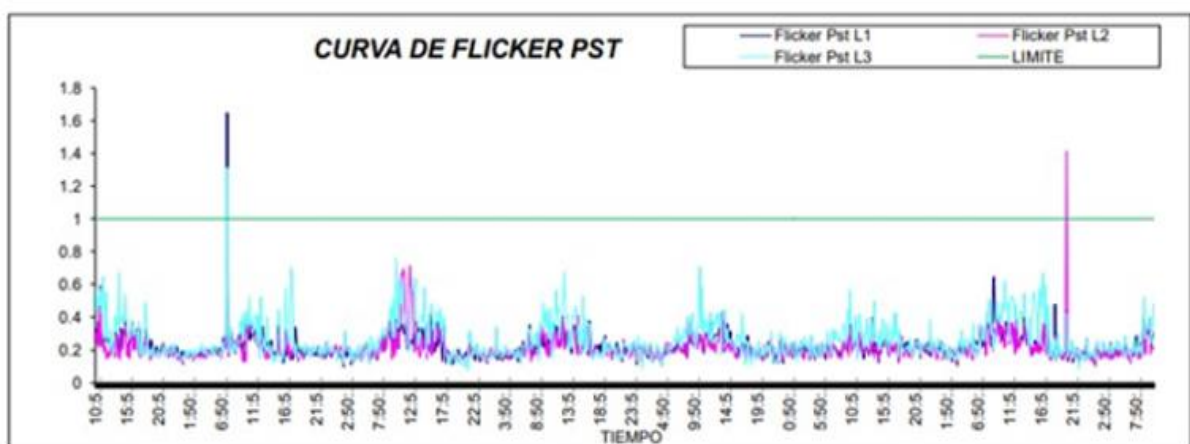
En la siguiente **Figura 26**, podemos observar los diagramas curvos perceptibles de corta duración, durante los siete (7) días de monitoreo con respecto a los flickers, según los valores de la **Tabla 11**. **Se comprueba que** cumple con la regulación ARCERNNR 002/20, pero el 0,10 supera el límite permitido por la norma.

Tabla 11. Análisis de las protuberancias parpadeos o flickers

ANÁLISIS DE FLICKER DE CORTA DURACIÓN					
PARÁMETRO ANALIZADO	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO	CUMPLE CON LA REGULACIÓN ARCERNNR 002/20	FUERA DEL LÍMITE
FLICKER CORTA DURACIÓN FASE 1	0,11	0,22	1,65	SI	EL 0,10% DE REGISTRO ESTA FUERA DEL LÍMITE PERMITIDO
FLICKER CORTA DURACIÓN FASE 2	0,11	0,22	1,41	SI	EL 0,10% DE REGISTRO ESTA FUERA DEL LÍMITE PERMITIDO
FLICKER CORTA DURACIÓN FASE 3	0,09	0,27	1,31	SI	EL 0,10% DE REGISTRO ESTA FUERA DEL LÍMITE PERMITIDO

Nota: De las muestras obtenidas anteriormente, se puede observar que cumple con la regulación ARCERNNR 002/20, pero los flickers de corta duración de las fases 1, 2 y 3 están fuera de los límites permitidos con un valor del 0,10%. Datos proporcionados por: Empresa Eléctrica Quito.

Figura 26. Comportamiento de las Curvas Flicker (PST)



Nota. En la siguiente figura se muestran los índices de severidad por Flickers de corta duraciones en puntos de medición mayores al 95 % de los datos registrados. Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito EEQ, 2022.

Análisis de Armónicos de tensión (%)

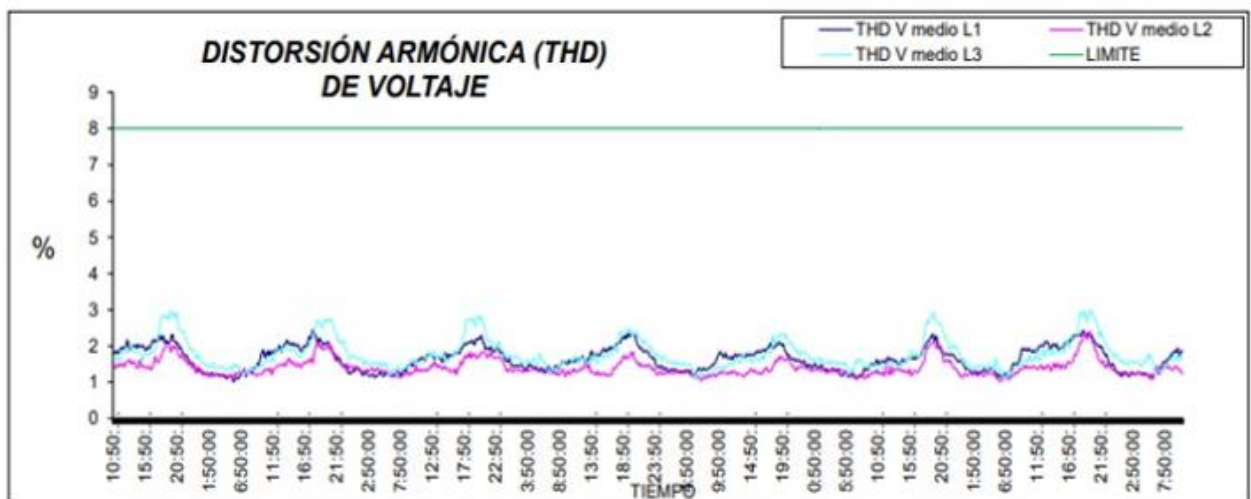
Podemos observar los comportamientos armónicos de tensión (THD_v) en la **Figura 27**, donde vemos a detalle los comportamientos similares en las fases 1, 2 y 3. Según la regulación vigente ARCERNNR 002/20, los valores armónicos de voltaje cumpliendo con la normativa vigente. También se observa en la **Tabla 12** que el 0% está fuera de los límites permitidos.

Tabla 12. Análisis de Armónicos de tensión (%)

DISTORSIÓN ARMÓNICOS DE VOLTAJE (THD)					
PARÁMETRO ANALIZADO	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO	CUMPLE CON LA REGULACIÓN ARCERNNR 002/20	FUERA DEL LÍMITE
DISTORSIÓN ARMÓNICOS DE VOLTAJE (THD) FASE 1 (%)	1,01	1,65	2,44	SI	0% ESTA FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
DISTORSIÓN ARMÓNICOS DE VOLTAJE (THD) FASE 2 (%)	1,03	1,4	2,39	SI	0% ESTA FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
DISTORSIÓN ARMÓNICOS DE VOLTAJE (THD) FASE 3 (%)	1,07	1,77	2,98	SI	0% ESTA FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS

Nota: Según los valores de los armónicos de voltaje (THD_v) registrados en la tabla para las fases 1, 2 y 3 los cuales sus porcentajes se ubican entre 1,65 1,03 y 1,77, también se menciona que el 0% se encuentra fuera de los límites. Elaborado por el investigador

Figura 27. Distorsión Armonica de Voltaje (THD)



Nota. En la siguiente figura se puede observar los comportamientos de distorsión armónica de voltaje de las tres líneas L1, L2, L3. Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito EEQ, 2022.

Análisis de armónicos de corriente (%)

Se puede observar a detalle los respectivos comportamientos de la distorsión armónica (THD) en la **Figura 28** de la corriente durante la semana de monitoreo, donde podemos ver a detalle los comportamientos similares.

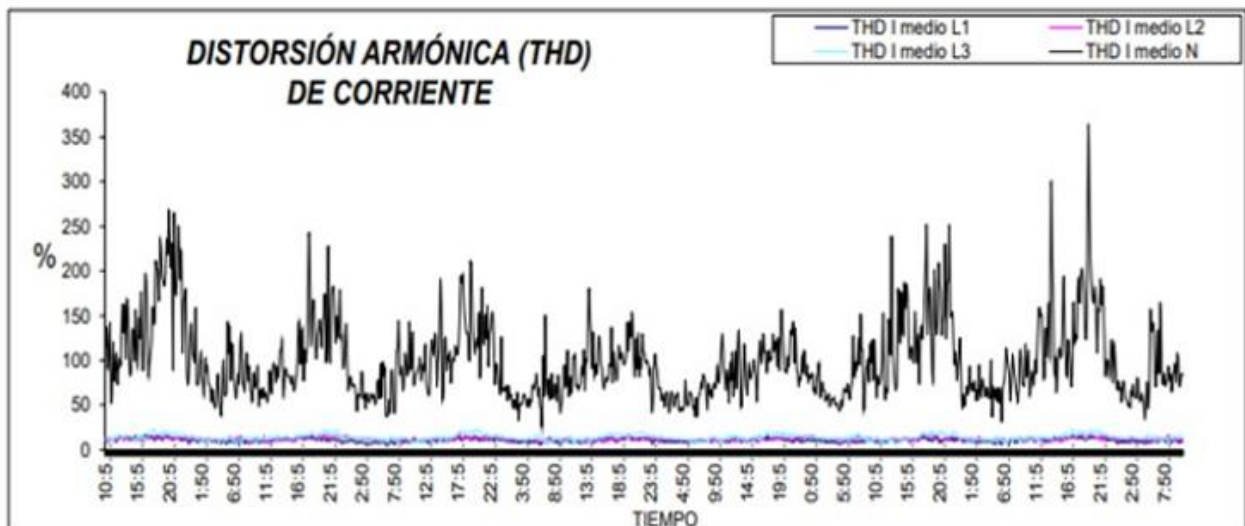
Donde se observa los registros de los armónicos en la **Tabla 13**, por lo que se concluye que los valores obtenidos son mayores a lo establecido según la norma ARCERNNR 002/20, por lo que es de vitalidad la evaluación de los elementos eléctricos que existen en la instalación Lubricadora.

Tabla 13. *Distorsión Armónica de la corriente (THDi)*

DISTRORSIÓN ARMÓNICA DE CORRIENTE (THDi)			
PARÁMETRO ANALIZADO	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO
DESBALANCE PORCENTUAL DE CORRIENTES (%)	40,27	27,92	22,82

Nota. Según los resultados obtenidos en la siguiente tabla se detalla desbalance de las cargas con un promedio del 27,92%. Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito S.A.

Figura 28. *Distorsión Armónica de corriente (THDi)*



Nota. En la figura se observa los comportamientos de distorsión armónica de las corrientes en las líneas L1, L2, L3. Datos proporcionados por la Empresa Eléctrica Quito EEQ, 2022.

Resultados del análisis de la calidad energética proporcionado por la EEQ.

Posteriormente al análisis realizado en el transformador con Número Serie 14762, en el cual se determinó la demanda máxima = 89.32 kVA, con un uso del 99.2% y con una potencia disponible de 0.68 kVA. Según la ecuación de Eficiencia Energética:

$$\text{Eficiencia Energética (\%)} = \frac{\text{energía utilizada}}{\text{energía suministrada}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia Energética (\%)} = \frac{89.32 \text{ kVA}}{90 \text{ kVA}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia Energética (\%)} = 99.24\%$$

En la **Tabla 14**, la medición voltaica se ubica entre +4.6% y - 1.4% de voltaje nominal 210/121 (V), también se registran valores de fase neutro entre 126.56 y 119.27 voltios, determinando que los parámetros eléctricos que son suministrados por la empresa eléctrica Quito EEQ son adecuados según lo establecido por la regulación vigente, el cual decreta como límites máximos de variación el ± 8 del voltaje nominal.

Tabla 14. Resultados desglosados del análisis de calidad energética

Nro.	DEMANDA	DESCRIPCIÓN
14762	Transformador trifásico de 90 kVA	El transformador actual de 90kVA se encuentra trabajando en su capacidad máxima con un uso del 99,2% con una disponibilidad de 0,8%

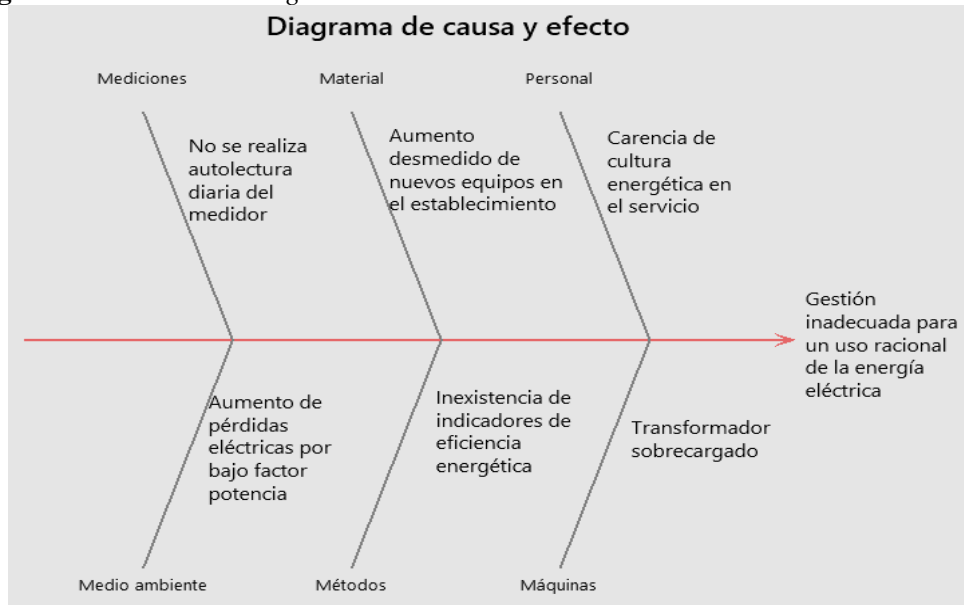
PARÁMETRO ANALIZADO	REGULACIÓN ACTUAL	CUMPLE CON LA NORMA ARCERNNR 002/20
Voltaje (V)	ARCERNNR 002/20	SI CUMPLE
Corriente (A)	ARCERNNR 002/20	NO CUMPLE
Factor potencia	ARCERNNR 002/20	NO CUMPLE
Desequilibrio de voltaje	ARCERNNR 002/20	SI CUMPLE
Distorsión Armónica de tensión THDv	ARCERNNR 002/20	SI CUMPLE
Distorsión Armónica Corriente (THDi)	ARCERNNR 002/20	NO CUMPLE
Flickers de corta duración (PST)	ARCERNNR 002/20	SI CUMPLE

Nota. En la siguiente tabla se detalla los cumplimientos de calidad energética según la normativa vigente ARCERNNR 002/20. Datos proporcionados por Empresa Eléctrica Quito, 2022.

Con el estudio se puede determinar que el transformador de 90 kVA, se encuentra trabajando

a su capacidad máxima del 99.24%, por lo que es de suma importancia para el proyecto realizar el levantamiento de cargas eléctricas respectivo con el fin de evaluar el consumo de los equipos que más energía consumen en la instalación.

Figura 29. Ishikawa de la gestión inadecuada del uso de la electricidad



Elaborado por: *El investigador*

En el presente diagrama de causa y efecto la problemática planteada es una inadecuada gestión respecto a un uso racional de la energía. Lo anteriormente planteado se encuentra condicionado por varios factores, tales como:

- No existe en la organización la buena práctica de realizar la auto lectura diaria del medidor, con el fin de conocer los mismos y poder realizar su gestión durante el transcurso del mes, antes de que la Empresa Eléctrica realice la lectura con vista a su facturación.
- En el servicio se ha producido un incremento del equipamiento, a través del tiempo conservándose los mismos conductores y transformador que existían inicialmente. Por tal razón, la red eléctrica se encuentra con años de explotación, originando un incremento en su deterioro.
- La alta directiva de la entidad no ha incorporado en su gestión la necesidad de tener una cultura energética que permita un manejo adecuado de la misma encaminada a reducir los

consumos energéticos.

- El servicio posee un bajo Factor de Potencia correspondiente a un valor de 0.86, lo cual significa que para un mismo valor de potencia y voltaje se requiera demandar una mayor magnitud de corriente por la carga. Lo anteriormente planteado se refleja en un incremento de las pérdidas por efecto Joule, por consiguiente, se requiere una mayor generación de energía para suplir la misma carga, quemándose mayor cantidad de combustible e incrementándose la emisión de CO₂ a la atmosfera.
- La instalación al carecer su alta directiva de una cultura energética, entre otros inconvenientes trae aparejado el desconocimiento y aplicación de indicadores de Eficiencia Energética, tales como: Índice de consumo e Intensidad Energética.
- El transformador que alimenta al servicio se encuentra con un nivel de cargabilidad del 99,28%. Tal situación pone en alto riesgo el tiempo de vida útil del mismo, pues ante una pequeña variación de la demanda a servir se corre el riesgo de que en el mismo se produzca un cortocircuito y se destruya el equipo por concepto de una sobrecarga.

ÁREA DE ESTUDIO

Tabla 15. *Área de estudio*

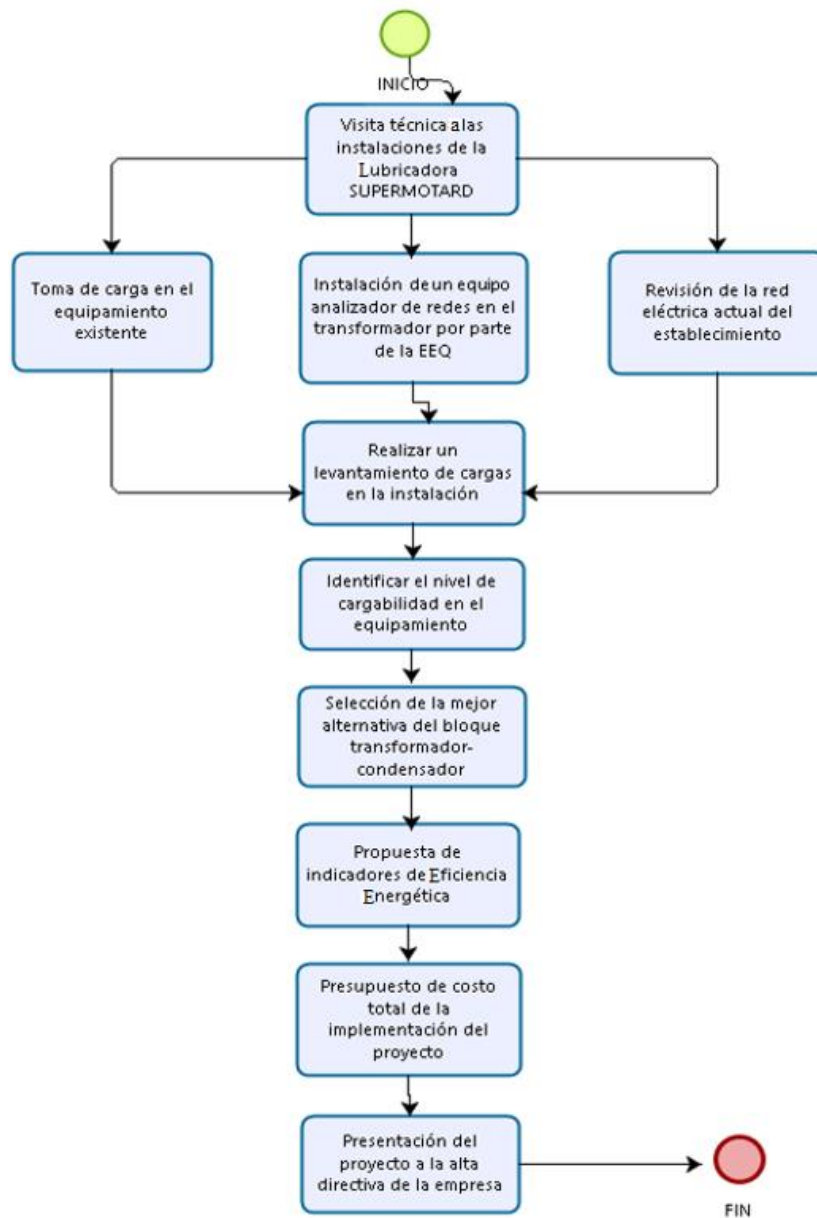
Dominio	Investigación de sistemas industriales y de mantenimiento
Línea de investigación	Sistemas Industriales
Sub-Línea de investigación	Optimización energética de procesos con la integración de sistemas de generación renovable, eficiencia energética y estrategias de ahorro de energía
Campo	Ingeniería Industrial
Área	Eficiencia Energética
Aspecto	Evaluación de todos los aspectos del consumo eléctrico durante la realización de todas las actividades laborales que se ejecutan en la Lubricadora.
Objeto de estudio	Mejoramiento de la Eficiencia Energética en una empresa Lubricadora ubicada en la Ciudad de Quito.
Periodo de análisis	septiembre 2022 a diciembre 2022

Nota. *Área enfocada a la Eficiencia Energética. Obtenido de: Universidad Indoamérica, 2022.*

Modelo Operativo

Se plantea en la **Figura 30** un modelo operativo mediante el uso de un diagrama de flujo en el cual se describen cada uno de los procesos a cumplirse, para establecer una secuencia lógica de trabajo orientado a los objetivos planteados anteriormente.

Figura 30. Modelo operativo en torno al cumplimiento de la propuesta



Nota. En la figura se detalla las actividades a seguir mediante el diagrama de flujo en las instalaciones de la Lubricadora Supermotard con el fin de cumplir con la propuesta planteada. Elaborado por el investigador

1. Visita técnica a las instalaciones de la Lubricadora Supermotard

La visita técnica realizada a la instalación y a las áreas que componen, incluyó tres partes fundamentales: una revisión en la instalación acerca de la red actual, el equipamiento y, finalmente la colocación de un equipo Analizador de Redes para realizar un diagnóstico acerca del comportamiento de los parámetros eléctricos en el transformador que alimenta al servicio, por parte de la Empresa Eléctrica Quito, EEQ.

2. Revisión de la red eléctrica actual del establecimiento

En torno a la ejecución de esta actividad, se contó con el acompañamiento de un trabajador de la entidad con la calificación requerida para el caso. Posteriormente, se obtuvo todos los datos e información de las redes actuales y, se analizó cada uno de los equipos ubicados en la misma, como son: equipos para el lavado, compresor, iluminación de las instalaciones, equipos de mantenimiento de autos, equipos de diagnóstico y equipos de computación.

3. Valoración del analizador de redes en el transformador instalado por la EEQ

Para la ejecución de este parámetro de estudio se realizó un estudio coordinado con la Empresa Eléctrica y con la ayuda de un Técnico Eléctrico, se procedió con el cumplimiento de cada uno de los protocolos de medición y de seguridad. También, demostró ser personal técnico calificado en torno a la ejecución de las tomas de carga realizadas en el establecimiento. Durante ese transcurso se analizó la calidad de la electricidad en el transformador, mediante la instalación de los equipos analizadores de redes eléctricas, la toma de estos datos se hizo en el transcurso de siete días, lo cual logró obtener resultados estadísticos del comportamiento de los parámetros eléctricos presentes en el transformador del establecimiento.

3. Toma de carga en el equipamiento existente

En esta tarea se contó con la participación de un técnico calificado correspondiente a la organización. Con el uso de un amperímetro de Gancho para medir los valores de corriente reales demandada en un instante de tiempo por cada equipo.

4. Realizar un levantamiento de cargas en la instalación

Se procederá al levantamiento de cargas respectivo de cada equipo que conforman la instalación, tomando como datos los parámetros nominales de cada equipo asignados por el fabricante en su placa identificativa como pueden ser: su valor de potencia nominal, voltaje, frecuencia y corriente.

5. Identificar el nivel de cargabilidad en el equipamiento

Mediante el uso del amperímetro se procede a la medición del amperaje real de los equipos eléctricos que conforman la instalación eléctrica del establecimiento con el fin de conocer si los equipos se encuentran sobrecargados o no.

6. Selección de la mejor alternativa del bloque transformador-condensador

En torno a los factores de reserva de cargas que debe existir en el equipamiento, para lo cual se debe considerar las partes interesadas. Conjuntamente, la disponibilidad en el país, con el fin de que el transformador satisfaga cada uno de los requisitos de la demanda de la Empresa, mediante la potencia instalada en el servicio. Asimismo, una capacidad de reserva disponible para futuros incrementos de carga en el servicio.

7. Propuesta de indicadores de Eficiencia Energética

Se propone la implementación de indicadores de Eficiencia Energética, para llevar un control más eficaz de la electricidad consumida en la Lubricadora, con el fin de tener una visión general de las mejoras implementadas con posterioridad.

8. Presupuesto del costo total para la implementación del proyecto

Con la información desglosada de cada uno de los materiales eléctricos a adquirir se procede a la realización de un presupuesto total en donde consta: la mano de obra a emplear, movilización, maquinarias y otros materiales necesarios.

9. Presentación del proyecto a la alta directiva de la empresa

En este paso se procede con la respectiva presentación del proyecto enfocado al mejoramiento energético de la Empresa, como la aplicación de los indicadores energéticos con el fin de dar una visualización numérica acerca de la manera en la cual se consume la energía eléctrica dentro del servicio

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

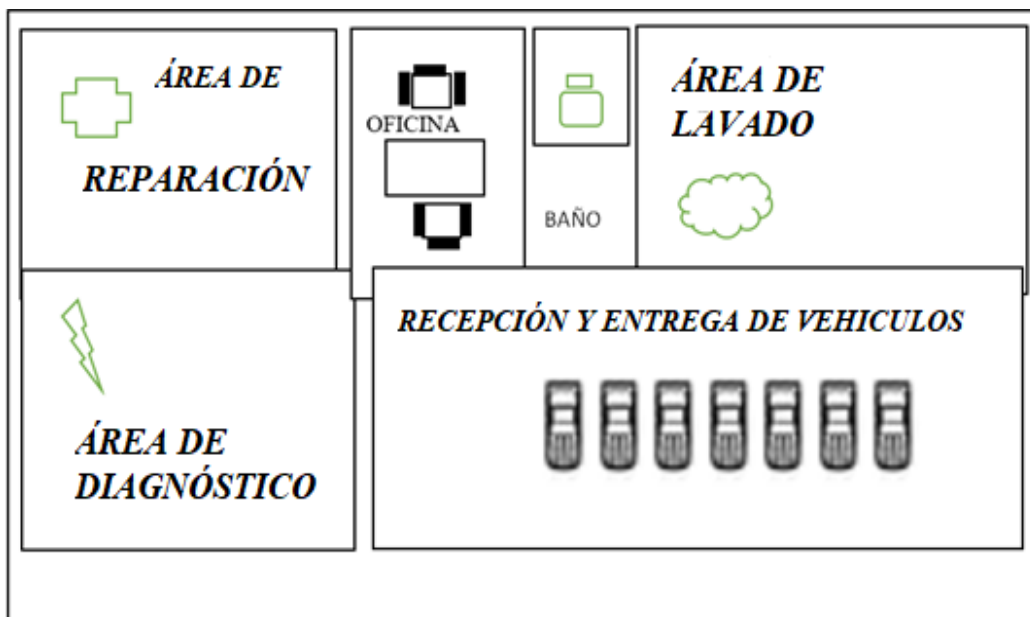
Desarrollo del modelo operativo

Título: Mejoramiento de la Eficiencia Energética en una empresa Lubricadora ubicada en la ciudad de Quito

Levantamiento de las cargas instaladas en la instalación correspondiente a la Lubricadora Supermotard

En la **Figura 31**, las instalaciones de la Lubricadora se dividieron por áreas para identificar su equipamiento, tales como: área de reparación, oficina, área de lavado, diagnóstico y recepción.

Figura 31. *Layout de la Lubricadora Supermotard*



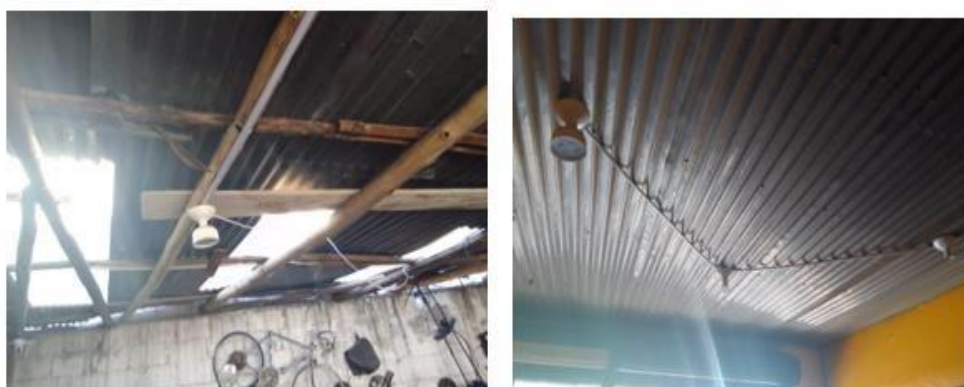
Nota. Se detalla en el Layout las respectivas áreas de la lubricadora. Elaborado por el investigador

Iluminación de las instalaciones

Las instalaciones de la Lubricadora cuenta con 12 lámparas tipo led, ver **Figura 32** en

el cual se distribuyen en cada una de las áreas: dos (2) lámparas led en el área de reparación, dos (2) en el área de diagnóstico, tres (3) en el área de lavado de vehículos, tres (3) lámparas en el área de recepción y entrega de vehículos, una (1) lámpara tipo led en la oficina administrativa y una (1) lámpara incandescente en el baño. En la **Tabla 16** se detallan los cálculos de potencia de las lámparas que operan de lunes a domingo desde 8:00 a.m. hasta las 18:00 p.m.

Figura 32. *Luminarias de la instalación lubricadora*



Nota. *En la siguiente figura se muestra las luminarias repartidas en la instalación lubricadora.*

Datos obtenidos por el investigador

Tabla 16. *Análisis de las lámparas de la instalación Lubricadora.*

ANÁLISIS DE LAS LÁMPARAS UBICADAS EN LA INSTALACIÓN			
TIPO	CANTIDAD	POTENCIA ACTIVA	POTENCIA REACTIVA
Lámparas LED UFO 350 P2956	12	1,8	2,04

Nota. *Se muestra las luminarias existentes en la lubricadora. Toma de datos por el investigador*

A partir del levantamiento de cargas las lámparas eléctricas en servicio se usan para todas las áreas lámparas LED UFO 350 P29566 las cuales brindan la iluminación necesaria a la instalación con una potencia activa = 1,8 kW y potencia reactiva= 2,04 kVAr.

Equipos de mantenimiento y lavado

Dentro de las áreas de lavado y mantenimiento se puede encontrar varios equipos de servicio, existe un compresor de marca Campbell Hausfeld, véase **Figura 33**, el cual utiliza aire comprimido para la realización de los servicios como: limpieza de autos, inflación de neumáticos, mantenimiento de motores y para pintar. Las especificaciones de este compresor abarcan 60 galones de aire comprimido, a una presión o psi máximo de 135. La utilización del mismo incluye a toda la jornada laboral de ocho (8) horas. A continuación, se detalla en la **Tabla 17**.

Figura 33. *Compresor Campbell Hausfeld utilizado en la lubricadora.*



Nota. *En la siguiente figura se detalla las especificaciones del compresor que es utilizado por la organización. Datos tomados por el investigador*

Tabla 17. *Especificaciones del compresor*

CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR	
MARCA	CAMPBELL HAUSFELD
MODELO	VT6195
SERIE	C18J280636
MOTOR	MARATHON ELECTRIC
MODELO	5KCR49VN2685Y
SERIE	C18J280636
HP	1
VOLT	230
RPM	3485
FR	56
SF	1
CORRIENTE	15,7 AMP

Nota: *En la siguiente tabla se detalla cada una de las especificaciones de la maquina compresora.*

Datos obtenidos por el investigador

Para el lijado y pulido de los repuestos automotrices en la organización Lubricadora se utiliza la esmeriladora de banco, marca TRUPER, véase **Figura 34**, la cual está impulsada por un motor trifásico de una potencia de 0,5 HP, con corriente de alimentación de 3 A y una tensión de 127 V, por lo cual es una de las maquinarias más utilizadas dentro de la entidad, el cual requiere de mantenimiento preventivo. A continuación, se adiciona en la **Tabla 18** las especificaciones del esmeril de banco.

Figura 34. Esmeril de banco



Nota. En la siguiente figura se detalla la placa chapa con sus especificaciones. Datos obtenidos por el investigador

Tabla 18. Cuadro de especificaciones de la esmeriladora de banco

ESPECIFICACIONES DE LA ESMERILADORA DE BANCO	
MODELO	EBA-650
TENSIÓN	127 V
FRECUENCIA	60 Hz
CORRIENTE	3 AMP
VELOCIDAD	3400 r/min
MARCA	TRUPER
HP	0,5
POTENCIA	370 W

Nota. Especificaciones de la placa chapa de la esmeriladora de banco. Datos obtenidos por el investigador

A continuación, para el área de lavado, la organización cuenta con una Hidrolavadora de marca Portén, para el lavado de automóviles y motocicletas, véase **Figura 35**, marca líder en el lavado de automóviles, monofásica trefilar, conectado a 220 v, motor de 5 HP que cuenta con una frecuencia de 60 Hz. Adicionalmente, se detalla en la siguiente **Tabla 19** las especificaciones de la hidrolavadora.

Figura 35. Hidrolavadora Portén



Nota. En la siguiente figura se detalla la hidro lavadora con su respectiva placa chapa. Datos obtenidos por el investigador.

Tabla 19. Especificaciones de la hidro lavadora

ESPECIFICACIONES HIDROLAVADORA	
MARCA	PORTEN
MODELO	2200 PS
HP	5 hp
CORRIENTE	11 AMP
VOLTAJE	220v
PRESIÓN	2700 psi – 186 bar

Nota. Especificaciones de la hidro lavadora Portén de la placa chapa. Datos obtenidos por el investigador

Equipos de oficina

Dentro las áreas administrativas, véase **Tabla 20**, de la instalación Lubricadora se puede encontrar equipos informáticos como: laptops, cafeteras, dispensadores de agua, cocina de inducción, microondas, televisiones y un refrigerador para complementar el servicio del área de mantenimiento el cual suma: potencia activa= 9,41 kW y potencia reactiva = 5,75 KVAr.

Tabla 20. *Equipos de la oficina administrativa*

EQUIPOS DE OFICINA ADMINISTRATIVA				
EQUIPO	CANTIDAD	AMPERAJE	POTENCIA ACTIVA	POTENCIA REACTIVA
LAPTOPS	3	1,5 AMP	0,42	0,255
MICROONDAS	2	5 AMP	0,96	0,57
DISPENSADOR DE AGUA	2	5,5 AMP	1,02	0,62
CAFETERA	2	3 AMP	0,56	0,34
CÁMARAS DE VIGILANCIA	8	0,35	0,256	0,16
TELEVISORES	3	1 AMP	1,12	0,67
REFRIGERADOR	1	3 AMP	0,28	0,17
COCINA A INDUCCIÓN	1	15 MP	4,8	2,97
TOTAL			9,41	5,75

Nota. *Se detallan los equipos utilizados en el área administrativa de la lubricadora. Datos obtenidos por el investigador*

Finalmente se estableció los registros de cada equipo que posee la instalación Lubricadora con sus respectivas cantidades, amperajes, Factor Potencia y potencias activas y reactivas, agrupándolos en grupos de acuerdo a su área y funcionamiento en las cinco categorías de distribución por área del transformador de 90 kVA, tal como se puede observar en la siguiente **Tabla 21**, en donde se procedió al análisis de las cargas en el cual se obtuvo las características de los mismo, dando aproximadamente un valor de potencia total aparente en la instalación Lubricadora de 88.81 kVA

Tabla 21. Levantamiento de cargas eléctricas

Nro. Equipo	Nombre Equipo	Cantidad	Volt	TIPO DE CARGA		AMPERAJE		POTENCIA			
				Monofásica	Trifásica	Nominal	Real de trabajo	Hp	Factor Potencia	Potencia Activa (KW)	Potencia Reactiva (kVAR)
1	ESMERILADORA 1	1	110v	X		3,4 AMP	2 AMP	0,5 HP	0,85	0,31	0,34
2	CARGADOR DE BATERIAS	1	110x	X		8,9 AMP	7,1 AMP	2,15 HP	0,85	0,83	0,51
3	MOTORES ELÉCTRICOS TRIFASICO SIEMENS	2	220v		X	22 AMP	18,3 AMP	8 HP	0,85	12,6	11,2
4	ELEVADOR DE POSTES AUTOMOTRIZ	3	220v		X	10 AMP	7 AMP	5 HP	0,85	9,6	6
5	ANALIZADOR DE GASES	2	110v	X		1,5 AMP	1,3 AMP	4 HP	0,85	0,28	0,17
6	MÁQUINAS CALADORA	1	110v	X		6,5 AMP	4 AMP	2 HP	0,85	0,63	0,37
7	BANCO LIMPIADOR DE INYECTORES	2	110v	X		2 AMP	0,9 AMP	1 HP	0,85	0,36	0,228
8	SOLDADORA MIG	1	220v		X	7,5 AMP	5,5 AMP	10 HP	0,85	2,4	1,5
9	TALADROS	2	110v	X		1,5 AMP	1,1 AMP	0,91 HP	0,85	0,28	0,114
10	AMOLADORAS	2	110v	X		6,4 AMP	4,4 AMP	3,6 HP	0,85	1,2	0,68
11	COMPRESOR DE TORNILLO	1	220v		X	8 AMP	7,7 AMP	10 HP	0,85	0,748	0,457
12	HIDROLAVADORAS	2	220v		X	11 AMP	7 AMP	4 HP	0,85	7,12	4,4
13	COMPRESOR PORTEN MOVIL	2	110	X		14 AMP	10 AMP	2,5 HP	0,85	2,6	1,6
14	SOLDADORA POR ELECTRODO	1	220v		X	32 AMP	29,5 AMP	14,7 HP	0,85	10,36	6,4
15	ASPIRADORAS	3	110v	X		8 AMP	6 AMP	2 HP	0,85	2,25	1,35
16	PULIDORAS	3	110v	X		10 AMP	8 AMP	1,1 HP	0,85	2,7	1,71
17	COMPRESOR	1	220v		X	17 AMP	14 AMP	3,7 HP	0,85	5,5	3,41
18	MÁQUINAS DE ESPUMA DE AUTOS	3	110v	X		7 AMP	5,5 AMP	1,5 HP	0,85	1,95	1,20
19	ESMERILADORA DE BANCO 2	1	110v	X		6,76 AMP	3,2 AMP	0,2 HP	0,85	0,63	0,351
20	LÁMPARAS LED	12	110v	X		1,6 AMP	1 AMP		0,85	1,8	2,04
21	CÁMARAS DE VIGILANCIA	8	110v	X		0,35 AMP	0,29 AMP		0,85	0,256	0,16
22	CAFETERAS	2	110v	X		3 AMP	2,6 AMP		0,85	0,56	0,34
23	MICROONDAS	2	110v	X		5 AMP	4 AMP		0,85	0,96	0,57
24	DISPENSADOR DE AGUA	2	110v	X		5,5 AMP	3,3 AMP		0,85	1,02	0,62
25	LAPTOP	3	110v	X		1,5 AMP	0,8 AMP		0,85	0,42	0,255
26	TV LG	3	110v	X		1 AMP	1 AMP		0,85	1,125	0,675
27	REFRIGERADOR	1	110v	X		3 AMP	2,4 AMP		0,85	0,28	0,171
28	PLACA DE INDUCCIÓN INDURAMA	1	220v		X	15 AMP	11 AMP	8,4 HP	0,85	4,8	2,97
									TOTAL	73,55	49,78

Nota. En la siguiente tabla se muestra todos los levantamientos de cargas. Elaborado por el investigador

Para los respectivos cálculos de las potencias respecto al levantamiento de cargas de los equipos eléctricos se utilizaron ciertas fórmulas matemáticas que permitieron

obtener los resultados esperados, tales como:

Potencia Activa

La siguiente ecuación matemática se utiliza para calcular la potencia activa para cargas monofásicas y trifásicas:

Cargas trifásicas:

$$P_{3f} = \sqrt{3} * V_L * I_L * \cos \varphi$$

Cargas monofásicas:

$$P_{1f} = V * I * \cos \varphi$$

Donde:

- $V_L =$ Voltaje
- $I_L =$ Intensidad de corriente nominal
- $\cos \varphi =$ Coseno del ángulo entre la onda de corriente y el voltaje (Factor de Potencia)
- $\cos \varphi = 0,75$ Dato tomado de la placa de identificación.
- $\varphi = 41,40$
- $\sin \varphi = \sin 41,40$ (ángulo existente entre la onda de la corriente y el voltaje)

Potencia Reactiva

La siguiente ecuación matemática se utiliza para calcular la potencia reactiva para cargas monofásicas y trifásicas:

Cargas trifásicas:

$$Q_{3f} = \sqrt{3} * V_L * I_L * \sin \varphi$$

Cargas monofásicas:

$$Q_{1f} = V * I * \sin \varphi$$

Donde:

- $V_L = \text{Voltaje}$
- $I_L = \text{Intensidad}$ de corriente nominal
- $\cos \varphi = \text{Coseno del ángulo entre la onda de corriente y el voltaje (Factor de Potencia)}$
- $\varphi = \cos^{-1} 0,85$
- $\varphi = 31,78$
- $\text{Sen } \varphi = \text{sen } 31,78$

Potencia nominal

Después de haber calculado las potencias activas (kW) y reactivas (kVA) de cada uno de los quipos eléctricos que conforman el consumo energético de la Lubricadora Automotriz se procede como último paso al cálculo de la potencia nominal (kVA), el cual se procede partiendo de la siguiente fórmula matemática:

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

Nota. En la siguiente ecuación se detalla la fórmula a emplear con el fin de calcular la potencia nominal de las cargas del transformador.

En el cual tenemos los siguientes datos:

$S = \text{potencia nominal}$

$\sum P^2 = \text{Sumatoria potencias activas elevadas al cuadrado}$

$\sum Q^2 = \text{Sumatoria potencias reactivas elevadas al cuadrado}$

Por lo tanto, reemplazando los datos obtenemos:

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

$$S = \sqrt{(73,55)^2 + (49,78)^2}$$

$$S = 88,81 \text{ kVA}$$

Resultados finales del levantamiento de carga de los equipos deservicio de la lubricadora

Con la conclusión de los cálculos respectivos de los equipos analizados se procede a realizar la tabla final de los resultados obtenidos en las tres potencias calculadas.

Tabla 22. Resultados del levantamiento de cargas de los equipos eléctricos

RESUMEN DE LOS VALORES DE POTENCIA ELÉCTRICA CORRESPONDIENTE AL LEVANTAMIENTO DE CARGAS	
POTENCIA ACTIVA (kW)	73,55 kW
POTENCIA REACTIVA (kVAr)	49,78 KVAr
POTENCIA APARENTE (kVA)	88,81 kVA

Nota. Se detalla los resultados del levantamiento de cargas de los equipos. Elaborado por el investigador

Selección de la mejor alternativa del bloque transformador-condensador

Propuesta de la sustitución de la capacidad del transformador eléctrico.

Para el cambio de capacidad o redimensionamiento del transformador de la instalación se debe tener en cuenta tres aspectos: factor de carga, estudio técnico y la viabilidad económica. A través de la cual se optará por la mejor decisión con el fin de que opere de manera correcta y así también el transformador sea adecuado en relación al número de equipos que operen en la instalación.

Se detalla en la **Figura 36**, mediante el uso de diagrama de flujo cada paso a seguir para realizar el redimensionamiento, los materiales a utilizarse en el cambio del transformador.

Figura 36. En el siguiente diagrama se detalla los pasos a seguir para el cambio del transformador eléctrico.



Nota: Diagrama de procedimientos para la selección del nuevo transformador. Elaborado por el investigador.

Cálculos para el dimensionamiento del transformador eléctrico

El dimensionamiento de la capacidad para el nuevo transformador, se obtuvo en base al cálculo de la potencia aparente obtenido en el levantamiento de carga de los equipos que conforman la instalación, dando como resultado final 88,81 kVA. Por el cual, se debe extraer el 20% como factor de reserva para el transformador, con el fin de poder abarcar futuros incrementos de demanda por aumento de equipos eléctricos o por ampliaciones en la

organización. En torno a la selección del 20% el mismo establece punto de equilibrio con la finalidad de garantizar el factor reserva y por incremento de pérdidas en el transformador para tener como factor de uso el 80% de la capacidad del transformador. Se procede a la realización de cálculos para la selección del nuevo transformador:

$$(88,81 \text{ kVA}) \times 20\% = 17,76 \text{ kVA}$$

Finalmente se procede a la suma de los resultados obtenidos

$$88,81 \text{ kVA} + 17,76 \text{ kVA} = 106,57 \text{ kVA}$$

El valor para la consideración del nuevo transformador es de 106,57 kVA. Para su selección se toma como referencia a las normativas internacionales Estándar General Requirements (EGR), véase **Tabla 23**, se procede a la selección de la capacidad del nuevo transformador correspondiente al inmediato superior del valor obtenido el cual aplica para un valor de **112,5 kVA**.

Tabla 23. Clasificación por kVA de los transformadores eléctricos

CLASIFICACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES POR kVA	
Transformadores Monofásicos (kVA)	Transformadores Trifásicos (kVA)
5	15
10	30
15	45
25	75
37,5	112,5
50	150

Nota. En la siguiente tabla de valoraciones de la clasificación por kVA se encuentran normalizados según la normativa Estándar General Requirements IEEE Estándar. Datos obtenidos por el investigador

Selección del transformador

Para la selección del nuevo transformador de 112,5 kVA se realizó una investigación exhaustiva con respecto a las características del mismo a implementar, para lo cual se evaluó en el mercado los siguientes aspectos: disponibilidad, precios del equipo y por su puesto la calidad y durabilidad del mismo. En la **Tabla 24** muestra las principales características del transformador seleccionado para el cumplimiento de la propuesta.

Tabla 24. Especificaciones del modelo de transformador seleccionado

MODELO DE TRANSFORMADOR SELECCIONADO	
CARACTERÍSTICAS	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO
Nro.	9975497
VA Rating del transformador	112,5 KVA
Fases	3
Frecuencia de operación	60 Hz
Voltaje primario	2,84
Voltaje secundario	220/195
Temperatura ambiente	30
Material	ACERO
Garantía	3 AÑOS
Marca	INDUSTRIA ANDINA DE TRANSFORMADORES (INATRA S.A.)
Costo	\$2.700
Año	2020
Norma	ANSI
Peso Total	574 kg
Altitud	3000
Refrigeración	ONAN
Conexión	DY5
Clase Aislante	Ao
Aceite	Mineral
ACCESORIOS	VÁLVULA DE DRENAJE
	PUESTA A TIERRA
	VÁLVULA DE SOBREPRESIÓN
	INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE
NORMAS	ANSI

Nota. La tabla muestra las características técnicas del transformador disponible en el mercado ecuatoriano, con su respectiva descripción. Datos obtenidos por el investigador.

Figura 37. Transformador trifásico de 112,5 kVA INATRA



Nota. En la siguiente figura se observa el nuevo transformador trifásico de 112,5 kVA a implementarse para el cumplimiento de la propuesta

En la investigación se pudo evidenciar la segunda oportunidad encaminada al ahorro energético, la cual se encuentra ubicada en el transformador, la misma consiste en la aplicación de un banco de condensadores, con la finalidad de realizar la corrección del Factor de Potencia en el servicio (≥ 92), con el fin de reducir las pérdidas eléctricas, tanto en el servicio como en la red primaria de alimentación mediante la disminución de la corriente demandada y evitar multas económicas por un uso ineficiente.

Propuesta para la selección de un banco condensadores encaminados a la corrección del Factor de Potencia en el servicio.

En base al diagnóstico realizado por parte de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), se evidenció que el Factor Potencia de la instalación no cumple con el valor establecido por la regulación actual de 0.92, véase **Tabla 25**. Debido a que en el cálculo del mismo con respecto al total de las tres fases analizadas arroja un resultado de 0,86 como promedio. Por lo que está fuera del límite establecido según la regulación vigente.

Tabla 25. Factor de Potencia de 0,86

FACTOR DE POTENCIA			
PARÁMETRO ANALIZADO	MÍNIMO	PROMEDIO	MÁXIMO
FACTOR DE POTENCIA TOTAL	0,78	0,86	0,91

Nota: En la siguiente tabla de acuerdo a las muestras obtenidas se determinó que el factor potencia total obtenido de las tres fases es de 0,86 por lo que está fuera del límite establecido. Datos obtenidos por el investigador

Un Factor de Potencia bajo es económicamente desventajoso, debido a las penalizaciones existentes, también reduce la vida productiva de los aparatos electrónicos, sobrecalienta conductores, existe caídas en las tensiones, sobrecarga las líneas de distribución y sobre todo aumenta el consumo de la potencia reactiva, la cual no se transforma en trabajo útil.

Respecto a la selección del banco de condensadores se debe considerar algunos criterios técnicos para su elección partiendo principalmente del análisis de calidad energética con una lectura de *factor potencia promedio* = 0,86 por lo que la organización incumple con la regulación vigente ARCERNN 002/20.

$$\text{Factor Potencia inici}(\cos\theta_1) = 0,86 \text{ ángulo de } 30,68^\circ$$

$$\text{Factor Potencia fin}(\cos\theta_2) = 0,95 \text{ ángulo de } 18^\circ$$

Sumando todas las potencias activas monofásicas y trifásicas obtenidas con anterioridad se procede al cálculo:

$$P_T = 73,55 \text{ kW}$$

$$Q_T = P_T * \operatorname{tg}\phi_i$$

$$Q_T = 73,55 \text{ kVAr} * 0,67$$

$$Q_T = 49,27 \text{ kVAr}$$

Determinación de la Potencia aparente total

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

$$S_{T_3\phi} = \sqrt{(73,55)^2 + (49,78)^2}$$

$$S_{T_3\phi} = 88,81 \text{ kVA}$$

Posteriormente se procede al cálculo de corriente total del circuito empleando la siguiente formula:

$$S_{T_3\phi} = \sqrt{3} * U_L * I_{LT}$$

$$I_{LT} = \frac{ST}{UL * \sqrt{3}}$$

$$\frac{88,81 \text{ KVA}}{208V * \sqrt{3}} = \frac{88,81 \text{ KVA}}{208V * 1,73}$$

$$I_{LT} = \frac{88,81 \text{ KVA}}{360,27V} = 246,5 \text{ A}$$

Determinación de la potencia reactiva capacitiva

$$Q_c = P_T * (\text{tg}\phi_i - \text{tga}\phi_f)$$

Del triángulo de potencias se determinar el ángulo inicial (ϕ_i)

$$\text{tg}\phi_i = (Q_T) / P_T = 49,78\text{KVA} / (73,55 \text{ KW}) = 0,67 \text{ equivale a un ángulo de } 33,82^\circ$$

Se desea un factor potencia de 0,95, entonces se determina el ángulo final(ϕ_f) que equivale a 18,19°

$$\text{tg}\phi_i = \text{tg } 33,82^\circ = 0,67$$

$$\text{tg}\phi_f = \text{tg } 18,19^\circ = 0,2937$$

$$Q_c = 73,55 * (0,67 - 0,2937)$$

$$Q_c = 73,55 * 0,38$$

$$Q_c = 27,95 \text{ kVAr}$$

Dado que se calcula la capacidad de cada condensador que forma la batería, el valor que se obtiene al dividir la potencia reactiva total entre tres (3) es la potencia reactiva por fase. (3).

$$Q_{cf} = \frac{Q_c}{3} = \frac{27949 \text{ VAR}}{3} = 9316 \text{ VAR}$$

$$Q_{cf} = 9316 \text{ VAR}$$

$$Q_{cf} = 9,3 \text{ kVAR}$$

En la unión triangular, la tensión de línea resulta ser igual a la tensión de fase inicial

$$U_l = U_f = 208 \text{ V}$$

$$Q_{cf} = U_f * I_{cf}$$

Q_{cf} = Potencia Reactiva Capacitiva por fase

I_{cf} = Intensidad de fase del capacitor.

U_f = Tensión de fase

U_l = Tensión de línea

$$I_{cf} = \frac{Q_{cf}}{U_f} = \frac{9316 \text{ VAR}}{208 \text{ V}}$$

$$I_{cf} = 44,79 \text{ A}$$

También en las fases se calcula la reactancia capacitiva (X_c):

$$X_c = \frac{U_f}{I_{cf}} = \frac{208 \text{ V}}{44,79 \text{ A}} = 4,64 \Omega$$

Finalmente, se calcula la capacidad de los condensadores en cada fase:

$$C = \frac{1}{2\pi f X_c} = \frac{1}{2 * 3.1416 * 60\text{Hz} * 4,64\Omega} = \frac{1}{1749.24} = 5,71676 \times 10^{-4}$$

$$C = 571,67 \mu\text{f}$$

Antes y después de la compensación con banco de condensadores

La **Tabla 26** y **Tabla 27** se describe los valores antes y después de las compensaciones mediante el incremento del Factor Potencia y la reducción significativa de la potencia reactiva (kVAr).

Tabla 26. Valores antes de la compensación de las instalaciones

VALORES FINALES ANTES DE LA COMPENSACIÓN						
	TENSIÓN	INTENSIDAD (A)	FACTOR POTENCIA	POTENCIA ACTIVA (kW)	POTENCIA APARENTE (kVA)	POTENCIA REACTIVA (kVAr)
TOTAL	208 v	246,5	0,86	73,55	88,81	49,78

Nota. Valores obtenidos antes de la compensación con banco de condensadores

Tabla 27. Valores después de la compensación de las instalaciones

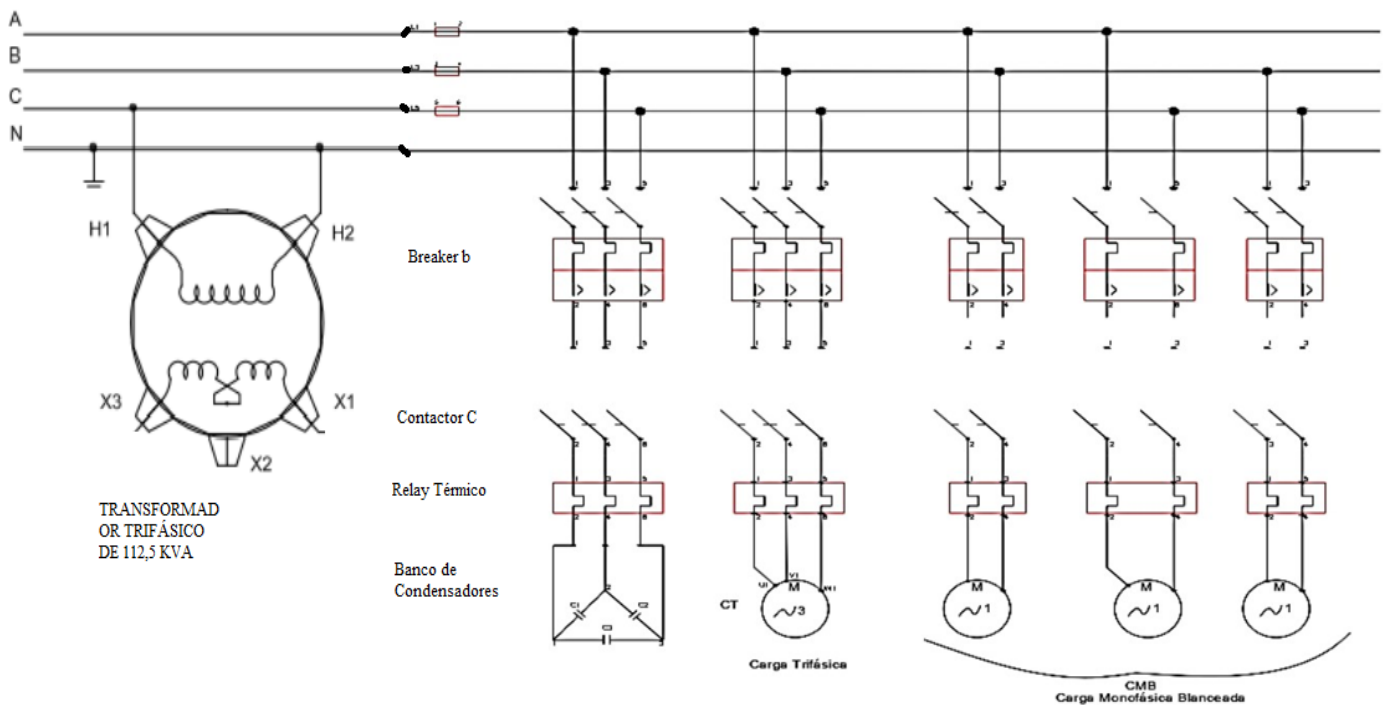
VALORES FINALES DESPUÉS DE LA COMPENSACIÓN						
	TENSIÓN	INTENSIDAD (A)	FACTOR POTENCIA	POTENCIA ACTIVA (kW)	POTENCIA APARENTE (kVA)	POTENCIA REACTIVA (kVAr)
TOTAL	208 v	219,41	0,95	73,55	78,68	27,95

Nota. Valores obtenidos después de la compensación con banco de condensadores

Descripción de diagramas

Se detalla en la **Figura 38**, el plano final del diagrama de fuerza con el banco de condensadores para la corrección del Factor Potencia en la instalación.

Figura 38. Circuito de fuerza con el banco condensador de la lubricadora y el transformador de 112,5 kVA



Nota. En la figura se detalla el diagrama de fuerza de la Lubricadora con el banco de condensadores de las cargas trifásicas y monofásicas. Datos obtenidos por el investigador

Figura 39. Banco de condensadores a implementar



Nota. En la siguiente figura se observa el armado total del banco de condensadores.

Propuesta de Indicadores de Eficiencia Energética

Se recomienda la implementación de dos indicadores de Eficiencia Energética que corresponden a la organización Lubricadora.

Índice de Consumo Energético

Este tipo de indicador mide los niveles de eficiencia o ineficiencia que está relacionado con la cantidad de kW – h consumidos en un período de tiempo y, las horas hombre utilizados.

$$ICE = \frac{\text{Consumo de energía (kW – h)}}{\text{horas hombre producidas (HH)}}$$

Por lo tanto:

- **ICE:** por lo general se representa en kW-h consumidos por los equipos eléctricos o por servicios prestados.
- **kW-h:** consumo de energía producida en periodo de tiempo determinado.
- **Horas hombre producido (HH):** las horas que se emplea en torno a las horas de servicio prestadas durante el mes (30 días).

Indicador de consumo energético del mes de enero del 2022

$$ICE = \frac{\text{Consumo de energía (kW – h)}}{\text{horas hombre producidas}}$$

$$ICE = \frac{294,00 \text{ kW – h}}{240 \text{ horas hombre}}$$

$$ICE = 1,23 \frac{\text{kW – h}}{\text{horas hombre(HH)}}$$

Indicador de consumo energético del mes de junio del 2022

$$ICE = \frac{\text{Consumo de energía (kW - h)}}{\text{horas hombre producidas}}$$

$$ICE = \frac{208,00 \text{ kW - h}}{240 \text{ HH}}$$

$$ICE = 0,87 \frac{\text{kW - h}}{\text{HH}}$$

Dados los cálculos de los dos meses enero y junio del 2022 se puede concluir que:

- Como se puede apreciar en los siguientes cálculos existe un índice de consumo con tendencia a la reducción de $1,23 \text{ (kW - h) / (HH)}$ a $0,87 \text{ (kW - h) / (HH)}$.

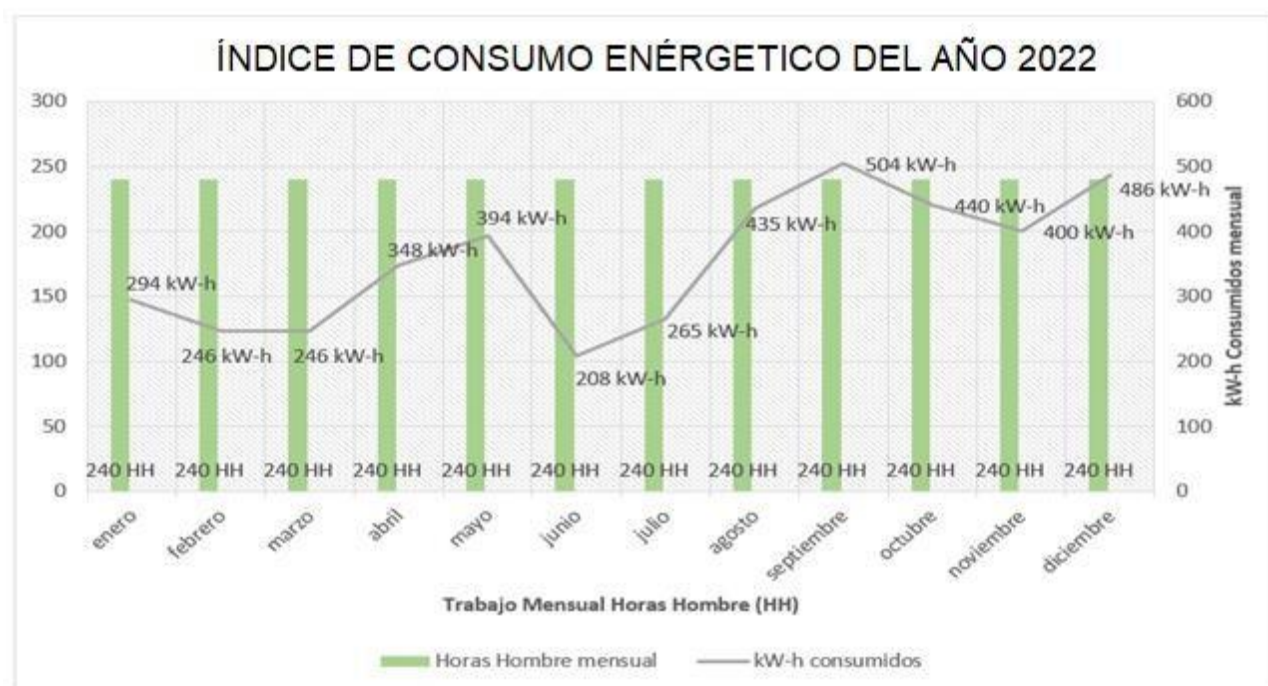
Tabla 28. Indicador de consumo energético del año 2022

INDICADOR DE CONSUMO ENERGÉTICO (ICE)			
MES	Consumo Energético (kW-h)	Horas de trabajo mensual (horas-hombre) (8 horas laborales)	Índice de consumo energético (ICE)
Enero	294.00 kW-h	240 HH	$1,23 \frac{\text{kW-h}}{\text{HH}}$
Febrero	246.00 kW-h	240 HH	$1,02 \frac{\text{kW-h}}{\text{HH}}$
Marzo	246.00 kW-h	240 HH	$1,02 \frac{\text{kW-h}}{\text{HH}}$
Abril	348.00 kW-h	240 HH	$1,45 \frac{\text{kW-h}}{\text{HH}}$
Mayo	394.00 kW-h	240 HH	$1,64 \frac{\text{kW-h}}{\text{HH}}$
Junio	208.00 kW-h	240 HH	$0,87 \frac{\text{kW-h}}{\text{HH}}$
Julio	265.00 kW-h	240 HH	$1,10 \frac{\text{kW-h}}{\text{HH}}$
Agosto	435.00 kW-h	240 HH	$1,81 \frac{\text{kW-h}}{\text{HH}}$

MES	Consumo Energético(kW-h)	Horas de trabajo mensual (horas-hombre) (8 horas laborales)	Índice de consumo energético (ICE)
Septiembre	504.00 kW-h	240 HH	$2,1 \frac{kW-h}{(HH)}$
Octubre	440.00 kW-h	240 HH	$1,83 \frac{kW-h}{(HH)}$
Noviembre	400.00 kW-h	240 HH	$1,66 \frac{kW-h}{(HH)}$
Diciembre	486.00 kW-h	240 HH	$2,02 \frac{kW-h}{(HH)}$
TOTAL	4266.00 kW-h	2880 HH	$1,48 \frac{kW-h}{(HH)}$

Nota. En la siguiente tabla se detalla los cálculos del índice de consumo energético por los meses del año 2022. Elaborado por el investigador

Figura 40. Índice de consumo energético en el año 2022



Nota. En la figura se detalla las 240 HH que ejercen los trabajadores de la empresa con la variación de consumo energético en kW-h del año 2022. Elaborado por el investigador

Índice de Intensidad Energética

Es un indicador utilizado para evaluar el impacto de consumo de los recursos energéticos de las organizaciones, el cual se relaciona con los consumos energéticos y el nivel de productos alcanzados o PIB (expresado en valores).

$$IE = \frac{CE \text{ (Consumo energetico final)}}{PIB}$$

Por lo tanto:

- *IE* = Índice de intensidad energética
- *CE* = Consumo final de la energía
- *PIB* = Producto interno bruto de la Organización o país durante el mes (30 días)

De acuerdo a los valores registrados de las facturas de consumo de luz se recoge los valores pagados en el mes, para realizar el cálculo del indicador intensidad energética en el medidor de luz con código único eléctrico de 1401025842.

Indicador de Intensidad energética mes de enero 2022

$$IE = \frac{CE}{PIB}$$

$$IE = \frac{294.00 \text{ Kw} - h}{\$ 1,250,00}$$

$$IE = 0,23 \text{ Kw} - h/\$$$

Indicador de intensidad energética del mes de septiembre del 2022

$$IE = \frac{CE}{PIB}$$

$$IE = \frac{504.00 \text{ Kw} - h}{\$ 1,730,00}$$

$$IE = 0,29 \text{ Kw} - h/\$$$

Dados los cálculos del año 2022 se puede concluir que:

- En el mes de enero de 2022 existe una intensidad energética baja debido a que su consumo energético es bajo y su nivel productivo (dólares americanos) es alto en relación a su PIB.
- En el mes de septiembre del 2022 tiene una intensidad de energía alta debido a que el consumo de energía es alto y su nivel de producción en dólares americanos es alto en relación a su producto interno bruto (PIB).

Tabla 29. *Intensidad energética por mes del año 2022*

INDICADOR DE INTENSIDAD ENERGÉTICA DEL AÑO 2022			
MES	Consumo Energético (CE	PIB (Ingresos totales en el mes	Intensidad Energética
		/dólares americanos)	
Enero	294.00 kW-h	\$ 1,250,00	0,23 kW-h/\$
Febrero	246.00 kW-h	\$ 1,050,00	0,23 kW-h/\$
Marzo	246.00 kW-h	\$ 1,060,00	0,23 kW-h/\$
Abril	348.00 kW-h	\$ 1,370,00	0,25 kW-h/\$
Mayo	394.00 kW-h	\$ 1,550,00	0,25 kW-h/\$
Junio	208.00 kW-h	\$ 940,00	0,22 kW-h/\$
Julio	265.00 kW-h	\$ 1,080,00	0,24 kW-h/\$
Agosto	435.00 kW-h	\$ 1,660,00	0,26 kW-h/\$
Septiembre	504.00 kW-h	\$ 1,730,00	0,29 kW-h/\$
Octubre	440.00 kW-h	\$ 1,685,00	0,26 kW-h/\$
Noviembre	400.00 kW-h	\$ 1,550,00	0,26 kW-h/\$
Diciembre	486.00 kW-h	\$ 1,690,00	0,29 kW-h/\$
TOTAL	4266.00 kW-h	\$ 16,615,00	0,25 kW-h/\$

Nota. *En la tabla se calcula la intensidad energética con los datos proporcionados con anterioridad.*

Elaborado por el investigador

Figura 41. Índice de intensidad energética del año 2022



Nota. En la siguiente figura se detalla la intensidad energética del año 2022 tomando en cuenta los consumos en kW-h/\$. Elaborador por el investigador.

Resultados esperados

Los resultados se centran en detectar las oportunidades de ahorro de energía en el servicio de la Lubricadora, las cuales se describen a continuación:

La **primera oportunidad** de ahorro es el cambio de la capacidad del transformador eléctrico que alimenta a la Empresa correspondiente a 90 kVA por uno de 112,5 kVA. Ya que el transformador instalado actualmente se encuentra al límite de su capacidad nominal con una demanda del 89.32 kVA, es decir, un factor de uso del 99.2%, y una disponibilidad de solamente de un 0,8%, por lo que se debe tomar medidas correctivas de manera inmediata con el fin de aumentar su capacidad para futuros equipos de servicio en la instalación automotriz y, evitar su deterioro por la ocurrencia de un cortocircuito por una sobre corriente.

Una **segunda oportunidad** de ahorro para la mejora energética es acoplar un banco de condensadores al transformador para la corrección del Factor Potencia, que va desde 0,86 a un valor óptimo de 0,95. El cual reduce las pérdidas eléctricas al disminuir la corriente utilizada en la instalación, reduciendo los consumos de potencia reactiva, evitándole al servicio una penalización por tener deteriorado dicho indicador. Dicha acción implica una reducción en el monto total a pagar en la factura a la Empresa Eléctrica. Además, reduce las pérdidas eléctricas en el circuito de distribución primaria que alimenta al servicio, al disminuir la corriente circulante por el mismo.

Una **tercera oportunidad** encaminada a la eficiencia energética corresponde a proponer indicadores direccionados a tal fin, como, por ejemplo: Índice de Consumo Energético e Índice de Intensidad Energética, pues a través de los mismos se podrán evidenciar el nivel de gestión en el uso racional de la energía posterior a su futura implementación, pues en el servicio no se manejaban los mismos con anterioridad.

Con respecto al equipamiento mecánico (compresor e hidrolavadora), se verificó la magnitud de sus corrientes tanto nominal como real, arrojando valores muy próximos. Por tal motivo, no existe criterio técnico para proponer un reemplazo de los mismos en la instalación.

Cronograma de actividades

En el siguiente cronograma de actividades **Figura 42**, en la primera semana se procede a la presentación de la propuesta a los altos directivos de la organización Lubricadora, posteriormente se procede a la realización de un presupuesto total con el fin de dar a conocer los detalles del equipamiento a implementar; después se procede al proceso de compra del equipo eléctrico requerido por la organización, luego verificar y adecuar el equipo a una área adecuada para el correcto funcionamiento del transformador, finalmente continuar con la adquisición del transformador por parte del gerente general.

Se realiza el cambio inmediato del nuevo transformador por parte de dos (2) técnicos eléctricos, luego realizar las pruebas de su correcto funcionamiento para el mismo. En la tercera semana se procede a la recepción de los materiales eléctricos para el armado del banco de condensadores por parte del gerente general de la organización, para posteriormente proceder a la elaboración del tablero y el montaje en el circuito eléctrico por parte de dos técnicos eléctricos.

Figura 42. Cronograma para el reemplazo del transformador y aplicación del banco de condensadores

	MAYO DEL 2023														
	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3				
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Socialización de la propuesta a los altos directivos de la Lubricadora Supermotard	■														
Solicitud de presupuesto total, para la compra de los equipos eléctricos		■													
Adquisición de los equipos eléctricos a implementarse			■	■	■										
Adecuación y verificación del área donde va a instalarse el transformador y el banco de condensadores						■	■								
Recepción de los nuevos equipos adquiridos por la empresa								■							
Cambio del antiguo transformador por el nuevo transformador de mayor capacidad									■						
Instalación del banco de Condensadores.										■					
Recepción del material, instalación y montaje del tablero eléctrico											■	■	■		
Verificación y monitoreo del funcionamiento del bloque transformador - condensador														■	
Recepción del trabajo por parte del gerente y finalización del proyecto															■

Nota. Cronograma a seguir para el desarrollo de la propuesta. Elaborado por: el investigador

Análisis de costos

Se elaboró en base a los valores totales a pagar por los equipos para la implementación de la propuesta y los valores a pagar por la mano de obra con el empleo de dos técnicos eléctricos, con el fin de ejecutar el reemplazo del cambio del nuevo transformador en la instalación de la empresa Lubricadora, así también la adición de un banco de condensadores en el servicio.

Con respecto a la selección del nuevo transformador de 112,5 kVA se seleccionó a una empresa líder en el país llamada INATRA S.A. La misma se encuentra ubicada en la ciudad de

Guayaquil, la cual se especializa en la fabricación de transformadores eléctricos a nivel de todo el país, se debe destacar que es la mejor opción para la organización.

Adicionalmente se toma en cuenta los gastos por salarios a los dos técnicos a emplear durante la duración del proyecto (15 días) tomando en cuenta el nuevo Salario Básico Unificado del año 2023, para la implementación de la propuesta, gastos adicionales como la transportación para los equipos a emplear etc. Finalmente, el costo total para la implementación del proyecto es \$5,938,43 dólares americanos tomando en cuenta todos los gastos mencionados anteriormente.

Tabla 30. Costo del transformador de 112,5 kVA Marca INATRA S.A.

COSTO DEL TRANSFORMADOR DE 112,5 kVA MARCA INATRA S.A.				
ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	P. TOTAL.
1	1	Transformador trifásico de 112,5 kVA Año: 2020 Temperatura ambiental: 30°C Frecuencia:60Hz Refrigeración: ONAN Aceite: Mineral Altitud de montaje: 3000m Peso total: 574 kg Numero de Fases: 3 FASES Norma: ANSI Tensión primaria: 22860 V Tensión C. C: 3,92 Tipo de conexión: DY5 Durac C. C. S: 2 Tensión secundaria:220 Correc. Sec A: 295 Color: PLATA Marca: INATRA, FABRICACION NACIONAL, cuenta con ISO 9001	\$ 2,700,00	\$ 2,700,00
2	3	3 PARARRAYOS TIPO CODO DE 25 kVA	\$ 205,00	\$ 615,00
3	2	FEED THRU PARA 25 kVA	\$ 260,00	\$ 520,00
SUBTOTAL				\$ 3,835,00
12% IVA				\$ 460,2
TOTAL, A PAGAR				\$ 4,295,2

Nota. Costos del transformador de 112,5 kVA, marca INATRA. Datos obtenidos por el investigador

Tabla 31. Costo del banco de condensadores

COSTO DE MATERIALES			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Controlador de factor potencia	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Contactador LC1D12M7 18A-220V	3	\$ 35,37	\$ 106,11
Condensador trifásico 3kVAr-220v	3	\$ 60	\$ 180,00
Transformador de corriente 80/5 ^a	1	\$ 14,05	\$ 14,05
Int - termo magnético C60N-3P-40 ^a	1	\$ 25,6	\$ 25,6
Fusible NH-00-17 A más base	9	\$ 6	\$ 54
Breaker C60-2P-1 A	5	\$ 10,06	\$ 50,30
Breaker C60-2P-16 A	1	\$ 29,8	\$ 29,8
Gabinete	1	\$ 45	\$ 45
Conductor 10 AWGN THHN-FLEX	4,5	\$ 0,75	\$ 3,38
Conductor 6AWG THHN-FLEX (metros)	9	\$ 1,38	\$ 12,42
Cable desnudo 8AWG 7hilos (metros)	6	\$ 1,25	\$ 7,50
Varios elementos	1	\$ 10	\$ 10
SUBTOTAL			\$ 738,16
IVA (12%)			\$ 88,58
TOTAL			\$ 826,73

Nota. Se detalla los costos para la implementación del banco condensador. Elaborado por el investigador.

Tabla 32. Costo de las horas hombre (HH) del personal técnico

RUBRO\EMPLEADO	COMPRADOR/TÉCNICO ELÉCTRICO
Salario Mínimo Vital (2023)	\$ 450,0
Sueldo	\$ 550,0
IESS Patronal (11,35%)	\$ 62,4
13	\$ 45,8
14	\$ 37,5
FR	\$ 45,8
Vacaciones	\$ 22,9
Desahucio	\$ 11,5
Total/Mensual	\$ 776,0
Incremento	41,08 %
Horas mes	160
Costo minuto	\$0,081
Costo hora	\$ 4,85
Costo hora extra-50%	\$ 7,275
Costo hora extra-100%	\$ 9,7

Nota. En la tabla se muestra los respectivos cálculos con el fin de obtener los costos por horas/hombre en torno a la implementación de la propuesta. Datos obtenidos por: el investigador

Tabla 33. Gastos por mano de obra (horas- hombre).

COSTOS POR MANO DE OBRA (HH)			
ACTIVIDADES	PERSONAL EMPLEADO	HORAS HOMBRE (HH)	COSTO TOTAL USD
Inicio de compra del nuevo transformador marca INATRA con sus elementos adicionales.	1 comprador	12 HH	\$ 58,2
Adquisición de los nuevos equipos eléctricos y movimientos hacia el área destinada.	2 técnicos eléctricos	14 HH	\$ 67,9
Adaptación del área	2 técnicos eléctricos	8 HH	\$ 38,8
Reemplazo del nuevo transformador eléctrico de 112,5 kVA y pruebas de funcionamiento	2 técnicos eléctricos	18 HH	\$ 87,3
Pruebas finales del transformador trifásico de 112,5 kVA.	2 técnicos eléctricos	8 HH	\$ 38,8
Compra de los materiales para el armado del banco de condensadores.	1 comprador	10 HH	\$ 48,5
Armado del tablero y montaje de los circuitos eléctricos del banco de condensadores.	2 técnicos eléctricos	12 HH	\$ 58,2
Verificación de la funcionalidad del banco de condensadores instalado.	2 técnicos eléctricos	8 HH	\$ 38,8
TOTAL		90 HH	\$ 436,5

Nota. En la tabla se muestra los costos del nuevo transformador eléctrico, implementación del banco de condensadores y la mano de obra.

Tabla 34. Costo total del proyecto

COSTO TOTAL DEL PROYECTO		
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL USD
Transformador trifásico de 112,5 kVA.	Transformador de elaboración nacional, Marca INATRA.	\$ 4,295,2
Transportación del transformador GYE – UIO	Transporte externo	\$ 350,00
Banco de condensadores	Materiales adquiridos en Grupo Electro Mejía (GECM)	\$ 826,73
Flete de los materiales del banco de condensadores GECM – LUBRICADORA.	Transporte externo	\$ 30,00
Costo de mano de obra		\$ 436,5
TOTAL		\$ 5,938,43

Nota: Se detallan los costos adicionales por transportación, costos del banco de condensadores y el nuevo transformador.

En el costo total del proyecto se toman en consideración una serie de elementos necesarios para realizar la instalación del banco de condensadores, tales como: los elementos que aparecen en la **Tabla 30** y **Tabla 31** del presente informe de investigación. Los mismos son sugeridos por los proveedores seleccionados; para el transformador la empresa INATRA S.A. y para el banco de condensadores GRUPO ELÉCTRO COMERCIAL MEJÍA. En ambos casos los elementos accesorios forman parte de un bloque de diseño de los equipos.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En el proceso de diagnóstico encaminado a detectar las oportunidades de ahorro en el servicio con respecto a la parte eléctrica, se instaló un equipo analizador de redes en el banco de transformadores indicando un nivel de cargabilidad en el mismo del 89,28 %, la situación anterior pone en riesgo el tiempo de vida útil del transformador ante una pequeña variación de la carga a servir. Además, se detectó un factor de potencia de 0,86; por debajo de la norma ecuatoriana correspondiente a 0,92. Tal situación implica un incremento de las pérdidas tanto al servicio como a la red eléctrica de alimentación.
- Con respecto a la parte mecánica con posterioridad de realizar un levantamiento de cargas se pudo evidenciar que la corriente real demandada tanto por el Compresor como por la Hidrolavadora se encuentran dentro de un rango permisible, sin dar lugar a un criterio para un reemplazo de una capacidad diferente.
- Dadas las oportunidades de ahorro detectadas con el fin de incrementar la Eficiencia Energética, se propuso un cambio de la capacidad del transformador de 90 kVA a uno de 112,5 kVA, lo cual permite contar con un 20% de reserva de su capacidad, para asimilar variaciones de incremento de carga sin comprometer su vida útil. El 20% de reserva establece un equilibrio entre las pérdidas constantes, las cuales debe pagar el servicio a la Empresa Eléctrica mensualmente y, el beneficio de no correr el riesgo de que el mismo se deteriore por un

cortocircuito. La instalación de un banco condensadores acoplados al transformador, para la corrección del Factor Potencia de 0.86 a 0.92, produce: la disminución del consumo de potencia reactiva, mejora la regulación del voltaje en el servicio, evita el pago de penalizaciones a la Empresa Eléctrica de Quito y, la reducción de pérdidas eléctricas en el circuito de alimentación primaria al servicio. Lo anteriormente expuesto contribuye a la reducción de los costos totales de producción en el indicador de electricidad. La capacidad adecuada del banco de condensadores para la corrección del Factor Potencia indicado anteriormente corresponde a 571,67 μf con un voltaje de 208 v, conexión en delta, cada fase lleva un tercio de la carga total, se ubica en cada fase un condensador con potencia reactiva de 10 kVAr.

- Se propone a la organización el establecimiento de indicadores de Eficiencia Energética, tales como: Índice de Consumo Energético e Índice de Intensidad Energética. Con el propósito de conocer sus valores en las condiciones actuales, con el fin de tener una base referencial de los mismos, la cual permitirá con posterioridad de realizar las mejoras tener puntos de comparación encaminados a la mejora continua de la Eficiencia Energética. De esta forma se logra evidenciar la gestión energética de la organización para reducir el consumo de energía

RECOMENDACIONES

- Se propone a la alta directiva de la organización realizar anualmente una solicitud a la Empresa Eléctrica de la ciudad para hacer un chequeo, monitoreo y diagnóstico al transformador, para tener una visión clara acerca del comportamiento de los parámetros eléctricos del mismo.
- Se debe establecer un proceso computarizado que garantice tener una actualización constante de las cargas instaladas en el servicio.
- Se recomienda a la organización Lubricadora Supermotard el reemplazo cuanto antes del transformador existente por uno de capacidad inmediata superior y de conjunto la instalación del banco de condensadores en el transformador con el fin de evidenciar la corrección del Factor Potencia para contribuir a la reducción de las pérdidas eléctrica y así evitar las penalizaciones por bajo factor potencia por parte de la Empresa Eléctrica Quito.
- Se propone a la alta directiva de la organización Lubricadora la utilización de indicadores de Eficiencia Energética, puesto que mediante ellos se puede evidenciar la optimización continua del proceso al implementar las oportunidades de ahorro mencionadas anteriormente.

BIBLIOGRAFÍA

Chasipanta, L. (2022). *Dimensionamiento de las redes de distribución eléctrica del Taller Automotriz "EM"*. Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica.

INEN. (2008). *Código de Práctica Ecuatoriano CPE INEN 19:2001*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/CPE-19.pdf>

Agencia regulación y control de electricidad. (2018). *RESOLUCIÓN Nro. ARCONEL-018/18*

Columba, J. (2022). *Propuesta de eficiencia energética para la disminución del consumo eléctrico en el hangar de mantenimiento en Avianca*. Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica.

Llumiquinga, F. (2012). *Diseño de un banco de condensadores para la corrección del factor potencia de la empresa banchisfood S.A.* Quito: Universidad Politécnica Salesiana

Montero, B. (2022). *Compensación de cargas reactivas en la instalación eléctrica de una fábrica productora de hielo, y la incidencia en la penalización por bajo factor de potencia en el 2022*. Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica

Sarachu, E. (4 de julio de 2017). *caloryfrio*. Obtenido de *caloryfrio*: <https://www.caloryfrio.com>

Universal Energía. (10 de abril de 2017). *Universal Energial*. Obtenido de *Universal Energial*: <https://universal-energia.com>

Lifasa. (2022, septiembre 12). *Corrección factor de potencia*. Retrieved from https://lifasa.com/pdf/CORRECCI%C3%93N_FACTOR_POTENCIA

UNE 12464-1:2003. *Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores*.

JIMENEZ, L. (16 de enero de 2013). *Uso Racional y Eficiente de la Energía*. Obtenido de <http://didacty.blogspot.com>

ARCERNNR 002/20. (2021). *Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica*. Agencia de Regulación y Control de Energía y recursos no Renovables.

Agencia Regulatoria y de Control Eléctrico de Ecuador. (2019). *Factor Potencia*. Quito: Empresa Eléctrica Quito.

IMPROSELEC S.A. (2021). *Análisis de Calidad de Energía Eléctrica*. MED Agencia.

REGULACION No. CONELEC – 004/01. *Calidad Del Servicio Eléctrico De Distribución*. Ecuador: CONELEC, 2001.p. 6; 7

JOE OLA, *Boletín Electrónico N.º 01*, “Como Reducir la Factura de Energía Eléctrica Corrigiendo el Factor de Potencia”.

Fundación Wikimedia, I. (26 de enero de 2017). *Eficiencia energética*. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia_energética

BARROS, Wellington, *Corrección del factor de potencia en sistemas industriales*, Tesis EPN Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, 1981.

ANEXOS

Anexo A: Reporte de Calidad Energética



Empresa Eléctrica Quito

Oficio Nro. EEQ-DCPT-2022-0069-OF

Quito, D.M., 17 de noviembre de 2022

Asunto: ACP. SR. CARLOS DÍAZ

Señor
Juan Joel Segura D'rouville
En su Despacho

Con base en lo establecido en el Memorando Nro. EEQ-DCPT-2022-0722-ME, del 27 de octubre de 2022, de referencia, en el que solicita:

"...se realice un Análisis de Calidad de Producto en el número de CUEN 1401025842, y en el transformador que se sirve..."

Informo que, se procedió con la instalación de analizadores de calidad de energía en bornes de BV del transformador T_14762 de 90 [kVA] y en el CUEN 1401025842, ubicados en la Av. Real Audiencia y calle Homero Bautista, sector Ponceano, con el propósito de verificar los parámetros eléctricos establecidos en la Regulación ARCERNR 002/20 "Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica", a través de una medición directa; obteniendo los siguientes resultados:

Del análisis de la medición realizada en el transformador N° 14762, se determina una demanda máxima de 89.32 [kVA], un factor de uso de 99.2% y una demanda disponible de 0.68 [kVA], además los registros de medición de voltaje se ubican entre +4.6 % y -1.4 % del voltaje nominal 210/121 [V]. Se registran valores fase neutro entre 126.56 y 119.27 voltios.

En el CUEN 1401025842, los registros de medición de voltaje se ubican entre +3.5 % y el -3.7 % del voltaje nominal 210/121 [V]. Se registran valores fase neutro entre 125.21 y 116.53 voltios.

En el transformador N° 14762 y en el CUEN 1401025842, se cumple lo establecido en la Regulación ARCERNR 002/20 "Calidad del servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica", que establece como límite máximo de variación el $\pm 8\%$ del voltaje nominal.

Por lo expuesto, se determina que los parámetros eléctricos suministrados por la Empresa Eléctrica son los adecuados cumpliendo lo establecido en la regulación estipulada por el ARCERNR.

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.

Oficio Nro. EEQ-DCPT-2022-0069-OF

Quito, D.M., 17 de noviembre de 2022

Sírvase encontrar adjunto los informes de las mediciones realizadas para su revisión y análisis.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Mgs. Germán Israel Casillas Peña
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO Y
PÉRDIDAS TÉCNICAS (E).**

Referencias:

- EEQ-DCPT-2022-0722-ME

Anexos:

- acp_ing_juan_segura.pdf
- acp_t_14762_90kva_real_audiencia_y_homero_bautista.pdf
- acp_t_14762_cuen_1401025842_med_156479.pdf

Copia:

Señor Ingeniero
Hamilton Israel Paucar Fernández
Jefe Sección Medición

Señora Ingeniera
Verónica Johanna Pallares López
Secretaría 1

sc/tp



Firmado electrónicamente por:
**GERMÁN ISRAEL
CASILLAS PENA**

Dirección: Av. 10 de Agosto y Barzoiomé de Las Casas. Casilla 17-01-473 / Quito - Ecuador.
Teléfono: (02) 396-4700 • www.eeq.com.ec



**GUILLERMO LASSO
PRESIDENTE**

* Documento firmado electrónicamente por Quito

2/2

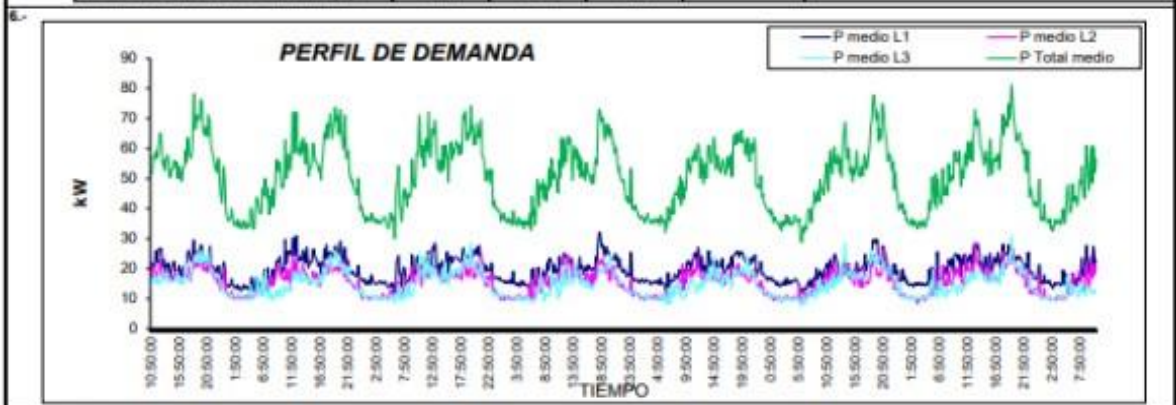
Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.

EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S. A.
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO Y PÉRDIDAS TÉCNICAS
SECCIÓN MEDICIÓN

CALIDAD DE PRODUCTO Código: DI-CP-P001-F003	ACP-2022-NOV- 1/2	REFERENCIA:	EEQ-DCPT-2022-0722-ME
1.- ÁREA QUE SOLICITA	DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO Y PÉRDIDAS TÉCNICAS		
PERSONA QUE SOLICITA	ING. GERMAN CASILLAS		
FECHA DE RECEPCIÓN DEL PEDIDO	1 de noviembre de 2022		
FECHA DE DESPACHO DEL PEDIDO	8 de noviembre de 2022		
2.- NOMBRE DEL CLIENTE:	ING. JUAN SEGURA		
DIRECCIÓN:	AV. REAL AUDIENCIA Y CALLE HOMERO BAUTISTA		
SECTOR Y ZONA:	Urbano NORTE, REAL AUDIENCIA		
PUNTO GIS:	780115.641 9987072.25 2822		
3.- DETALLES			
Transformador N°.	14762	CUEN	1401025842
Montaje	CENTRO DE TRANSF. AEREO	Voltaje de Placa T (V)	22800 -- 210/121
Fases	3	Año del Transformador	1998
Potencia (kVA)	90	Equipo Instalado	PO BOX 50
Propiedad	EMPRESA	Numero de Serie	2048-021
Medio Voltaje (V) (Del Primario)	22800	Fecha de Instalación	1 de noviembre de 2022
Bajo Voltaje (V) (Evaluado)	210/121	Fecha de Retiro	8 de noviembre de 2022
Subestación	19 (E.E. Quito / Cotacachi)	Dias de Lectura	7
Primario	Positivo E	Intervalo de registro	0.10 min
Sitio de la Instalación:	Bornes de Bajo Voltaje del Transformador 14762 de 90 kVA		

ANÁLISIS DE DEMANDAS	VALOR	UNIDAD	ENERGÍAS	VALOR	UNIDAD
FACTOR DE USO A DEMANDA MÍNIMA	41.06	%	POTENCIA DISPONIBLE	6.88	kVA
FACTOR DE USO A DEMANDA MEDIA	65.28	%	FACTOR DE CARGA	62.33	%
FACTOR DE USO A DEMANDA MÁXIMA	99.2	%	ENERGÍA EN EL PUNTO DE MEDICIÓN	5487.12	kWh

DESCRIPCIÓN PARAMETRO ANALIZADO	PROM	MAX	MIN	CUMPLE REG ARCONR 002/20	OBSERVACIONES
DEMANDA kW	50.55	81.10	26.75		
DEMANDA kVA	58.71	89.32	36.96		
FACTOR DE POTENCIA TOTAL	0.86	0.91	0.78		
FACTOR DE POTENCIA FASE 1	0.92	0.97	0.85		
FACTOR DE POTENCIA FASE 2	0.94	0.98	0.76		
FACTOR DE POTENCIA FASE 3	0.85	0.97	0.77		
VOLTAJE FASE 1	122.78	125.26	119.27	SI	EL 0.0% DE REGISTROS ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
VOLTAJE FASE 2	124.00	126.56	120.92	SI	EL 0.0% DE REGISTROS ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
VOLTAJE FASE 3	123.14	126.04	120.34	SI	EL 0.0% DE REGISTROS ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
FLICKER CORTA DURACIÓN FASE 1	0.22	1.65	0.11	SI	EL 0.0% DE REGISTROS ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
FLICKER CORTA DURACIÓN FASE 2	0.22	1.41	0.11	SI	EL 0.0% DE REGISTROS ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
FLICKER CORTA DURACIÓN FASE 3	0.27	1.31	0.09	SI	EL 0.0% DE REGISTROS ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
DISTORSIÓN ARMÓNICOS VOLTAJE (THD) FASE 1 (%)	1.65	2.44	1.01	SI	EL 0.0% DE REGISTROS ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
DISTORSIÓN ARMÓNICOS VOLTAJE (THD) FASE 2 (%)	1.40	2.39	1.03	SI	EL 0.0% DE REGISTROS ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
DISTORSIÓN ARMÓNICOS VOLTAJE (THD) FASE 3 (%)	1.77	2.98	1.07	SI	EL 0.0% DE REGISTROS ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
CORRIENTE FASE 1	174.07	278.42	106.83		
CORRIENTE FASE 2	143.21	240.99	80.99		
CORRIENTE FASE 3	136.49	256.80	74.61		
CORRIENTE NEUTRO	73.03	132.38	37.04		
DESEQUILIBRIO DE VOLTAJE (%)	0.75	1.35	0.21	SI	EL 0.0% DE REGISTROS ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES PERMITIDOS
DESBALANCE PORCENTUAL DE CORRIENTES (%)	27.92	22.82	40.27		
DESBALANCE PORCENTUAL DE VOLTAJES (%)	1.07	1.23	1.11		



7.- CONCLUSIONES: CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL TRANSFORMADOR SE DETERMINO QUE:

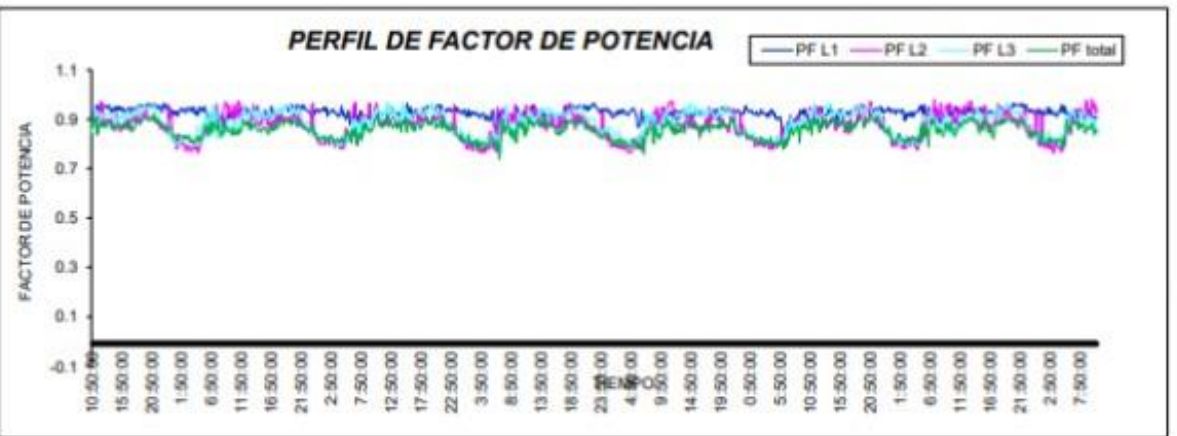
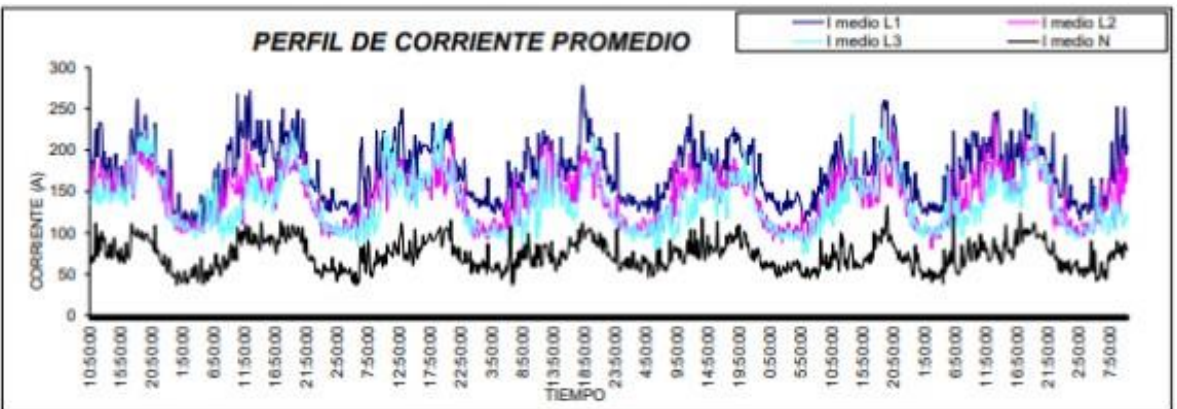
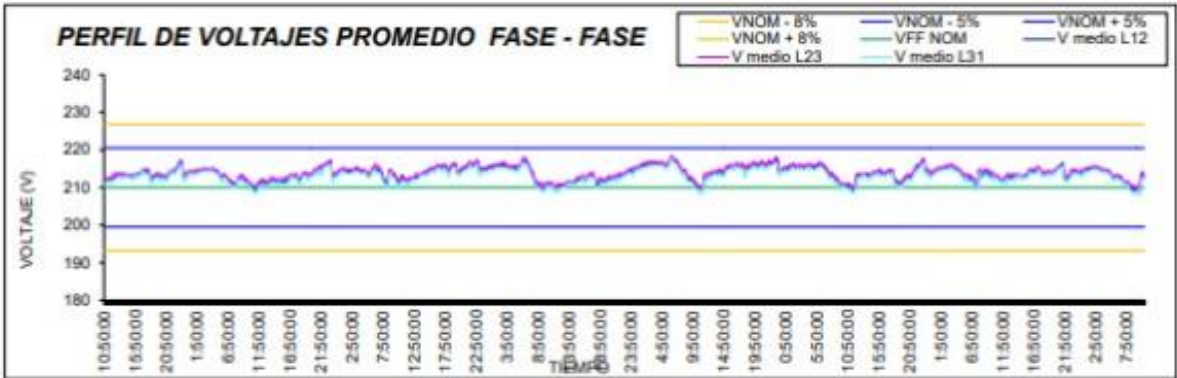
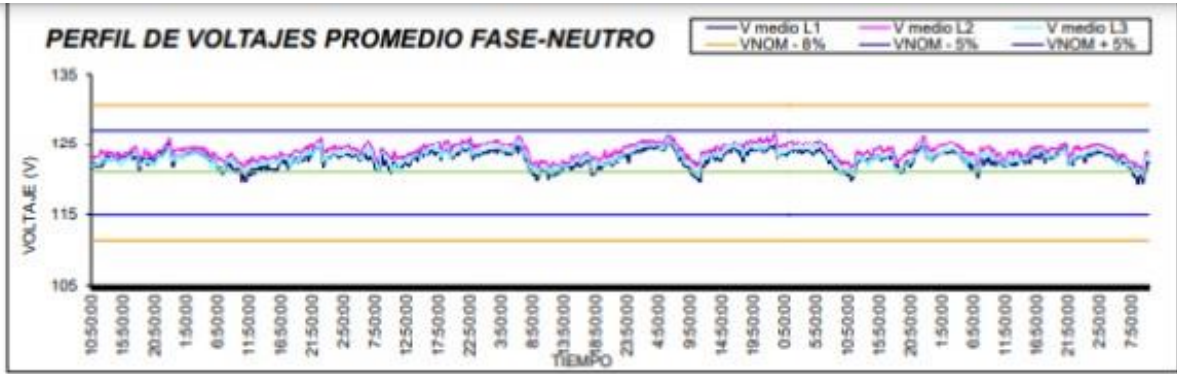
TRAFO SF:

LOS VALORES DE VOLTAJE REGISTRADOS ESTÁN DENTRO DE LOS LÍMITES ESTABLECIDOS EN LA REGULACIÓN DEL ARCONR 002/20
LOS VALORES DE FLICKER REGISTRADOS ESTÁN DENTRO DE LOS LÍMITES ESTABLECIDOS EN LA REGULACIÓN DEL ARCONR 002/20
LOS VALORES DE THD V REGISTRADOS ESTÁN DENTRO DE LOS LÍMITES ESTABLECIDOS EN LA REGULACIÓN DEL ARCONR 002/20

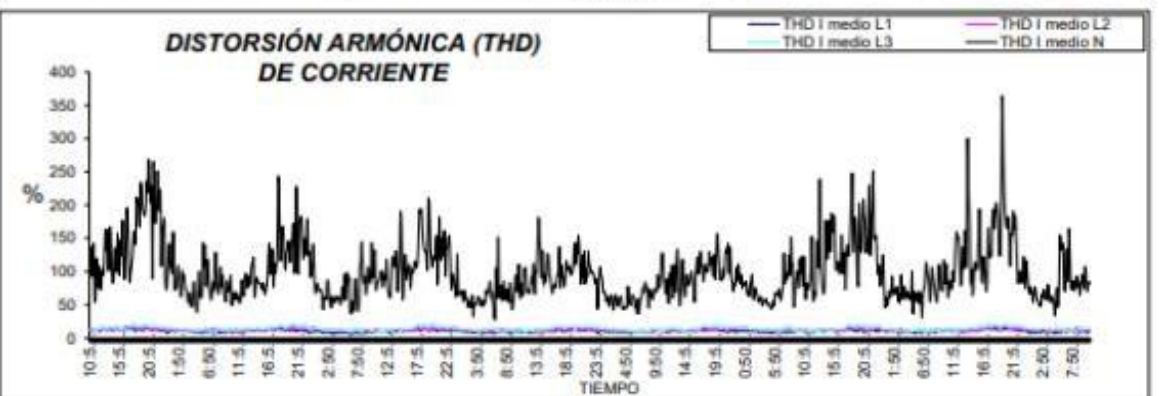
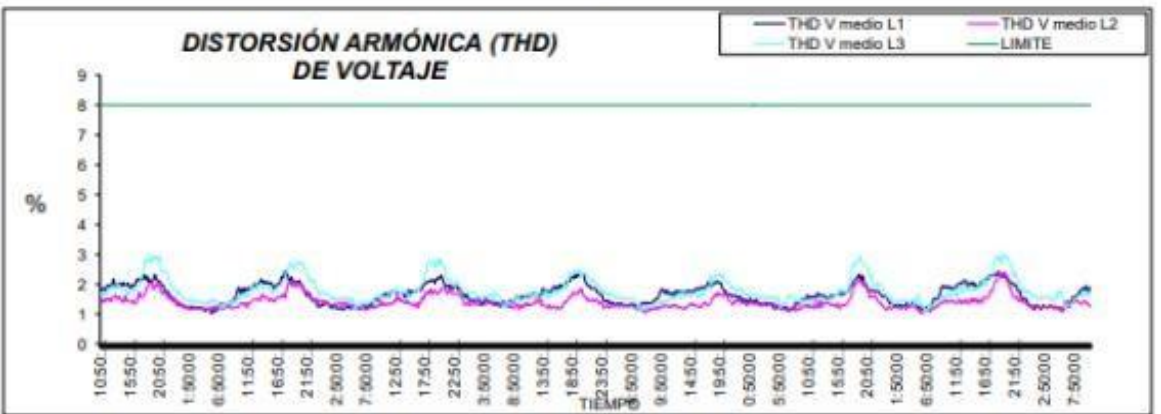
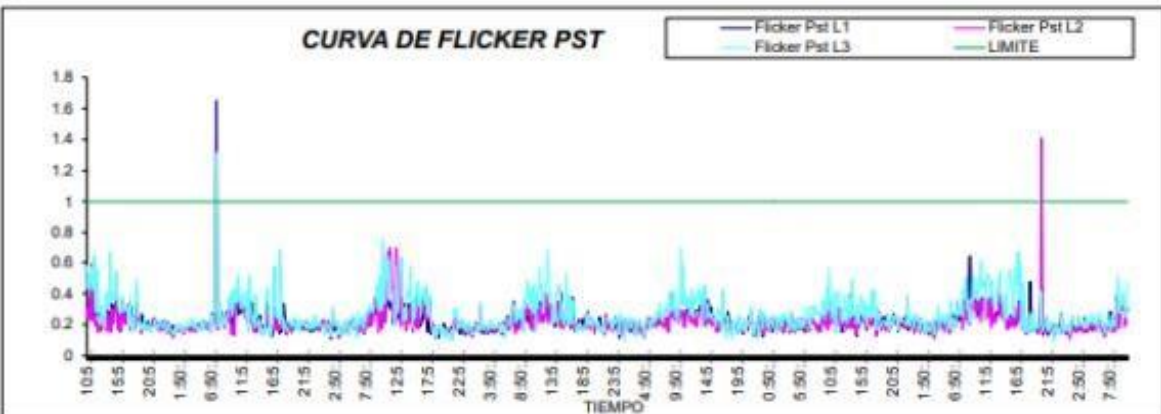
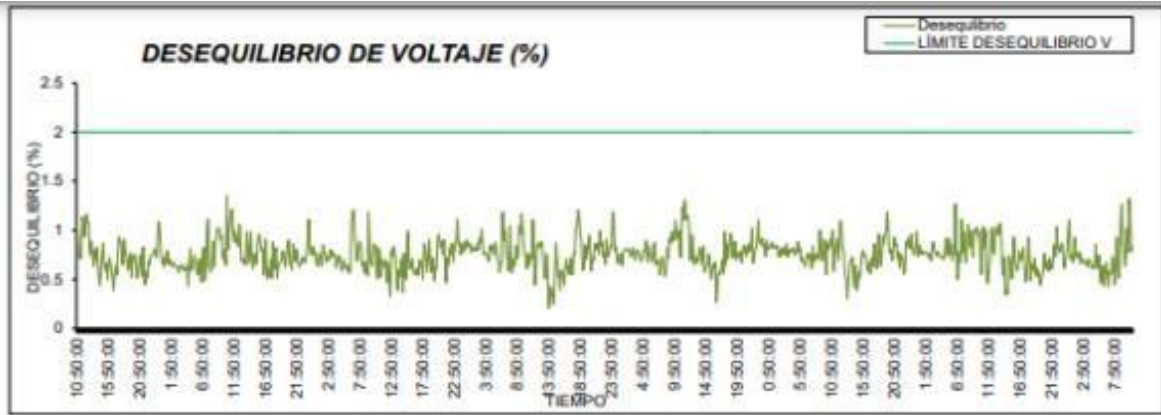
EJECUTADO POR:

TÉCNICOS	ANALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Tigo. Germán Betancourt Tigo. Lenin Narváez	Ing. Santiago Cuschicóndor	Ing. Hamilton Paucar	Ing. Germán Casillas

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Fuente: *Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.*

10.- CROQUIS DE UBICACIÓN Y ARCHIVO FOTOGRÁFICO



Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.

ANEXO B: Facturas de pago de la luz eléctrica del año 2022



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200008313468

Nro. factura 001-999-062067520
Nro. doc. interno 2571186240
Fecha de emisión 04-01-2022
Fecha de Vencimiento 19-01-2022
Número de autorización
0401202201179005388100120019990620675200038271818

VALOR TOTAL: 38,55

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468

Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO (DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO)
Cédula 0500355144
Celular 0987046676
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A N65-51 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

Código Único Eléctrico 1401025842

Tipo de tarifa Arconel BTGGSD01 - BT Comercial
Geocódigo 1402M014000868 **Unidad de Lectura** 1402M014

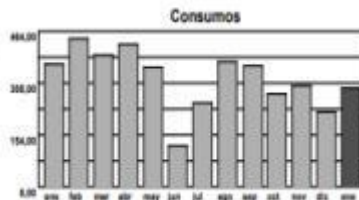
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 156479
Tipo de consumo leído
Fecha desde 03-12-2021
Días facturados 33
Fecha hasta 04-01-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	04-01-2022	4807,00	4513,00	0,00	294,00	0,00	294,00	kWh	23,81

2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	23,81
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	25,22
Servicio Alumbrado Público General	1,64
Subtotal Alumbrado Público (APG)	1,64
Intereses por Mora	0,03
Subtotal Otros Rubros	0,63
Base I.V.A. 0%	26,86
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,03
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	26,89

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	22,47
TOTAL	22,47

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	26,89	15	días

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	26,89
Valores Pendientes (2)	0,00
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	26,89

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 001-999-063288065
Nro. doc. interno 2621192126
Fecha de emisión 02-02-2022
Fecha de Vencimiento 17-02-2022
Número de autorización
0202202201179005388100120019990632880650038271813



K200008313468

VALOR TOTAL: 33,75

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468

Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO (DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO)
Cédula 0500355144
Celular 0987046676
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A-N65-51 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

Código Único Eléctrico 1401025842
Tipo de tarifa Arconel BTGSD01 - BT Comercial
Geocódigo 1402M014000868
Unidad de Lectura 1402M014

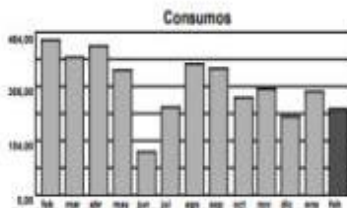
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 155479
Tipo de consumo leído
Fecha desde 05-01-2022
Días facturados 29
Fecha hasta 02-02-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-02-2022	5053,00	4807,00	0,00	246,00	0,00	246,00	kWh	19,93

2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	19,93
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	21,34
Servicio Alumbrado Público General	1,49
Subtotal Alumbrado Público (APG)	1,49
Intereses por Mora	0,02
Subtotal Otros Rubros	0,02
Base I.V.A. 0%	22,85
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,02
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	22,85

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	18,79
TOTAL	18,79

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	22,85	15	días

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	22,85
Valores Pendientes (2)	0,00
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELECTRICO (1+2+3)	22,85

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto
Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 001-999-064547059
Nro. doc. interno 3091080477
Fecha de emisión 03-03-2022
Fecha de Vencimiento 18-03-2022
Número de autorización
0303202201179005388100120019990645470590038271819



VALOR TOTAL: 33,76

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468

Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO (DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO)
Cédula 0500355144
Celular 0987046676
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A N65-51 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

Código Único Eléctrico 1401025842
Tipo de tarifa Arconel BTCGSD01 - BT Comercial
Geocódigo 1402M014000868
Unidad de Lectura 1402M014

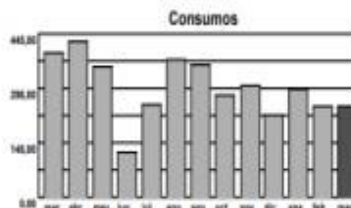
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 156479
Tipo de consumo leído
Fecha desde 03-02-2022
Días facturados 28
Fecha hasta 02-03-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-03-2022	5299,00	5053,00	0,00	246,00	0,00	246,00	kWh	19,93

2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	19,93
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	21,34
Servicio Alumbrado Público General	1,49
Subtotal Alumbrado Público (APG)	1,49
Intereses por Mora	0,03
Subtotal Otros Rubros	0,03
Base I.V.A. 0%	22,83
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,03
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	22,86

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	18,79
TOTAL	18,79

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SRN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	22,86	15	días

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	22,86
Valores Pendientes (2)	0,00
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	22,86

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolomé de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K20008313468

Nro. factura 001-999-067044376
Nro. doc. Interno 2301380571
Fecha de emisión 03-05-2022
Fecha de Vencimiento 18-05-2022
Número de autorización
0305202201179005388100120019990670443780038271815

VALOR TOTAL: 51,89

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468

Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO (DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO)
Cédula 0500355144
Celular 0987046678
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A-N65-51 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

Código Único Eléctrico 1401025842

Tipo de tarifa Arconel BTGSD01 - BT Comercial
Geocódigo 1402M14000868
Unidad de Lectura 1402M014

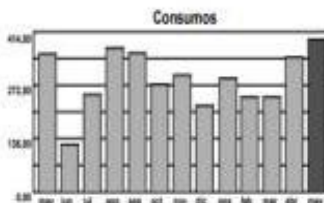
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 156479
Tipo de consumo leído
Fecha desde 05-04-2022
Días facturados 29
Fecha hasta 03-05-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	03-05-2022	6041,00	5647,00	0,00	394,00	0,00	394,00	kWh	34,08

2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	34,08
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	35,49
Servicio Alumbrado Público General	2,48
Subtotal Alumbrado Público (APG)	2,48
Intereses por Mora	0,03
Subtotal Otros Rubros	0,03
Base I.V.A. 0%	37,97
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,03
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	38,00

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	27,94
TOTAL	27,94

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	38,00	15	días

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	38,00
Valores Pendientes (2)	0,00
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	38,00

Monsienc

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200008313468

Nro. factura 001-000-068403364
Nro. doc. interno 2122295728
Fecha de emisión 03-06-2022
Fecha de Vencimiento INMEDIATO
Número de autorización 0306202201179005388100120019990684033640038271811

VALOR TOTAL: 81,81

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468 Código Único Eléctrico 1401025842
Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO (DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO)
Cédula 0500355144 Tipo de tarifa Arconel BTCGSD01 - BT Comercial
Celular 0987046676 Geocódigo 1402M014000868 Unidad de Lectura 1402M014
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A-N65-51 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

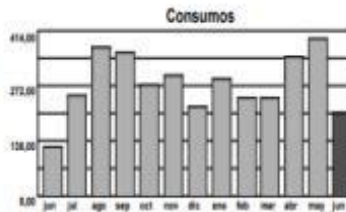
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 156479
Tipo de consumo leído
Fecha desde 04-05-2022
Días facturados 30
Fecha hasta 02-06-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-06-2022	6249,00	6041,00	0,00	208,00	0,00	208,00	kWh	16,85

2. Valores Pendientes

Saldo Planillas Anteriores 1 mes(es)	51,89
Subtotal Planillas Anteriores	51,89
VALORES PENDIENTES (2)	51,89



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	16,85
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	18,26
Servicio Alumbrado Público General	1,28
Subtotal Alumbrado Público (APG)	1,28
Intereses por Mora	0,13
Subtotal Otros Rubros	0,13
Base I.V.A. 0%	19,54
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,13
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	19,67

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0,00
-------------------------------------	-------------



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	15,89
TOTAL	15,89

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	19,67	15	días

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	19,67
Valores Pendientes (2)	51,89
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	71,56

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Barloome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto
Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura 001-999-009626127
Nro. doc. interno 2591313636
Fecha de emisión 04-07-2022
Fecha de Vencimiento 19-07-2022
Número de autorización
0407202201179005388100120019990696261270038271819



VALOR TOTAL: 35,89

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468

Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO (DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO)
Cédula 0500355144
Celular 0987046676
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A-N65-S1 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

Código Único Eléctrico 1401025842
Tipo de tarifa Arconel BTGGSD01 - BT Comercial
Geocódigo 1402M014000868
Unidad de Lectura 1402M014

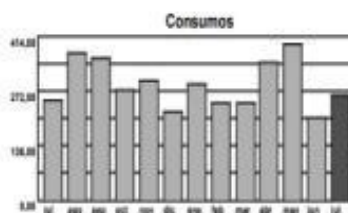
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 156479
Tipo de consumo Ieido
Fecha desde 03-06-2022
Días facturados 30
Fecha hasta 02-07-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-07-2022	6514,00	6249,00	0,00	265,00	0,00	265,00	kWh	21,47

2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	21,47
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	22,88
Servicio Alumbrado Público General	1,60
Subtotal Alumbrado Público (APG)	1,60
Intereses por Mora	0,18
Subtotal Otros Rubros	0,18
Base I.V.A. 0%	24,48
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,18
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	24,66

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	24,66	15	días

Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	20,24
TOTAL	20,24

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	24,66
Valores Pendientes (2)	0,00
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELECTRICO (1+2+3)	24,66

Mencione

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200008313468

Nro. factura 001-999-070919181
Nro. doc. interno 3121145323
Fecha de emisión 02-08-2022
Fecha de Vencimiento INMEDIATO
Número de autorización 0208202201179005388100120019990709191810038271812

VALOR TOTAL: 93,27

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468

Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO (DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO)
Cédula 0500355144
Celular 0987946676
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A-N65-51 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

Código Único Eléctrico 1401025842

Tipo de tarifa Arconel BTCGSD01 - BT Comercial
Geocódigo 1402M014000968

Unidad de Lectura 1402M014

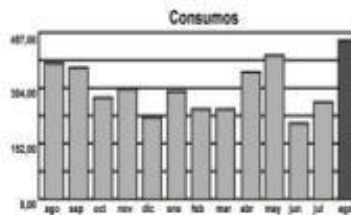
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 156479
Tipo de consumo leído
Fecha desde 03-07-2022
Días facturados 31
Fecha hasta 02-08-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-08-2022	6949.00	6514.00	0.00	435.00	0.00	435.00	kWh	38.34

2. Valores Pendientes

Saldo Planillas Anteriores 1 mes(es)	35.89
Subtotal Planillas Anteriores	35.89
VALORES PENDIENTES (2)	35.89



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	38.34
Comercialización	1.41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	39.75
Servicio Alumbrado Público General	2.78
Subtotal Alumbrado Público (APG)	2.78
Intereses por Mora	0.07
Subtotal Otros Rubros	0.07
Base I.V.A. 0%	42.53
I.V.A. 0%	0.00
Base Exento de IVA	0.07
Exento de IVA	0.00
TOTAL SE Y APG (1)	42.60

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0.00
-------------------------------------	-------------



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	30.13
TOTAL	30.13

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	42.60	15	días

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	42.60
Valores Pendientes (2)	35.89
Planes de Financiamiento (3)	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	78.49

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200008313468

Nro. factura 001-999-072183388
Nro. doc. interno 2181985628
Fecha de emisión 02-09-2022
Fecha de Vencimiento 17-09-2022
Número de autorización
0209202201179005388100120019990721833880038271816

VALOR TOTAL: 66,86

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468

Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO (DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO)
Cédula 0500355144
Cédula 0987046676
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A-N65-51 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

Código Único Eléctrico 1401025842

Tipo de tarifa Arconel BTGSD01 - BT Comercial
Geocódigo 1402M014000885

Unidad de Lectura 1402M014

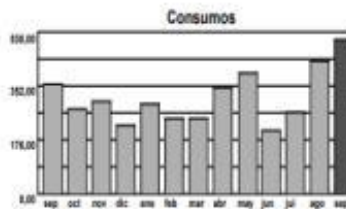
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 156479
Tipo de consumo leído
Fecha desde 03-08-2022
Días facturados 31
Fecha hasta 02-09-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-09-2022	7453,00	6949,00	0,00	504,00	0,00	504,00	kWh	45,52

2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	45,52
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	46,93
Servicio Alumbrado Público General	3,29
Subtotal Alumbrado Público (APG)	3,29
Intereses por Mora	0,34
Subtotal Otros Rubros	0,34
Base I.V.A. 0%	50,22
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,34
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	50,56

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	33,81-
TOTAL	33,81-

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	50,56	15	días

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	50,56
Valores Pendientes (2)	0,00
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	50,56

Mensajes

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Batolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200008313468

Nro. factura 001-999-073416609
Nro. doc. interno 2611378784
Fecha de emisión 03-10-2022
Fecha de Vencimiento 18-10-2022
Número de autorización
0310202201179005388100120019990734166090038271817

VALOR TOTAL: 60,49

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468

Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO (DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO)
Cédula 0500355144
Celular 0987046676
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A N65-51 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

Código Único Eléctrico 1401025842

Tipo de tarifa Arconel BTGSD01 - BT Comercial
Geocódigo 1402M014000868

Unidad de Lectura 1402M014

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

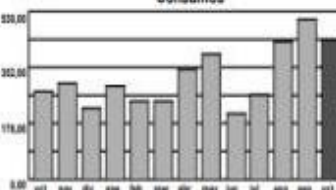
Número de medidor 156479
Tipo de consumo leído
Fecha desde 03-09-2022
Días facturados 31
Fecha hasta 03-10-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	03-10-2022	7893,00	7453,00	0,00	440,00	0,00	440,00	kWh	38,86

2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00

Consumos



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	38,86
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	40,27
Servicio Alumbrado Público General	2,62
Subtotal Alumbrado Público (APG)	2,82
Intereses por Mora	0,12
Reconexión	1,31
Desconexión	1,08
Subtotal Otros Rubros	2,91
Base I.V.A. 0%	45,48
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,12
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	45,60

3. Planes de Financiamiento

Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	30,40
TOTAL	30,40

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	45,60	15	días

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	45,60
Valores Pendientes (2)	0,00
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	45,60

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD



K200008313468

Nro. factura 001-999-074747167
Nro. doc. interno 2721352770
Fecha de emisión 05-11-2022
Fecha de Vencimiento INMEDIATO
Número de autorización 0511202201179005388100120019990747471670038271815

VALOR TOTAL: 115,73

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468

Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO (DIAZ OCAÑA CARLOS ALBERTO)
Cédula 0500355144
Celular 0987046676
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A-N65-61 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

Código Único Eléctrico 1401025842
Tipo de tarifa Arconel BTCGSD01 - BT Comercial
Geocódigo 1402M014000868
Unidad de Lectura 1402M014

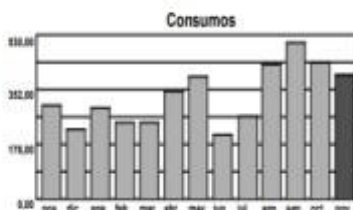
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 156479
Tipo de consumo Iéido
Fecha desde 04-10-2022
Días facturados 30
Fecha hasta 02-11-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-11-2022	8263.00	7893.00	0.00	400.00	0.00	400.00	kWh	34,70

2. Valores Pendientes

Saldo Planillas Anteriores 1 mes(es)	60,49
Subtotal Planillas Anteriores	60,49
VALORES PENDIENTES (2)	60,49



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	34,70
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	36,11
Servicio Alumbrado Público General	2,53
Subtotal Alumbrado Público (APG)	2,53
Intereses por Mora	0,19
Reconexión	1,31
Desconexión	1,08
Subtotal Otros Rubros	2,58
Base I.V.A. 0%	41,03
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,19
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	41,22

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0,00
------------------------------	------



Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	28,26
TOTAL	28,26

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	41,22	15	días

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	41,22
Valores Pendientes (2)	60,49
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELECTRICIDAD (1+2+3)	101,71

Mensajes

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.



Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Ruc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. doc. interno 2631422569
Fecha de emisión 02-12-2022
Fecha de Vencimiento 17-12-2022
Número de autorización 0212202201179005388100120019990760350110038271811



VALOR TOTAL: 64,12

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200008313468

Nombre cliente DIAZ OCAÑA CARI OS AI RFRTO (DIAZ OCAÑA CARI OS AI RFRTO)
Cédula 0500355144
Celular 0987046676
Correo Electrónico Actualizar Correo Electrónico
Dirección del servicio AV. REAL AUDIENCIA LT 7-A N65-51 H. BAUTISTA / LA OFELIA / PONCEANO - QUITO

Código Único Eléctrico 1401025842

Tipo de tarifa Arconel BTCGSD01 - BT Comercial
Geocódigo 1402M014000868
Unidad de Lectura 1402M014

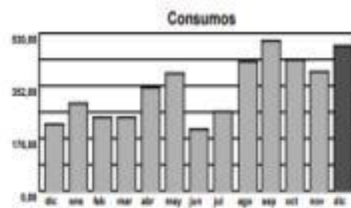
1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 156479
Tipo de consumo leído
Fecha desde 03-11-2022
Días facturados 30
Fecha hasta 02-12-2022

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía activa total	02-12-2022	8779,00	8293,00	0,00	486,00	0,00	486,00	kWh	43,64

2. Valores Pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0,00



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	43,64
Comercialización	1,41
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	45,05
Servicio Alumbrado Público General	3,15
Subtotal Alumbrado Público (APG)	3,15
Intereses por Mora	0,02
Subtotal Otros Rubros	0,02
Base I.V.A. 0%	48,20
I.V.A. 0%	0,00
Base Exento de IVA	0,02
Exento de IVA	0,00
TOTAL SE Y APG (1)	48,22

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0,00



Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	48,22	15	días

Subsidios del Gobierno

Subsidio Tarifa Eléctrica	32,96
TOTAL	32,96

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	48,22
Valores Pendientes (2)	0,00
Planes de Financiamiento (3)	0,00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (1+2+3)	48,22

Mensajes

Fuente: Empresa Eléctrica Quito EEQ S.A.

ANEXO C: Cotizaciones del transformador de 112,5 kVA y banco de condensadores



Industria Andina de Transformadores S.A.

Km. 10 1/2 vía a Daule | Guayaquil – Ecuador
Teléfonos: (593-4) 3702700 Email: ventas@inata.com
TELEFONOS: (593-4) 3702700

SEÑORES.
DAVID ALEJANDRO BRAVO CÉSPEDES
QUITO.

PROFORMA No. 1233/1088



INGENIERIAS Y CONSTRUCCIONES

CLIENTE: DAVID ALEJANDRO BRAVO CÉSPEDES

REF: OFERTA DE TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 112,5 kVA

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL
1	1	Transformador trifásico de 112,5 kVA Año: 2020 Temperatura ambiental: 30°C Frecuencia: 60 Hz Refrigeración: ONAN Aceite: Mineral Altitud de montaje: 3000m Peso total: 574 kg Numero de Fases: 3 FASES Norma: ANSI Tensión primaria: 22860 Tensión C. C.: 3,92 Tipo de conexión: DY5 Durac C. C. S: 2 Tensión secundaria: 220 Correc. Sec A: 295 Color: PLATA Marca: INATRA, FABRICACION NACIONAL, cuenta con ISO 9001 Elaborado en Guayaquil, Ecuador. NOTA: incluye con el transformador 3 pararrayos tipo codo de 25 kVA POR DISPOSICION DE A EMPRESA ELECTRICA QUITO EEO TODO PARAMOUNTED DEBE LLEVAR PARARRAYOS 3 PARARRAYOS TIPO CODO DE 25 kVA FEED THRU PARA 25 kVA	\$ 2,700,00	\$ 2,700,00
2	3		\$ 205,00	\$ 615,00
3	2		\$ 260,00	\$ 520,00

Valor Es-Fabrica Guayaquil SUMAN \$ 3,835,00
12% IVA \$ 460,2
Total, Valor Es-Fabrica Guayaquil \$ 4,295,2

SON: CUATRO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO DOLARES CON 20 CENTAVOS

CONDICIONES
TIEMPO DE ENTREGA: 50-65 DIAS LABORABLES, SUJETO A LOS CAMBIOS IMPUESTOS POR EL GOBIERNO ANTE LA PANDEMIA AUN EXISTENTE.
GARANTIA: TRES AÑOS
FORMA DE PAGO: 50% DE ANTICIPO Y 50% PARA LA ENTREGA
VALIDEZ DE LA OFERTA: UNA SEMANA
NO INCLUYE TRANSPORTE GYE-LIQ

Muy atentamente

p.p. INATRA
Ing. Francisco Volpi C.
REPRESENTANTE

INATRA
INDUSTRIA ANDINA DE
TRANSFORMADORES

Quito, 20 de enero del 2023

Fuente: Industria Andina de Transformadores INATRA S.A.



HOYOS MEJIA PAULINA ALEXANDRA

AV. RODRIGO DE CHAVEZ Oe2-157(661) Y PEDRO DORADO

TELEFAX 2613 838/ 2613 014/ 2614 692

ventas-villaflora@grupoejia.com

QUITO – ECUADOR

PROFORMA No. 009045

Código		Cant.	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
PFW0.-M12		1	Controlador de factor potencia	\$200,00	\$200,00
LC1D12M7		3	Contactador LC1D12M7 18A-220V	\$35,37	\$106,11
3TC22025		3	Condensador trifásico 3kVAr-220v	\$60	\$180,00
G-5VLQ89L50		1	Transformador de corriente 80/5 A	\$14,05	\$14,05
A9F75340		1	Int - termo magnético C60N-3P-40 A	\$25,6	\$25,6
0102026		9	Fusible NH-00-16A más base	\$6	\$54
MGN60862		5	Breaker C60N-1P-1 A	\$10,06	\$50,30
BRK-212 24403		1	Breaker C60N-1P-16 A	\$29,8	\$29,8
RAL 7032		1	Gabinete 1	\$45	\$45
ASTM B787		4,5	Conductor 10AWG THHN-FLEX (metros)	\$0,75	\$3,38
CBL-525		9	Conductor 6AWG THHN-FLEX (metros)	\$1,38	\$12,42
200878		6	Cable desnudo 8AWG 7hilos (metros)	\$1,25	\$7,50
		1	Materiales varios	\$10	\$10
ELABORADO		Nota:			
GABY_		Vendedor: GABRIELA ABARCA			SUBTOTAL \$ 738,16
		Correo: ventas-villaflora@grupoejia.com			I.V.A. 12% \$ 88,58
		FAVOR REALICE SU PAGO A: PAULINA ALEXANDRA HOYOS MEJIA CI: 1713169165 CTA CORRIENTE BANCO PRODUBANCO 1095001946 CTA AHORROS BANCO PICHINCHA 2205648160			TOTAL \$ 826,73

Fuente: Grupo Electro Comercial Mejía (GECM) S.A.



Automatización-Ingeniería-Control



www.aicontrol.ec

Quito-Ecuador
Bobonaza E5-18 y Abel Melendez
Telf. Oficina: 02 5038-492

Cotización #	1315-23	FECHA:	12 de enero de 2023
CLIENTE:	DAVID BRAVO	Teléfono:	
		Cel:	
		Email:	
		Lugar de entrega:	

Item	Descripción	Cant.	P. U.	dcto.	Total
------	-------------	-------	-------	-------	-------

1	BANCO DE CONDENSADOR AUTOMATICO DE 35KVAR - 220V	1	2.170,00	10%	1.953,00
---	--	---	----------	-----	----------

INCLUYE:

4 BANCOS DE CONDENSADORES CON CONTACTORES Y BREAKER
JUEGO DE BARRAS
GABINETE ESPECIAL
ARMADO DE TABLERO Y CONFIGURACION



NOTA: NO INCLUYE INSTALACION DE TABLERO EN SITIO, SI LO DESEA TIENE UN VALOR ADICIONAL Y SE NECESITARIA REALIZAR UNA VISITA PREVIA

Plazo de entrega: 2 A 4 DIAS SALVO VENTA PREVIA
 Condiciones de pago: 75% ANTICIPO Y 25% CONTRA ENTREGA
 Validez de la oferta: 5 DIAS / SI EL ENVIO ES FUERA DE QUITO EL VALOR DE ENVIO SERA APARTE

SUBTOTAL	1.953,00
IVA	234,36
TOTAL	2.187,36

Fuente: AICONTROL

ANEXO D: Placas chapas de los equipos eléctricos



