

NOMBRE DEL TRABAJO

**ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN BAJA TENSIÓN PARA EVALUAR EL ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTR**

AUTOR

**Milton Quispe**

RECUENTO DE PALABRAS

**19484 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**105834 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**91 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Feb 27, 2024 5:26 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Feb 27, 2024 5:27 AM GMT-5**

### ● 12% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN  
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS**  
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

**TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

- 1). TESIS (  )      2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (  )

**DATOS PERSONALES**

Apellidos y Nombres:	QUISPE MEDINA MILTON STUARTS
D.N.I.:	47929880
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANA
Teléfono:	920379215
e-mail:	2014100385@UNTELS.EDU.PE

**DATOS ACADÉMICOS**

**Pregrado**

Facultad:	FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico:	TESIS
Título Profesional otorgado:	INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**Postgrado**

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

**Datos de trabajo de investigación**

Título:	"ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN BAJA TENSIÓN PARA EVALUAR EL ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA TECNOLOGÍA EN GRASAS SAC CALLAO-LIMA 2023"
Fecha de Sustentación:	01 DE DICIEMBRE DEL 2024
Calificación:	APROBADO POR UNANIMIDAD
Año de Publicación:	2024

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA**

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo  X  No autorizo       

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	<b>info:eu-repo/semantics/openAccess</b> (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	<b>info:eu-repo/semantics/restrictedAccess</b> (Para documentos restringidos)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/embargoedAccess</b> (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	( )
	<b>info:eu-repo/semantics/closedAccess</b> (para documentos confidenciales)	( )

(\*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL  
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

---

Motivos de la elección del acceso restringido:

---

---

---

---

QUISPE MEDINA MILTON STUARTS

---

APELLIDOS Y NOMBRES

47929880

---

DNI

---

Firma y huella:



Lima, 11 de marzo del 20 24

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN BAJA TENSIÓN  
PARA EVALUAR EL ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA  
EMPRESA TECNOLOGÍA EN GRASAS SAC CALLAO-LIMA 2023”**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

QUISPE MEDINA, MILTON STUARTS

ORCID: 0009-0003-4550-2808

**ASESOR**

FLORES VELASQUEZ, CARLOS HERNAN

ORCID: 0000-0002-0581-5001

**Villa El Salvador**

**2023**



**DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO ELECTRICISTA**

En Villa El Salvador, siendo las 8:20 a.m. del día 01 de diciembre del 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

**PRESIDENTE:** ROBERTO PFUYO MUÑOZ DNI N° 23854398 C.I.P. N° 46900  
**SECRETARIO:** CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO DNI N° 07390694 C.I.P. N° 96353  
**VOCAL :** SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO DNI N° 72491744 C.I.P. N° 224387  
**ASESOR :** CARLOS HERNAN FLORES VELASQUEZ DNI N° 06785154 C.I.P. N° 129506

Designados mediante Resolución de Decanato N° 283-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto de 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al : Grado de Bachiller  Título Profesional

Don: **QUISPE MEDINA MILTON STUARTS** identificado(a) con D.N.I. N° 47929880 procedió a la Sustentación de:

Trabajo de investigación  Tesis  Trabajo de suficiencia  Artículo científico

**Titulado: "ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN BAJA TENSIÓN PARA EVALUAR EL ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA TECNOLOGÍA EN GRASAS SAC CALLAO-LIMA 2023"**

Aprobado mediante Resolución de Decanato de N° 885-2023-UNTELS-R-D de fecha 24 de noviembre de 2023, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentó y absolvió las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.

Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando el aspirante **APROBADO** por **Unanimitad** con la nota de: **15**.....(letras) **Quince**..... (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.

CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
15	QUINCE	APROBADO POR UNANIMIDAD	BUENO

Siendo las ..... horas del día ..... de ..... del 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión.

**CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO**  
 INGENIERO MECANICO  
 Reg. CIP: N° 96353  
**CARLOS VIDAL DAVILA IGNACIO**  
 SECRETARIO

**ROBERTO PFUYO MUÑOZ**  
 PRESIDENTE  
**Roberto Pfuyo Muñoz**  
 INGENIERO ELECTRICISTA  
 CIP. N° 46900

**QUISPE MEDINA MILTON STUARTS**  
 BACHILLER

**SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO**  
 VOCAL  
**SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO**  
 INGENIERO MECANICO  
 Reg. CIP N° 224387

## DEDICATORIA

*Dedicado con todo mi corazón y mi alma a mi padre Calixto José Quispe Ramos y mi madre Reyna Margarita Medina Andia que desde el cielo me cuida, a mis hermanos y a todas las personas que estuvieron a mi lado apoyándome y depositando su confianza en mí.*

*A los docentes de la Escuela profesional de ingeniería mecánica y eléctrica por transmitirme sus conocimientos y que gracias a ellos pude formarme como ingeniero.*

*A mis amistades por todas las vivencias que tuvimos en este proceso de formación profesional.*

El Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la realización de este trabajo, a la empresa Tecnología en Grasas SAC por darme la oportunidad de realizar el estudio de sus instalaciones y por todas las facilidades que se me brindó.

A toda mi familia por brindarme su apoyo de manera incondicional en esta etapa de mi vida académica y profesional, por ayudarme a ser una mejor persona con valores y principios depositando su confianza en mí, enseñándome que todo se puede lograr a base de esfuerzo y sacrificio.

Al Dr. Carlos Flores, Dra. Murillo y Dr. Richard Flores, quienes con sus bastos conocimientos contribuyeron en la realización de esta tesis.

**Quispe Medina, Milton Stuarts**



## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal realizar un análisis de parámetros eléctricos para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC a través del estudio de la potencia instalada, caída de tensión, equipos eléctricos, factor de potencia y armónicos. Se utilizará protocolos y lista de observaciones para obtener la información necesaria para su respectivo análisis. De acuerdo con los resultados se obtuvo 79.48kW en el análisis de la potencia instalada actual que nos sirvió para evaluar los conductores eléctricos encontrándose, en 04 tableros de distribución sobredimensionados y los otros 02 tableros con un conductor deficiente, al operar a plena carga, de igual manera en el análisis de caída de tensión se encontró que se encuentra fuera de los rangos permitidos por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) y con el análisis de los armónicos se encontró de orden 5 con un porcentaje de 2.8%, este porcentaje de acuerdo con la NTCSE se encuentra dentro de los rangos permitidos. Finalmente podemos concluir que esta tesis, con el análisis de parámetros eléctricos en baja tensión nos permite evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.

**Palabras claves:** Parámetros eléctricos, factor de potencia, consumo de energía, distorsión armónica, pérdidas de energía, caída de tensión.

## ABSTRACT

The main objective of this thesis is to perform an analysis of electrical parameters to evaluate the state of the electrical system of the company Tecnología en Grasas SAC through the study of installed power, voltage drop, electrical equipment, power factor and harmonics. Protocols and list of observations will be used to obtain the necessary information for their respective analysis. According to the results, 79.48kW was obtained in the analysis of the current installed power, which was used to evaluate the electrical conductors, finding that 04 distribution boards were oversized and the other 02 boards with a deficient conductor, when operating at full load. Similarly, in the voltage drop analysis, it was found that it is outside the ranges allowed by the Technical Standard for Quality of Electrical Services (NTCSE) and with the analysis of harmonics it was found to be of order 5 with a percentage of 2.8%. 8%, this percentage according to the NTCSE is within the allowed ranges. Finally we can conclude that this thesis, with the analysis of electrical parameters in low voltage allows us to evaluate the state of the electrical system of the company Tecnología en Grasas SAC.

**Keywords:** Electrical parameters, power factor, power consumption, harmonic distortion, power losses, voltage drop.

## INDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT.....	v
INDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
INDICE DE FIGURAS .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I .....	2
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Motivación .....	2
1.2. Estado del arte.....	2
1.3. Descripción del problema .....	2
1.4. Formulación del problema .....	3
1.4.1. Problema general .....	3
1.4.2. Problemas específicos .....	3
1.5. Objetivos de la investigación.....	4
1.5.1. Objetivo general .....	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6. Justificación del problema .....	4
1.6.1. Teórica:.....	4
1.6.2. Práctica: .....	5
1.6.3. Social:.....	5
CAPITULO II .....	6
2 MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes .....	6

2.1.1. Antecedentes internacionales .....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	7
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Parámetros eléctricos.....	10
2.2.1.1. Factor de potencia .....	10
2.2.1.1.1. Factor de potencia con presencia de armónicos.....	11
2.2.1.1.2. Compensación del factor de potencia .....	13
2.2.1.1.3. Potencia activa .....	15
2.2.1.1.4. Potencia reactiva .....	15
2.2.1.1.5. Potencia aparente .....	15
2.2.1.2. Caída de tensión.....	15
2.2.1.3. Armónicos.....	17
2.2.1.3.1. Cargas lineales .....	17
2.2.1.3.2. Cargas no lineales .....	17
2.2.1.3.3. Efectos de los armónicos en ambientes industriales..	18
2.2.1.3.4. Factor de distorsión armónica total de voltaje (THD)	18
2.2.2. Sistema eléctrico.....	20
2.2.2.1. Pérdidas de energía .....	20
2.2.2.1.1. Pérdidas técnicas.....	21
2.2.2.1.2. Pérdidas no técnicas.....	21
2.2.2.1.3. Instalación eléctrica .....	21
2.2.2.1.4. Deterioro de conductores .....	22
2.2.2.1.5. Conductores subdimensionados.....	22
2.2.2.2. Ahorro en equipos eléctricos.....	22
2.2.2.3. Eficiencia en equipos eléctricos .....	22
CAPITULO III.....	24

3 VARIABLES E HIPÓTESIS.....	24
3.1. Operacionalización de las variables.....	24
3.2. Hipótesis de la investigación .....	25
3.2.1. Hipótesis general .....	25
3.2.2. Hipótesis específicas .....	25
CAPITULO IV .....	26
4 METODOLOGÍA.....	26
4.1. Descripción de la metodología .....	26
4.2. Implementación de la investigación .....	27
4.2.1. Evaluación de la potencia instalada de la empresa tecnología en Grasas SAC.....	29
4.2.2. Verificación de los conductores a la llegada de cada tablero de distribución y de los equipos conectados al sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.....	32
4.2.2.1. desde el TG -Digestor 1 hasta el TG - Tecnogras.....	32
4.2.2.2. Verificación del conductor del TG-Tecnogras al TD-1 .....	36
4.2.2.3. Verificación del conductor del TG-Tecnogras al TD-2.....	38
4.2.2.4. Verificación del conductor del TG-Tecnogras al TD-3.....	41
4.2.2.5. Verificación del conductor del TG-Tecnogras al TD-4.....	44
4.2.2.6. Verificación del conductor del TG-Tecnogras al TD-5.....	46
4.2.2.7. Verificación de equipos eléctricos conectados al sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.....	49
4.2.3. Análisis de caída de tensión y armónicos con ayuda de cálculos y el analizador de redes. ....	50
4.2.4. Análisis del factor de potencia en el sistema eléctrico en baja tensión de la empresa Tecnología en Grasas S.A.C. ....	55
4.2.5. Pruebas realizadas .....	56
4.3. Población y muestra.....	56
4.3.1. población .....	56

4.3.2. Muestra.....	56
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	57
4.5. Instrumentos de recolección de datos .....	57
4.5.1. Validez.....	57
4.5.2. Confiabilidad .....	59
4.6. Resultados.....	59
CAPITULO V.....	64
5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	64
CAPITULO VI .....	65
6 CONCLUSIONES.....	65
CAPITULO VII.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66
ANEXOS .....	70
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	70
Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos .....	72
Anexo 3. Data obtenida por el analizador de redes .....	73
Anexo 3.1. Data obtenida por el analizador de redes .....	74
Anexo 4. Formato de calibración de analizador de redes .....	75
Anexo 5. Glosario de términos .....	77
Anexo 6: Fotografías de la toma de datos.....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Efectos de la distorsión armónica en cada elemento del sistema eléctrico.....	19
<b>Tabla 2</b>	Tolerancia de THD .....	20
<b>Tabla 3</b>	Tabla de datos técnicos NH-80 mm2.....	23
<b>Tabla 4</b>	Operacionalización de variables .....	24
<b>Tabla 5</b>	Cuadro de cargas de tablero de distribución TD-1 .....	30
<b>Tabla 6</b>	Cuadro de cargas del tablero de distribución TD-2 .....	30
<b>Tabla 7</b>	Cuadro de cargas del tablero de distribución TD-3 .....	30
<b>Tabla 8</b>	Cuadro de cargas del tablero de distribución TD-4 .....	31
<b>Tabla 9</b>	Cuadro de cargas del tablero de distribución TD-5 .....	31
<b>Tabla 10</b>	Cuadro de cargas de tablero general, TG.....	32
<b>Tabla 11</b>	Cálculo de intensidad y caída de tensión del TG .....	34
<b>Tabla 12</b>	Características del conductor actual THW-90, según ficha técnica .....	34
<b>Tabla 13</b>	Cálculo de la temperatura del conductor, perdidas de potencia y rendimiento del conductor .....	35
<b>Tabla 14</b>	Cálculo de la intensidad y caída de tensión en el TD-1 .....	37
<b>Tabla 15</b>	Características del conductor N2XOH, según ficha técnica.....	37
<b>Tabla 16</b>	Cálculo de la temperatura del conductor, perdidas de potencia y rendimiento del conductor en el TD-1 .....	38
<b>Tabla 17</b>	Cálculo de la intensidad y caída de tensión en el TD-2.....	39
<b>Tabla 18</b>	Características del conductor N2XOH, según ficha técnica.....	40
<b>Tabla 19</b>	Cálculo de la temperatura del conductor, perdidas de potencia y rendimiento del conductor en el TD-2.....	41
<b>Tabla 20</b>	Cálculo de la intensidad y caída de tensión en el TD-3.....	42
<b>Tabla 21</b>	Características del conductor N2XOH, según ficha técnica.....	43
<b>Tabla 22</b>	Cálculo de la temperatura del conductor, perdidas de potencia y rendimiento del conductor en el TD-3.....	43

<b>Tabla 23</b> Cálculo de la intensidad y caída de tensión en el TD-4.....	45
<b>Tabla 24</b> Características del conductor N2XOH, según ficha técnica.....	45
<b>Tabla 25</b> Cálculo de la temperatura del conductor, pérdidas de potencia y rendimiento del conductor en el TD-4.....	46
<b>Tabla 26</b> Cálculo de la intensidad y caída de tensión en el TD-5.....	47
<b>Tabla 27</b> Características del conductor THW-90, según ficha técnica.....	48
<b>Tabla 28</b> Cálculo de la temperatura del conductor, pérdidas de potencia y rendimiento del conductor en el TD-5.....	48
<b>Tabla 29</b> Resumen de todos los equipos conectados al sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC .....	49
<b>Tabla 30</b> Cálculo de caída de tensión actual en los tableros de distribución de la empresa Tecnología en Grasas SAC. ....	50
<b>Tabla 31</b> Resumen de mediciones de tensión con el analizador de redes.....	51
<b>Tabla 32</b> Medición de la Potencia Reactiva durante el periodo de 7 días .....	55
<b>Tabla 33</b> Calculo de la potencia instalada y máxima demanda .....	60
<b>Tabla 34</b> Resultado obtenidos de los cálculos .....	61
<b>Tabla 35</b> Evaluación de los equipos eléctricos .....	61
<b>Tabla 36</b> Resumen del cálculo de caída de tensión en los tableros de distribución.....	62
<b>Tabla 37</b> Resultados obtenidos del analizador de redes.....	62
<b>Tabla 38</b> Tolerancias de armónicos de la Empresa Tecnología en Grasas S.A.C .....	63
<b>Tabla 39</b> Mediciones de factor de potencia del analizador de redes.....	63
<b>Tabla40</b> Matriz de Consistencia.....	70



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Triángulo de potencia sin armónicos .....	11
<b>Figura 2</b> Triángulo de potencias con armónicos.....	12
<b>Figura 3</b> Triángulo de potencias con corrección de factor de potencia .....	13
<b>Figura 4</b> Compensación individual, grupal y central.....	14
<b>Figura 5</b> Caídas de tensión permitidas en un circuito.....	16
<b>Figura 6</b> Pérdidas de energía.....	21
<b>Figura 7</b> Representación gráfica del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas S.A.C. ....	27
<b>Figura 8</b> Representación del conexionado de los Tableros Generales.....	33
<b>Figura 9</b> Alimentación del tablero de distribución TD-1.....	36
<b>Figura 10</b> Alimentación del tablero de distribución TD-2.....	39
<b>Figura 11</b> Alimentación del tablero de distribución TD-3.....	41
<b>Figura 12</b> Alimentación del tablero de distribución TD-4.....	44
<b>Figura 13</b> Alimentación del tablero de distribución TD-5.....	47
<b>Figura 14</b> Bomba de aceite 1(12.5HP) TD-3.....	49
<b>Figura 15</b> Motor de reactor (12HP) del TD-1.....	49
<b>Figura 16</b> Representación en porcentaje de los equipos eléctricos conectados.....	50
<b>Figura 17</b> Niveles de tensión .....	51
<b>Figura 18</b> Armónicos en tensión.....	52
<b>Figura 19</b> Armónicos de tensión de orden 3 .....	53
<b>Figura 20</b> Histograma de armónicos de tensión desde el orden 2 al 50 .....	54
<b>Figura 21</b> Laboratorio PROMECAL S.A.C. Acreditado por INACAL .....	58
<b>Figura 22</b> Certificado de calibración de analizador de redes.....	59

## INTRODUCCIÓN

La tesis titulada “Análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en grasas SAC Callao-Lima 2023” cuyo problema principal es realizar un análisis de parámetros eléctricos en baja tensión para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.

La tesis planteada pretende dar a conocer el análisis de parámetros eléctricos en baja tensión para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC; para ello se realizó un estudio de tipo descriptivo cuasi-experimental que permitió detallar los procedimientos y toma de datos, identificando características importantes para el análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión.

La presente tesis esta realizado en siete capítulos, en el capítulo I encontraremos la motivación para la realización de esta tesis, el estado de arte, descripción del problema, planteamiento del problema, objetivos de la investigación y justificación; en el capítulo II se definirán los antecedentes y las bases teóricas; en el capítulo III se desarrollará la operacionalización de la variables y se mencionan las hipótesis; en el capítulo IV se desarrollará la metodología, el desarrollo de la tesis y los resultados; en el capítulo V se realizará la discusión de los resultados obtenidos; en el capítulo VI se desarrollará las conclusiones de la tesis desarrollada y en el capítulo VII se tendrán todas las referencias bibliográficas utilizadas.

Finalmente concluimos que con el análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión nos permitirá evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC Callao-Lima 2023.

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Motivación

La eficiencia energética y el ahorro son temas de gran interés en el sector industrial a nivel mundial, en el caso del Perú se observa un crecimiento industrial, pero existen muchas empresas que no cuentan con una cultura adecuada en el uso del sistema energético, por tal motivo a través de mi trabajo de investigación quiero dar a conocer una manera de poder evaluar el estado del sistema eléctrico y mejorar el uso de la energía eléctrica.

### 1.2. Estado del arte

En investigaciones realizadas en la región de Puno el 2018, se pudo determinar que en la actualidad hay un incremento de pequeñas industrias que se convierten en consumidores de energía eléctrica de baja y media tensión, estos consumidores son perjudicados por una mala calidad del suministro (interrupciones) y durante el uso de motores eléctricos, equipos electrónicos y distintas cargas conectadas al sistema eléctrico que ocasionan una mala calidad de energía que finalmente se ve reflejado en la generación de energía reactiva (bajo factor de potencia), picos de máximas demanda que afectan directamente en la facturación mensual ocasionando pérdidas económicas al consumidor, además de afectar en la vida útil de los equipos y fallas en el sistema eléctrico.

En investigaciones realizadas en Ecuador en el año 2020, se encontraron que el aumento de la demanda eléctrica, las peculiaridades de las cargas a suministrar y las fluctuaciones en su consumo afectan de manera crucial en los parámetros de calidad de la energía eléctrica siendo difícil su control.

### 1.3. Descripción del problema

Actualmente en la empresa Tecnologías en Grasas SAC, no se han realizado ningún diagnóstico de todo su sistema eléctrico. Por tal motivo se busca identificar las cargas que involucran todo el proceso de la fundición del sebo de vacuno, las cuales nos ayudaran a evaluar el estado del sistema eléctrico, con la ayuda de un análisis de parámetros eléctricos, como: análisis de cargas instaladas,

dimensionamiento de conductores, cálculo de caída de tensión, factor de potencia y armónicos.

Al encontrarse con anomalías en el análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión trae como consecuencia accidentes trágicos, interrupciones en la energía eléctrica y consumo elevado de la energía. De igual manera al no haber tenido un mantenimiento constante en la empresa en los últimos años, se encuentran malas conexiones, sobredimensionamientos, cables con aislamiento deteriorado que muchas veces puede acabar en accidentes trágicos.

En la empresa Tecnología en Grasas SAC se usa a diario en la mayoría de sus procesos industriales los motores eléctricos ocasionando que la energía suministrada no se consume en su totalidad, generando una alteración en el factor de potencia que debe ser evaluada para identificar el estado del sistema eléctrico.

Por otro lado, también tenemos la caída de tensión, debido a la distancia que se encuentra instalado su tablero general respecto a la sub estación y los tramos que se tiene hasta llegar a la misma, por lo tanto, se debe realizar los cálculos necesarios y el dimensionamiento correcto del conductor eléctrico para poder tener un mejor servicio de calidad y menor consumo de energía eléctrica.

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿Cómo es el análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC?

### **1.4.2. Problemas específicos**

- a. ¿De qué manera el cálculo de la potencia instalada como parámetro eléctrico permitirá evaluar el estado del sistema eléctrico en la empresa Tecnología en Grasas SAC?
- b. ¿De qué manera los conductores y equipos del sistema eléctrico permite realizar el análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión?

- c. ¿En qué medida el análisis de la caída de tensión y los armónicos como parámetros eléctricos permitirá evaluar el estado del sistema eléctrico en la empresa Tecnología en Grasas SAC?
- d. ¿De qué manera el análisis del factor de potencia como parámetro eléctrico permitirá evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC?

## **1.5. Objetivos de la investigación**

### **1.5.1. Objetivo general**

Realizar el análisis de parámetros eléctricos en baja tensión para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar la potencia instalada como parámetro eléctrico para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.
- b. Verificar los conductores y equipos del sistema eléctrico con el análisis de parámetros eléctricos en baja tensión.
- c. Analizar la caída de tensión y los armónicos como parámetros eléctricos para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.
- d. Analizar el factor de potencia como parámetro eléctrico para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.

## **1.6. Justificación del problema**

### **1.6.1. Teórica:**

En la actualidad, la investigación de los parámetros eléctricos ha alcanzado mucha importancia y la razón más importante es el incremento de productividad y competitividad de las empresas a nivel industrial. Así mismo por la existencia de una interrelación entre la energía, la eficiencia y la productividad.

Para aumentar la competitividad de las empresas debemos optimizar los procesos productivos dentro del cual está el análisis del estado eléctrico

de la empresa y los costos de sobredimensionamiento en conductores, también lo justificamos al determinar la relación que existe entre el factor de potencia, la evaluación de caída de tensión y el análisis de armónicos, también se aportará aspectos teóricos y cálculos, el cual servirá como referencia para realizar un buen análisis de los parámetros para evaluar el estado del sistema eléctrico.

### **1.6.2. Práctica:**

Este estudio enfocado en el análisis de los parámetros eléctricos se justificará a través de mediciones y cálculos que servirá a las empresas del rubro industrial a identificar el estado de su sistema eléctrico y tomar medidas preventivas o correctivas. Por otro lado, también optimizaran el uso de la energía eléctrica disminuyendo su consumo de energía y disminuyendo un riesgo de accidente dentro de la empresa.

### **1.6.3. Social:**

Al realizar el análisis de los parámetros eléctricos y realizar la evaluación del sistema eléctrico de la empresa, de tal manera que en todo lugar que se encuentre una zona industrial y mantenga sus instalaciones eléctricas en buen estado y en cumplimiento de las normativas vigentes ayudara a que los vecinos próximos tengan una energía de calidad.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Churqui (2022) realizó una investigación de Diagnóstico y rediseño integral Sistema Eléctrico HIES Luis Uría de la Oliva-La Paz Bolivia para obtener el grado de ingeniero electricista. Tuvo como objetivo realizar el diagnóstico y rediseño integral del sistema eléctrico HIES Luis Uría de la Oliva. El nivel de investigación fue descriptivo y explicativo haciendo uso de las normativas nacionales e internacionales y a través de mediciones de parámetros eléctricos. Para los resultados se utilizó el software ETAP™ para el estudio de los sistemas de mallas de puesta a tierra y el software SIMARIS para los estudios de corto circuito. El estudio concluye con el diagnóstico integral de todo el sistema eléctrico a través de cálculos se dimensionaron alimentadores, protecciones principales y secundarios, se calculó la caída de tensión verificando que no sobre pasen el valor del 2% como lo exige la normativa nacional e internacional

Moya y Yugcha (2020) realizaron un estudio de Control óptimo de un filtro activo para la reducción de armónicos en la red eléctrica de distribución, utilizando la teoría de AKAGI tuvo como objetivo estudiar la corrección de armónicos de un sistema eléctrico para analizar la implementación de un algoritmo basado en la Optimización No Lineal y Teoría de Akagi. El nivel de investigación fue cuantitativo debido a que trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetividad de los resultados a través de una muestra. El estudio concluye efectuando una programación de las teorías en estudio para realizar el control de un filtro activo para compensar armónicos programando las diferentes condiciones y ecuaciones para las teorías en el programa Matlab y con esto la modelación de los filtros en el programa Simulink, donde se realizó las simulaciones en los circuitos de pruebas.

Collaguazo (2020) realizó un Análisis del sistema eléctrico en baja tensión (BT) de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur usando la

captura de datos en campo para mejorar la eficiencia energética. Tuvo como objetivo principal realizar un estudio del sistema eléctrico en baja tensión (BT) mediante un análisis técnico a través de captura de datos en campo considerando niveles de voltaje, corriente y puesta a tierra. El nivel de investigación fue descriptivo con revisión de bibliografías y de textos. Para mostrar los resultados se realizaron monitoreos de parámetros eléctricos (voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, distorsión armónica en voltaje y distorsión armónica en corriente, efecto Flicker, mediciones termográficas y resistencia de puesta a tierra), encontrándose comportamientos diferentes para las mediciones consideradas, debido principalmente al tipo de carga instalada. El estudio concluye en que existen varias normas que debe cumplir un sistema eléctrico para ser eficiente y tener una energía de calidad, de los cuales está la norma: EN-50160, IEC-610032, IEC-610024, IEC-610034, IEC-6100430 y la Regulación-004/01 que resume en gran cantidad estas normas en busca de la calidad eléctrica.

Franco y Echeverry (2018) realizaron una investigación de presencia de armónicos en redes de baja tensión. Tuvo como objetivo entender el estándar IEEE 519-2014 que están enfocado en incentivar el control y responsabilidad sobre estos efectos, por parte de los comercializadores de red y sobre la industria que manufactura equipos y dispositivos electrónicos que presentan características no lineales. El nivel de investigación fue descriptivo y explicativo a través de mediciones realizadas. Los resultados se vieron a través de las mediciones donde no se detectaron fallas de equipos o en el sistema en general, a excepción del momento en el que se está utilizando el laboratorio de máquinas eléctricas. El estudio concluye que no se observan perturbaciones graves que afecten a la red de baja tensión debido a que el sistema está diseñado con amplio margen para soportar sobrecargas de corrientes.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Matos (2021) realizó un estudio de Evaluación de las instalaciones eléctricas para minimizar la potencia reactiva en el sistema eléctrico de la minera Casapalca S.A. De la Universidad Nacional del Centro del Perú para obtener el Título Profesional de ingeniero electricista. Tuvo como objetivo evaluar las instalaciones eléctricas con la finalidad de minimizar la potencia



reactiva en el sistema eléctrico de la minera Casapalca S.A. El nivel de investigación fue experimental, se realizó una revisión de bibliografía especializada y uso de instrumentos de recolección de datos. La evaluación del sistema eléctrico en estudio permitió plantear medidas como la conexión, desconexión de líneas, desconexión de transformadores e instalación de banco de condensadores. Los resultados obtenidos indicaron una reducción de la potencia reactiva de 3.82 MVAR a 1,49 MVAR y en cuanto a sus subniveles presentados antes de las medidas propuesta se pudo mejorar a valores cercanos 1.00 p.u. en cada una de las barras afectadas. El estudio concluye indicando que de los resultados obtenidos del análisis del flujo de potencia se planteó la instalación de banco de condensadores en las barras de carga afectadas por los reactivos logrando minimizar la potencia reactiva.

Sánchez (2020) realizó un estudio sobre Auditoría del sistema eléctrico para disminuir el consumo de energía en la planta de elaboración de productos lácteos, Chotalac SRL-Chiclay para obtener el título profesional de ingeniero mecánico electricista. Tuvo como objetivo proponer acciones a implementar en la planta, a fin de reducir el consumo de energía eléctrica. El nivel de investigación fue descriptivo y explicativo por modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos. Los resultados fueron: los indicadores del consumo eléctrico, está dado por el valor de la energía eléctrica para producir una tonelada de producto terminado. El estudio concluye que el manual se puede manifestar como porte para saber cómo mejorar el ámbito de que la planta alcance o mejore su gran problema de eficiencia que manifiesta en los procesos de elevación de materia prima.

Robles (2019) realizó un estudio de Análisis técnico económico del sistema eléctrico de potencia de la granja Alessandra para aumentar la eficiencia y seguridad operacional en base a auditoria eléctrica y normas, para obtener el título profesional de ingeniero mecánico electricista. Tuvo como objetivo realizar un análisis técnico económico del estado actual de las instalaciones eléctricas, ya sea de motores, sistema de iluminación y conductores eléctricos, así como la opinión tarifaria. El nivel de investigación fue descriptivo teniendo un enfoque de estudio cuantitativo con el uso de recolección y análisis de datos. Los resultados obtenidos fueron desde el punto analítico respecto a los

conductores del alimentador se encontró sobre dimensionado con 25mm<sup>2</sup> de sección del conductor, cuando fácilmente puede ser de 16mm<sup>2</sup>. El estudio concluye que al analizar los tableros de control y los motores eléctricos con las normas del Código Nacional de Electricidad requiere un mantenimiento preventivo, de igual manera los parámetros analizados sirvieron para el análisis del sistema eléctrico y determinar las áreas que deben optar por su mantenimiento.

Collao (2019) realizó una investigación de Plan de gestión de energía eléctrica en base auditoria energética y Normas Eléctricas Peruanas para reducir costos de producción en Curtiembre Piel Trujillo S.A.C, para obtener el título profesional de ingeniero mecánico electricista. Tuvo como objetivo principal reducir los costos de producción de la Curtiembre Piel Trujillo S.A.C, optimizando el sistema eléctrico mediante un plan de gestión de energía eléctrica, sin afectar la productividad. El nivel de investigación fue descriptivo donde se realizó la descripción actual de la empresa mediante la ejecución de una auditoria energética, evaluando las principales cargas eléctricas para establecer los puntos más críticos, enfocarnos en ellos y aplicar las medidas correctivas necesarias. Los resultados obtenidos fueron a través de una evaluación de tarifas de suministro eléctrico y se comprobó la mejor tarifa en media tensión MT2 para la empresa y en el estudio del factor de potencia se encontró un promedio de 60.97% de exceso superando el 30% permitido por la concesionaria para dicha compensación se requiere instalar un banco adicional de 30 y 40 kVAR. El estudio concluye con la descripción actual de la empresa mediante la recolección detallada de datos del sistema eléctrico obtenida de fichas técnicas, planos, observación y temperatura de conductores mediante el uso de equipos de medición.

Chávez (2018) realizó un estudio sobre, Diseño de banco de pruebas para determinación de parámetros eléctricos de motores de corriente alterna en la empresa SELTROMIND S.R.L. – Cajamarca-2017 para obtener el título profesional de ingeniero mecánico electricista. Tuvo como objetivo principal la detección de aquellos factores que frenan el desarrollo de la empresa y de los que favorecen la productividad de la misma, así como la calidad de sus productos y sus servicios, contribuyendo de este modo al aumento de sus

beneficios. El nivel de investigación fue explicativo teniendo que trabajar la información directamente de campo teniendo y plasmarlo como resultado. Los resultados fueron: que teniendo conocimiento que existe gran incertidumbre en lo que concierne a los gastos energéticos son una parte importante del costo operativo total, teniendo como contratiempo la des calibración de los instrumentos utilizados para la medición de estos parámetros cayendo en muchos casos en el error ya sea por el deterioro de sus componentes o por efectos de la temperatura y la corrosión de los mismos instrumentos analógicos utilizados, dando para esto falsos y muy poco aproximados cuando se requiere saber valores reales de los parámetros establecidos para que los motores eléctricos muestren un buen desempeño y mayor eficiencia de funcionamiento de esta manera podemos evitar las averías imprevistas por sobrecargas y procesos ocasionados por estos parámetros eléctricos como son en muchos casos los armónicos. El estudio concluye no sólo enfocados en temas de medición de parámetros eléctricos y comunicaciones, sino que permiten reflexionar sobre situaciones, planteamientos, que en un principio no eran trascendentales, y que finalmente afectaron la forma de ejecutar el trabajo llegando a diseñar un elemento para mediciones de parámetros eléctricos basados en desarrollar un sistema de control digital.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Parámetros eléctricos**

Zarco y Gómez (1999) Los parámetros eléctricos son características de los componentes de un circuito eléctrico como pueden ser, la resistencia, capacitancia, inductancia, etc. Los parámetros eléctricos principales que influyen en las fallas dentro de una industria y perjudican la óptima operación de los sistemas y equipos eléctricos son, la tensión eléctrica, contenido armónico y factor de potencia.

#### **2.2.1.1. Factor de potencia**

Según, Carbajal (2019) Es la relación que existe entre la potencia activa  $P$  (kW) usada en un sistema y la potencia aparente  $S$  (kVA) que se obtiene de las líneas de alimentación. La relación existente entre la potencia activa ( $P$ ) y la potencia aparente ( $S$ ) esto

sucede cuando la onda de corriente alterna es perfectamente sinusoidal, es decir en ausencia de armónicos como se muestra en la Figura 1; entonces se cumple que el factor de potencia y el  $\cos(\varphi)$  son iguales tal como se muestra en las fórmulas a continuación.

**Cálculo del factor de potencia:**

$$FP = \cos \varphi = \frac{P}{S} \dots\dots\dots(1)$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}}$$

Donde:

$P$ : Potencia activa (kW)

$Q$ : Potencia reactiva (kVAr)

$S$ : Potencia aparente (kVA)

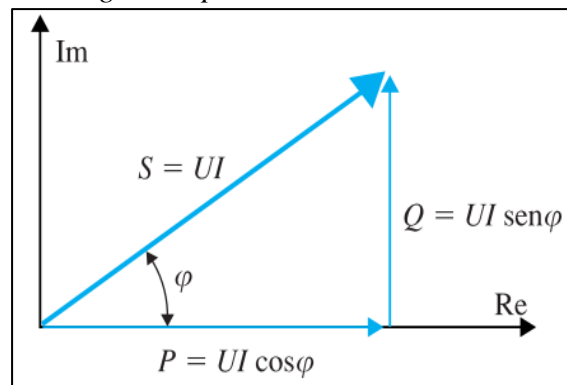
$U$ : Tensión (V)

$I$ : Intensidad (A)

$\varphi$ : Angulo de desfase

**Figura 1**

*Triángulo de potencia sin armónicos*



**Nota:** Circuitos Eléctricos (Mora, 2012)

**2.2.1.1.1. Factor de potencia con presencia de armónicos**

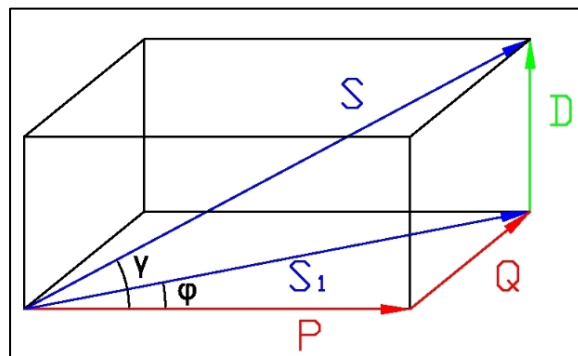
De acuerdo con el MINEM (2011) “Si el consumo de energía reactiva excede el 30% de la energía activa total

mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva”. (p.15).

Zarco y Gómez (1999) Las plantas industriales generalmente trabajan con una gran variedad de máquinas eléctricas que ocasionan un factor de potencia bajo conllevando que las distribuidoras eléctricas suministren más energía requerida, generando como consecuencia que los transformadores y conductores se sobrecarguen, trayendo consigo pérdidas de energía eléctrica al sistema. De igual manera el bajo factor de potencia se puede representar como un exceso de energía reactiva que finalmente se penaliza en la facturación. En la Figura 2 se puede observar el triángulo de potencias en presencia de armónicos.

**Figura 2**

*Triángulo de potencias con armónicos*



**Nota:** Artículo Schneider

$$FP = \frac{P}{S} \dots\dots\dots(2)$$

$$FP = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2+D^2}}$$

Donde:

FP: Factor de potencia

P: Potencia Activa (kW)

Q: Potencia Reactiva (kVAr)

D: Potencia de Distorsión (kVAr<sub>H</sub>)

S: Potencia Aparente con presencia de armónicos

$S_1$ : Potencia Aparente sin presencia de armónicos

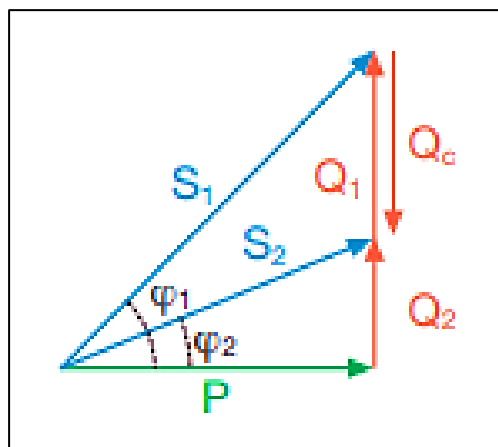
### 2.2.1.1.2. Compensación del factor de potencia

(ABB, 2012) Corregir significa actuar para incrementar el factor de potencia en una sección específica de la instalación, proporcionando localmente la potencia reactiva necesaria para reducir, a igual potencia útil requerida, el valor de la corriente y, por tanto, de la potencia que transita la red aguas arriba. (p.3)

(ABB, 2012) En las instalaciones eléctricas industriales el uso principal de la energía eléctrica se da por motores de inducción que generan un bajo factor de potencia, por tal motivo es imprescindible compensar la carga inductiva con carga capacitiva. La solución más recomendable y sencilla es la instalación de un banco de condensadores que proporcionaran la energía reactiva necesaria para que el factor de potencia sea mayor a 0.96 y no sea penalizable en la facturación.

**Figura 3**

*Triángulo de potencias con corrección de factor de potencia*



**Nota:** Artículo ABB, 2012

Fórmula para el cálculo de potencia reactiva requerida:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

$Q_c$ : Potencia reactiva de corrección

$Q_1, \varphi_1$ : Potencia reactiva y ángulo de desfase antes de la corrección.

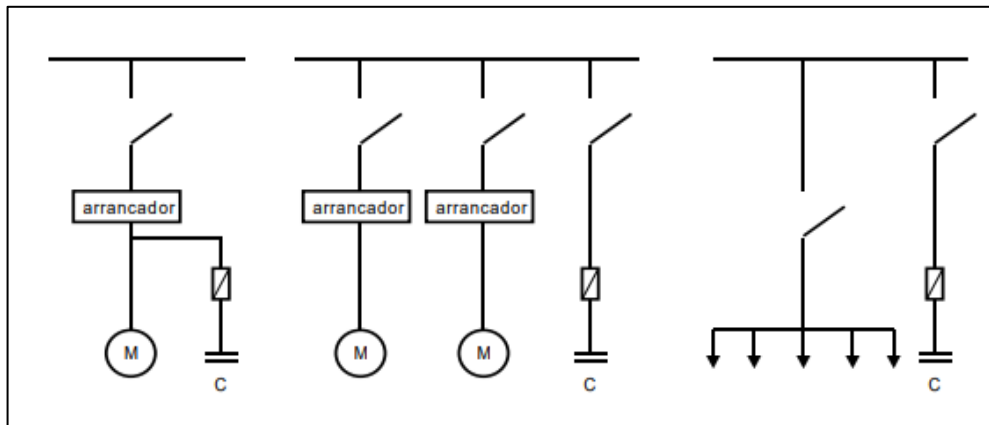
$Q_2, \varphi_2$ : Potencia reactiva y ángulo de desfase tras la corrección

Los condensadores o banco de condensadores eléctricos pueden ser instalados en diferentes puntos de la red de distribución en una planta, de los cuales se distinguen estos tres tipos principales, sin embargo, cabe mencionar que antes de su instalación se deben tener en cuenta ciertos factores como; los tipos de cargas, variación y distribución de las cargas, factor de carga, distancia de los circuitos, tensión entre fases, etc. (Quiroz, 2016).

En la Figura 4 se muestra los tipos de compensaciones que se pueden realizar en un sistema eléctrico de acuerdo con (Quiroz, 2016)

**Figura 4**

*Compensación individual, grupal y central*



**Nota:** Corrección de factor de potencia (Quiroz, 2016)

### 2.2.1.1.3. Potencia activa

(Mora, 2012) Es la potencia real que se utiliza para generar cierto tipo de trabajo o energía, se le simboliza con la letra P y su unidad en kilowatts (KW).

$$P = UI \cos \varphi \dots\dots\dots(4)$$

### 2.2.1.1.4. Potencia reactiva

(Mora, 2012) Así como se utiliza la potencia activa para generar un trabajo, los motores, transformadores y otros equipos similares necesitan un suministro de potencia reactiva para generar el campo magnético necesario para su operación y esta potencia no genera por sí solo ningún trabajo; a esta potencia se le simboliza con la letra Q y donde su unidad de medida es el Volt Amper Reactivo (VAR).

$$Q = UI \sin \varphi \dots\dots\dots(5)$$

### 2.2.1.1.5. Potencia aparente

(Mora, 2012) Representa la potencia total o aparente, representa la adición entre la potencia activa y reactiva, o como el producto entre la corriente y el voltaje; su símbolo viene representado por la letra S y su unidad de medida es el Volts Amper (VA).

### 2.2.1.2. Caída de tensión

De acuerdo con la NTCSE (1997) Las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega de energía, en todas las etapas y en todos los niveles de tensión, es hasta el  $\pm 5.0\%$  de las tensiones nominales de tales puntos. Tratándose de redes secundarias en servicios calificados como Urbano-Rurales y/o Rurales, dichas tolerancias son de hasta el  $\pm 7.5\%$ . (P.15)

La caída de tensión existente en las líneas ocurre debido a que la corriente de carga atraviesa la resistencia y la reactancia de la misma. Esta caída se puede identificar de una mejor manera al encontrarse varias cargas conectadas en un sistema de utilización. También



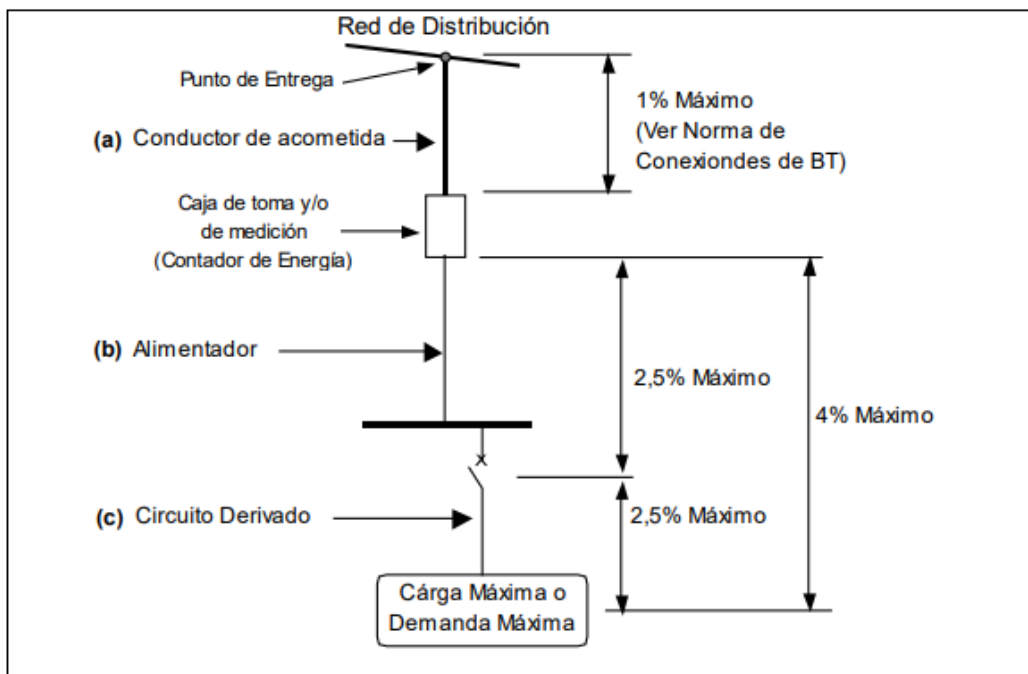
podríamos definirlo como la diferencia de potencial existente entre los extremos del conductor. Su unidad de medida es en voltios y representa el gasto de fuerza que requiere para el paso de la corriente. (NTCSE, 1997)

(CNE, 2006) Sección 050-102 “Los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para que” (p.2):

- a) La caída de tensión no sea mayor del 2.5%; y
- b) La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%.

**Figura 5**

*Caídas de tensión permitidas en un circuito*



**Nota:** Manual de sustentación del Código Nacional de Electricidad-Utilización 2006

Para los cálculos de caída de tensión:

En circuitos de monofásicos:

$$\Delta U = \frac{2\rho L \cdot \cos(\varphi) I_d}{s} \dots\dots\dots(6)$$

En circuitos trifásicos:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3}\rho L \cos(\varphi) I_d}{S} \dots\dots\dots(7)$$

Donde:

$\Delta U$ : Diferencia de potencial en Voltios

$\rho$ : Resistividad del conductor en  $(\Omega - mm^2)/m$

$L$ : Longitud de conductor en m.

$\cos(\varphi)$ : Factor de potencia

$I_d$ : Corriente del conductor, en amperios.

$S$ : Sección del conductor en  $mm^2$

### 2.2.1.3. Armónicos

(Poyato, 2020) Los armónicos son tensiones o corrientes sinusoidales que tienen frecuencias múltiplos enteros de la frecuencia (60 Hz) del sistema de alimentación que fue diseñado para su operación. Los valores típicos para los armónicos en un sistema eléctrico corresponden: 5ta (300Hz), 7ma (420Hz) y 11ra (660Hz). Las formas de ondas distorsionadas, se pueden descomponer en una suma de la señal de frecuencia fundamental y las armónicas. La distorsión armónica se genera por las características no lineales de los equipos y cargas de un sistema eléctrico.

#### 2.2.1.3.1. Cargas lineales

(Poyato, 2020) Están compuestos por cargas resistivas, inductivas y/o capacitivas, que guarda una relación proporcional entre el voltaje y corriente, por lo tanto, al aplicar un voltaje la forma de onda de la corriente será igualmente sinusoidal y se conservará un desfase de ángulo con respecto a la onda de voltaje.

#### 2.2.1.3.2. Cargas no lineales

(Poyato, 2020) Son aquellas cargas que, al ser suministradas por una tensión sinusoidal, requiere una corriente distorsionada o no sinusoidal, y al no guardar una

relación proporcional de desfase entre la tensión y la corriente se le llama carga no lineal. Estas cargas se encuentran en la parte electrónica del equipo (variadores de frecuencia, reguladores de luz, etc.).

**2.2.1.3.3. Efectos de los armónicos en ambientes industriales**

(Poyato, 2020) Las diferentes cargas no lineales (equipos electrónicos de control, variadores de frecuencia, motores, etc.) en la industria es necesario tener en cuenta los efectos al tener una elevada distorsión armónica en la red tal como se muestra en la Tabla 1.

**2.2.1.3.4. Factor de distorsión armónica total de voltaje (THD)**

(NTCSE, 1997) Término utilizado para definir el factor de distorsión de tensión o de corriente. Su cálculo se determina como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los valores RMS de los voltajes o corrientes armónicas y se divide entre el valor RMS del voltaje o corriente fundamental.

$$THD_V = \frac{\sqrt{\sum_{i=2,3,4,\dots,40} V_i^2}}{V_1} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

Donde:

$V_i$ .- Valor eficaz (RMS) de la tensión armónica “i” (para  $i=2,\dots,40$ ) expresada en voltios

$V_1$ .- Es la tensión fundamental (primer armónico) del punto de medición en voltios.

La energía eléctrica se considera de baja calidad, si las perturbaciones medidas se encuentran fuera de las tolerancias permitidas, por un tiempo mayor al 5% del tiempo de medición. Se considera por separado cada tipo de perturbación (NTCSE, 1997). Las tolerancias se muestran en la Tabla 2, ver página 20.

**Tabla 1***Efectos de la distorsión armónica en cada elemento del sistema eléctrico*

Elemento	Problema	Efecto
<b>Transformadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulación de corrientes armónicas por los devanados.</li> <li>• Pérdida en el cobre y en el hierro (Histéresis y Foucault)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobrecalentamiento de los devanados.</li> <li>• Pérdida del aislamiento térmico por calentamiento.</li> <li>• Disminución del rendimiento.</li> <li>• Pérdida del aislamiento por aumento de temperatura.</li> <li>• Ruido audible.</li> </ul>
<b>Conductor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la corriente.</li> <li>• Aumento de la resistencia.</li> <li>• Aumento de pérdidas térmicas (efecto Joule).</li> <li>• Efecto "skin".</li> <li>• Retorno por el conductor de neutro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de pérdidas térmicas por efecto Joule.</li> <li>• Falla del aislamiento debido a la presencia de resonancia.</li> <li>• Disparo de protecciones termomagnéticas.</li> <li>• Incremento de corriente que circula por el neutro.</li> <li>• Degradación prematura.</li> </ul>
<b>Motores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulación de corrientes armónicas por los bornes.</li> <li>• Pérdida en el cobre y en el hierro (Histéresis y Foucault).</li> <li>• Pérdidas magnéticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobrecalentamiento de los devanados.</li> <li>• Incremento de las pérdidas en el cobre y en el hierro.</li> <li>• Disminución de la eficiencia.</li> <li>• Pérdida de la vida útil.</li> <li>• Calentamiento del rotor.</li> </ul>
<b>Equipos de medida y control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas no validas.</li> <li>• Errores en los procesos de control.</li> <li>• Resonancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Error en equipos que toman como referencia el paso por cero de la onda.</li> <li>• Saturación de transformadores de media y/o protección.</li> <li>• Valores de magnitudes incorrectas.</li> <li>• Funcionamiento lento y/o con altos valores de arranque de los relés.</li> </ul>
<b>Equipos electrónicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferencia</li> <li>• Ruido inducido</li> <li>• Desplazamiento del cruce por cero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallas en el funcionamiento.</li> <li>• Los instrumentos pueden ser afectados dando una información errónea o no realizar de forma impredecible.,</li> </ul>
<b>Condensadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resonancia paralela con el sistema</li> <li>• Amplificación de los armónicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calentamiento.</li> <li>• Envejecimiento prematuro.</li> <li>• Destrucción de condensadores.</li> </ul>

**Nota:** Circuitos y IEEE 519

**Tabla 2***Tolerancia de THD*

Orden (n) de la armónica o THD	TOLERANCIA  Vi  o  THD	
	(% CON RESPECTO A LA Tensión Nominal del punto de medición)	
	Alta y Muy Alta Tensión	Media y Baja Tensión
(Armónicas impares no múltiplos de 3)		
<b>5.0</b>	2.0	6.0
7.0	2.0	5.0
11.0	1.5	3.5
13.0	1.5	3.0
17.0	1.0	2.0
19.0	1.0	1.5
23.0	0.7	1.5
25.0	0.7	1.5
Mayores de 25	0.1+2.5/n	0.2+2.5/n
(Armónicas impares múltiplos de 3)		
<b>3.0</b>	1.5	5.0
9.0	1.0	1.5
15.0	0.3	0.3
21.0	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
(Pares)		
<b>2.0</b>	1.5	2.0
4.0	1.0	1.0
6.0	0.5	0.5
8.0	0.2	0.5
10.0	0.2	0.5
12.0	0.2	0.2
Mayores de 12	0.2	0.2
THD	3.0	8.0

**Nota:** NTCSE-Urbano-DS N°020-97-EM

### 2.2.2. Sistema eléctrico

Juárez (1995) “Son todas las instalaciones, cableado y equipos indispensables para la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica.” (p.11)

#### 2.2.2.1. Pérdidas de energía

Tama (2018) Las pérdidas de energía eléctrica producen un rápido deterioro de las redes e instalaciones, obligando a fuertes inversiones tanto en renovación como en ampliaciones que luego no reeditúan adecuadamente, pues debe ser sobredimensionados para poder soportar el incremento indiscriminado de los consumos. Las pérdidas

de energía ocurren a lo largo de todo el sistema eléctrico como el de generación, transmisión y distribución.

#### 2.2.2.1.1. Pérdidas técnicas

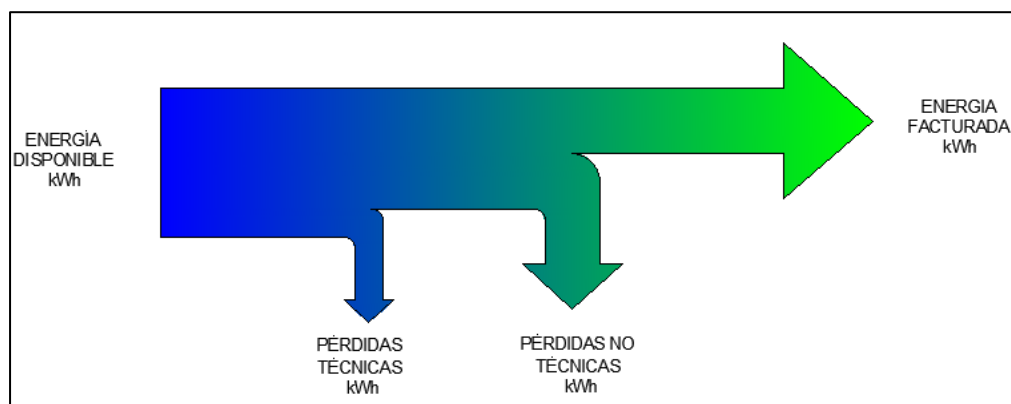
De acuerdo con Tama (2018) “Se deben a la energía consumida por los equipos relacionados a los procesos de generación, transmisión y distribución, energía que no es facturada”. (p.14)

#### 2.2.2.1.2. Pérdidas no técnicas

Según Tama (2018) “Son la pérdidas sociales y comerciales, relacionados principalmente con la ineficiencia de los sistemas de medición, de control, de facturación y recaudación, así como los errores administrativos y del grado de automatización de los procesos de comercialización”. (p.15)

**Figura 6**

*Pérdidas de energía*



**Nota:** Artículos de energía

#### 2.2.2.1.3. Instalación eléctrica

Condumex (2009) Se denomina instalación eléctrica a un grupo de elementos que ayudan a transportar energía

eléctrica de un punto a otro con el fin de poner en funcionamiento un equipo en específico, alguno de los elementos, son: tableros eléctricos, canalizaciones, conductores, interruptores, elementos de control, etc.

#### **2.2.2.1.4. Deterioro de conductores**

Condumex (2009) Un conductor(cable), destinado a distribuir energía eléctrica o señales, tiene la finalidad principal de conducir la corriente eléctrica hacia un dispositivo o ubicación específica. Para esto se utiliza un conductor recubierto con aislante eléctrico que ayudara a mantener la corriente fluyendo sin contacto directo con otros materiales o superficies.

#### **2.2.2.1.5. Conductores subdimensionados**

(Condumex, 2009) El conductor debe trasladar la corriente de manera económica y eficiente, para lograr dicho fin se debe tener en cuenta la elección adecuada del material, el tamaño y diseño, a la vez debe cumplir con características como: Intensidad, estrés de tensión, regulación de voltaje, pérdidas del conductor, radio de curvatura y flexibilidad, propiedades mecánicas entre otras como se muestra en la Tabla 3.

#### **2.2.2.2. Ahorro en equipos eléctricos**

Barrera, Ramírez y Guevara (2016) El ahorro de consumo de energía se entiende como el evitar de utilizar una potencia demandada en cualquier tipo de trabajo en un determinado tiempo, por ejemplo, se puede dejar de consumir energía de grandes capacidades de una planta o industria en horas puntas donde hay un elevado costo por el consumo de la energía.

#### **2.2.2.3. Eficiencia en equipos eléctricos**

Barrera, Ramírez y Guevara (2016) La eficiencia energética se define como una relación en valores mínimos entre KW-h y unidad de

producto, en una definición simple de eficiencia, lo que ingresa debe ser igual a lo que sale, es decir, se deben lograr tener en una producción las menores pérdidas posibles. Cuando se logra una eficiencia energética en un proceso productivo, se está hablando de ahorrar energía.

**Tabla 3**

*Tabla de datos técnicos NH-80 mm<sup>2</sup>*

<b>SECCION NOMINAL</b>	<b>N° HILOS</b>	<b>DIAMETRO HILO</b>	<b>DIAMETRO CONDUCTOR</b>	<b>ESPESOR AISLAMIENTO</b>	<b>DIAMETRO EXTERIOR</b>	<b>PESO</b>	<b>AIRE</b>	<b>DUCTO</b>
<b>mm<sup>2</sup></b>		<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>kg/km</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>1.5</b>	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
<b>2.5</b>	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
<b>4.0</b>	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
<b>6.0</b>	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
<b>10.0</b>	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51
<b>16.0</b>	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	99	68
<b>25.0</b>	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
<b>35.0</b>	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
<b>50.0</b>	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	204	138
<b>70.0</b>	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
<b>95.0</b>	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
<b>120.0</b>	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	352	231
<b>150.0</b>	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	413	264
<b>185.0</b>	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	473	303
<b>240.0</b>	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
<b>300.0</b>	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

**Nota:** Catálogo INDECO



## CAPITULO III

### VARIABLES E HIPÓTESIS

#### 3.1. Operacionalización de las variables

**Tabla 4**

*Operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>Independiente</b>  <b>Análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión.</b>	García (2017) Los parámetros eléctricos son características de los componentes de un circuito eléctrico como pueden ser, la resistencia, capacitancia, inductancia, etc.	El análisis de los parámetros eléctricos dentro de la industria nos determinará los factores que debemos cambiar o mejorar.	<b>1. Potencia instalada</b>	Análisis de carga instalada.
			<b>2. Factor de potencia</b>	Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) un $fp < 0.96$ , se factura por energía reactiva.
			<b>3. Caída de tensión</b>	En conformidad a la NTCSE la caída de tensión debe ser como máximo en $\pm 5\%$ de la tensión nominal.
			<b>4. Armónicos</b>	Evaluar los armónicos en el sistema eléctrico en conformidad a la NTCSE para el factor de distorsión total por armónicas (THD)
<b>Dependiente</b>  <b>Evaluar el estado del sistema eléctrico en la empresa Tecnología en Grasas SAC</b>	Zarco y Gómez (1999) La evaluación de estado realiza un análisis matemático del sistema fundamentándose por datos recolectados por medidores e información sobre los parámetros de los componentes de la red.	Nos permitirá determinar el estado del sistema eléctrico de la empresa en estudio.	<b>1. Conductores eléctricos</b>	Análisis de sección de los conductores
			<b>2. Equipos eléctricos</b>	Evaluación de motores eléctricos

**Nota:** Elaboración propia

## **3.2. Hipótesis de la investigación**

### **3.2.1. Hipótesis general**

El análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión permite evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.

### **3.2.2. Hipótesis específicas**

- a.** El cálculo de la potencia instalada como parámetro eléctrico permite evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.
- b.** Los conductores y los equipos del sistema eléctrico influyen en el análisis de parámetros eléctricos en baja tensión.
- c.** El análisis de la caída de tensión y los armónicos como parámetros eléctricos permiten evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.
- d.** El cálculo del factor de potencia como parámetro eléctrico permite evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.

## CAPITULO IV

### METODOLOGÍA

#### 4.1. Descripción de la metodología

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010) en su libro, Metodología de la investigación, nos dice que el objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer situaciones, predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

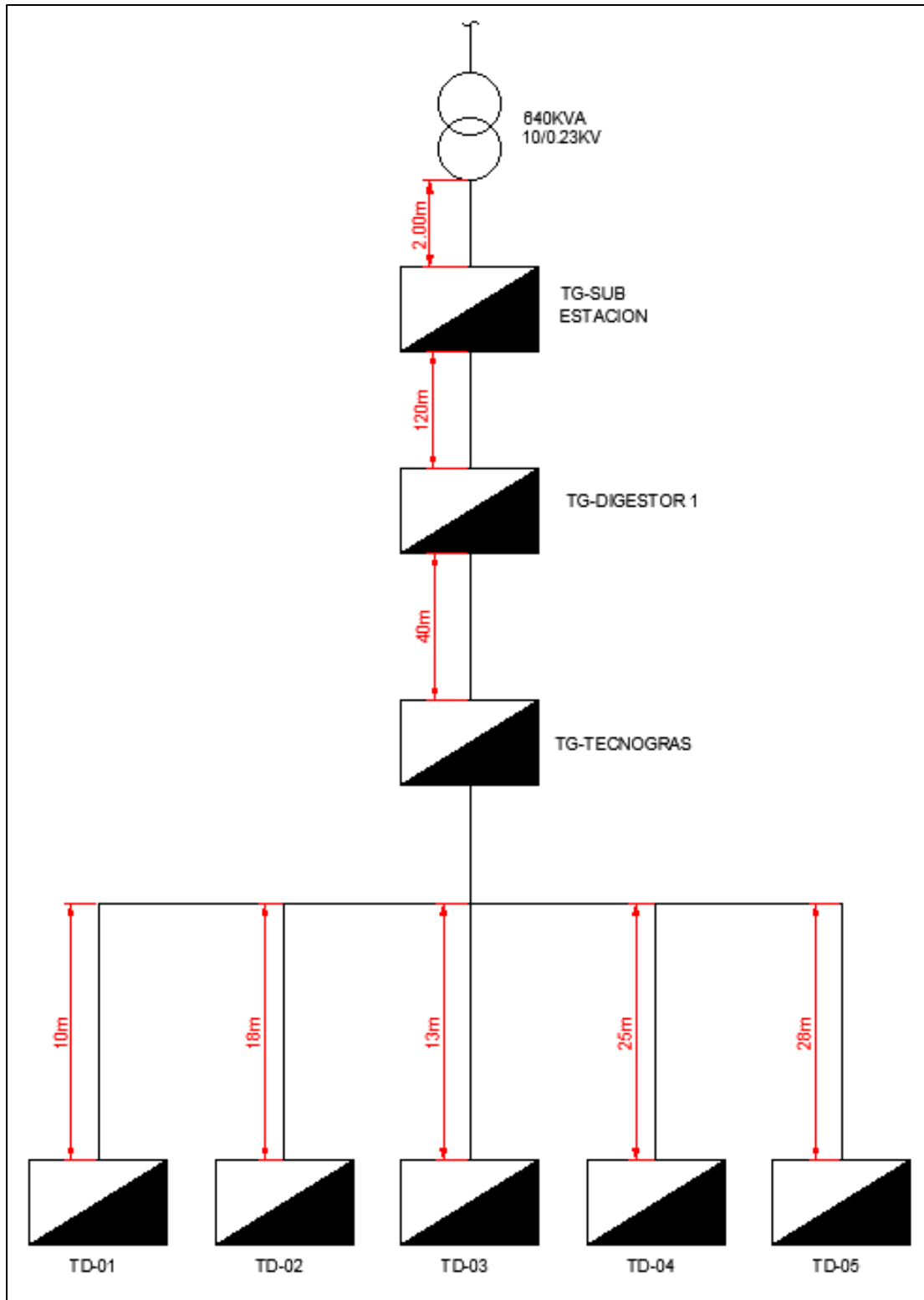
(Sánchez Carlessi y otros, 2018), en su libro, Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística, indica que incluye el análisis presentado en una investigación descriptiva o un estudio de carácter social. Esto involucra efectuar caracterizaciones globales y descripciones del contexto, de las propiedades, de las partes o del desarrollo de un fenómeno o suceso. El análisis puede ser cuantitativo y/o cualitativo. El diseño de la investigación para la presente tesis se ha determinado como descriptivo-cuasi experimental, debido a que se realizará sin manipular las variables, donde el investigador obtendrá datos referenciales para luego analizarlos teniendo una perspectiva cuantitativa a través de los cálculos.

En el presente proyecto de investigación tiene como finalidad evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC, para ello se realizará cálculos y mediciones de parámetros eléctricos que se mencionan en el proyecto como el análisis de la potencia instalada, análisis de conductores, equipos eléctricos, evaluación de la caída de tensión, análisis de armónicos y análisis del factor de potencia.

## 4.2. Implementación de la investigación

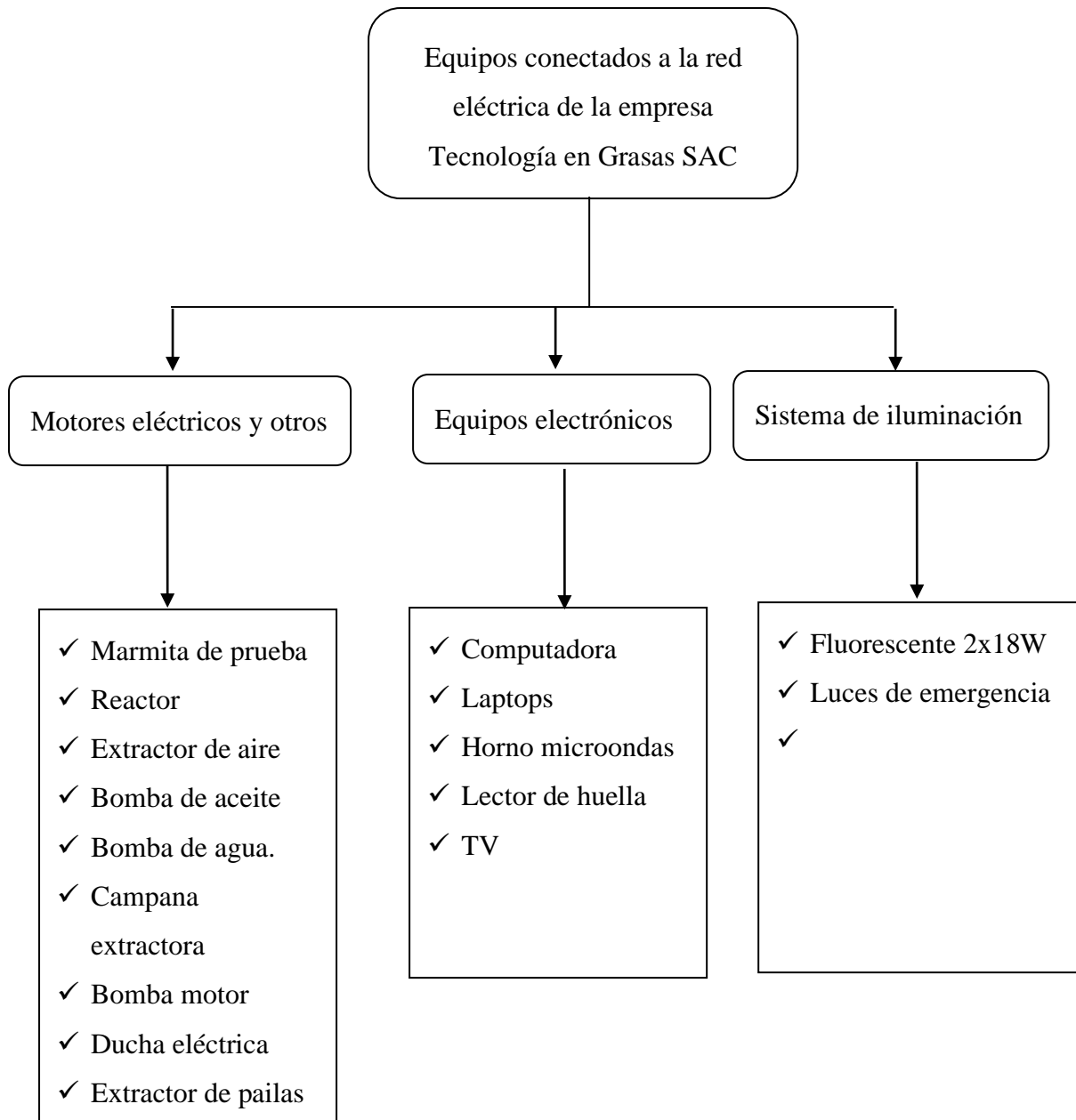
**Figura 7**

*Representación gráfica del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas*



**Nota:** Elaboración propia

La empresa Tecnología en Grasas SAC es una empresa dedicada a la fundición de sebo de vacuno por lo que requiere un elevado consumo de energía por el uso de motores eléctricos, a continuación, se muestra las cargas conectadas a su red eléctrica.



El análisis del estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas S.A.C se encuentra alimentada desde la sub estación particular perteneciente al Frigorífico la Colonial S.A.C, que llega a un tablero general de distribución con tres conductores de 150mm<sup>2</sup> NYY, de este tablero general de distribución tiene un puente a un interruptor termomagnético tipo riel DIN de 3x100A que está en las instalaciones del Frigorífico la Colonial SAC en los procesos de harina que salen 3 conductores de 25mm<sup>2</sup> THW y llegan al tablero general de la empresa Tecnología en Grasas S.A.C. a un interruptor termomagnético de 3x100A de caja moldeada.

El presente estudio nos permitirá verificar el estado en que se encuentra su sistema eléctrico, para este estudio se consideran las siguientes normativas vigentes que se deben cumplir para considerar que el sistema eléctrico se encuentre en buenas condiciones.

En la Figura 7 se observa una representación gráfica de la alimentación del tablero general y sus tableros de distribución de la empresa Tecnología en Grasas S.A.C.

#### **4.2.1. Evaluación de la potencia instalada de la empresa tecnología en Grasas SAC.**

Se identificó las cargas conectadas al sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas S.A.C y se realizará el cálculo de la máxima demanda en cada uno de los tableros:

- 1) Tablero de distribución 1, TD-1.
- 2) Tablero de distribución 2, TD-2.
- 3) Tablero de distribución 3, TD-3.
- 4) Tablero de distribución 4, TD-4.
- 5) Tablero de distribución 5, TD-5.
- 6) Tablero general, TG

El cálculo de cuadro de cargas de cada tablero de distribución de la empresa Tecnología en Grasas SAC nos ayudará a poder tener idea de la carga actual conectada a su sistema eléctrico tal como se muestra en la Tabla 5 y de acuerdo a los resultados poder evaluar los conductores de cada tablero de distribución y del tablero general.

**Tabla 5***Cuadro de cargas de tablero de distribución TD-1*

<b>TD-1-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA	P.I (w)	F.D	M.D (W)
1	Marmita de prueba 2HP	1.0	1492.0	1492.0	0.8	1193.6
2	Reactor 12HP	1.0	8952.0	8952.0	0.8	7161.6
<b>TOTAL (W)</b>			<b>10444.0</b>			<b>8355.2</b>

**Nota:** Elaboración propia

Los motores se consideraron aquellos que están operativos y conectados al tablero de distribución TD-1, y sus potencias nominales se obtuvieron de sus placas.

En la Tabla 6 se muestra las cargas conectadas al tablero de distribución TD-2 y se realiza el cálculo de la máxima demanda.

**Tabla 6***Cuadro de cargas del tablero de distribución TD-2*

<b>TD-2 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 2</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA (W)	PI(W)	F.D	M.D
1	Extractor 5 (1HP)	1	746	746	0.8	596.8
2	Campana extractora (1HP)	1	746	746	0.8	596.8
3	Extractor 3(3HP)	1	2238	2238	0.8	1790.4
4	Extractor 4 (3HP)	1	2238	2238	0.8	1790.4
5	Capturador de moscas	1	40	40	1.0	40
6	Sirena de aviso	1	40	40	0.8	32
<b>Total (W)</b>			<b>6048</b>			<b>4846.4</b>

**Nota:** Elaboración propia

En la Tabla 7 se muestra las cargas conectadas al TD-3, dicho tablero es la que mayor concentración de carga contiene, se muestra su máxima demanda.

**Tabla 7***Cuadro de cargas del tablero de distribución TD-3*

<b>TD-3 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 3</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA (W)	P.I (w)	F.D	M.D (W)
1	Bomba de aceite N° 1 (12.5HP)	1.0	9325.0	9325.0	0.8	7460.0
2	Bomba de aceite N° 2 (5HP)	1.0	3730.0	3730.0	0.8	2984.0
3	Bomba de agua 7.5HP	1.0	5595.0	5595.0	0.8	4476.0
4	Bomba de aceite N°3 (5HP)	1.0	3730.0	3730.0	0.8	2984.0
5	Extractor de aire N° 1 (1HP)	1.0	746.0	746.0	0.8	596.8
6	Ventilador (1HP)	1.0	746.0	746.0	0.8	596.8
<b>Total (W)</b>			<b>18277</b>			<b>19097.60</b>

Para el cálculo de la máxima demanda en el tablero de distribución TD-4, al no conocerse los equipos que se conectan a los tomacorrientes en el ítem 5 se consideró 25W/m<sup>2</sup> de acuerdo con el Código Nacional de Electricidad-Utilización, sección 050-210 (b) tal como se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Cuadro de cargas del tablero de distribución TD-4*

<b>TD-4 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 4</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA (W)	P.I (W)	F.D	M.D(W)
1	Extractor de aire N° 05 (1HP)	6.00	746.00	4476.00	0.80	3580.80
2	Extractor de aire N° 06 (1HP)	1.00	746.00	746.00	0.80	596.80
3	Alumbrado 2X18W	4.00	36.00	144.00	1.00	144.00
4	Luces de emergencia	1.00	7.50	7.50	1.00	7.500
5	Tomacorrientes 25W/M2	39.92	25.00	998.00	0.80	798.40
6	Bomba motor monofásico (5HP)	1.00	3730.00	3730.00	0.80	2984.00
<b>TOTAL (W)</b>				<b>10101.50</b>		<b>8111.5</b>

**Nota:** Elaboración propia

En el cálculo de la máxima demanda del tablero de distribución TD-5 se encontraron dos duchas eléctricas instaladas en el área de los servicios higiénicos y para su cálculo se tomó en cuenta el Código Nacional de Electricidad-Utilización Sección 050-200 (1)(a)(vi) como se puede apreciar en el ítem 8 y 9 de la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Cuadro de cargas del tablero de distribución TD-5*

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARGA (W)	P.I (W)	F.D	M.D(W)
1	Alumbrado área de oficina 2do y 3er piso fluorescente led 2x18W	12.00	36.00	432.00	1.00	432.00
2	Luces de emergencia 2do y 3er piso área de oficinas	6.00	7.50	45.00	1.00	45.00
3	Refrigerador	1.00	250.00	250.00	0.80	200.00
4	Horno microondas	1.00	1200.00	1200.00	0.80	960.00
5	Computadora	2.00	300.00	600.00	0.80	600.00
6	Secador de manos	1.00	2300.00	2300.00	0.80	1840.00
7	Lector de huella biométrico	1.00	0.10	0.10	0.80	0.08
8	Ducha eléctrica 1	1.00	6000.00	6000.00	1.00	8800.00
9	Ducha eléctrica 2	1.00	5000.00	5000.00	0.25	1250.00
10	Tomacorrientes 25W/m <sup>2</sup>	49.00	25.00	1225.00	1.00	1225.00
11	TV	1.00	300.00	360.00	0.80	288.00
<b>CARGA INSTALADA TOTAL (W)</b>				<b>17912.10</b>		<b>12720.08</b>

**Nota:** Elaboración propia

En la Tabla 10 se muestra todas las cargas que están conectadas al sistema eléctrico de la empresa Tecnología e Grasas SAC y el cálculo de su



potencia instalada total y el cálculo de la máxima demanda que lo utilizaremos al momento de evaluar los conductores del sistema eléctrico.

**Tabla 10**

*Cuadro de cargas de tablero general, TG*

<b>TABLERO GENERAL, TG-TECNOLOGIA EN GRASAS S.A.C</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL(W)	POTENCIA TOTAL	F.D	M.D(W)
1	Tablero de distribución, TD-1	-	-	10444.00	-	8355.20
2	Tablero de distribución, TD-2	-	-	6048.00	-	4846.40
2	Tablero de distribución, TD-3	-	-	23872.00	-	19097.60
3	Tablero de distribución, TD-4	-	-	10101.50	-	8111.50
4	Tablero de distribución, TD-5	-	-	17412.10	-	12720.08
5	Tomacorrientes piso 1, 25W/m2	55.19	25.00	1379.75	1.00	1379.75
6	Extractor de pailas (1.5hp)	1.00	1119.00	1119.00	0.80	895.20
7	Alumbrado piso 1, 2x18w	14.00	36.00	504.00	1.00	504.00
8	Alumbrado piso 2. 2x18w	10.00	36.00	360.00	1.00	360.00
9	Tomacorrientes piso 2, 25W/m2	75.64	25.00	1891.00	1.00	1891.00
10	Luces de emergencia	10.00	7.50	75.00	1.00	75.00
<b>TOTAL (W)</b>				<b>73887.35</b>		<b>58235.73</b>

**Nota:** Elaboración propia.

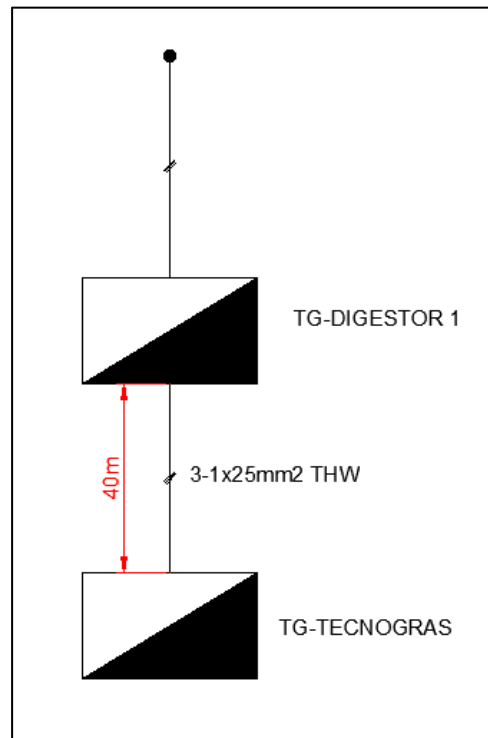
#### **4.2.2. Verificación de los conductores a la llegada de cada tablero de distribución y de los equipos conectados al sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.**

##### **4.2.2.1. desde el TG -Digestor 1 hasta el TG - Tecnogras**

Para la verificación de los conductores se realizó el análisis en los alimentadores principales, empezando desde el TG y cada uno de los tableros de distribución existentes en la empresa Tecnología en Grasas SAC, tal como se muestra en la Figura 8, que la conexión viene del puenteo en un tablero general llamado TG-Digestor 1 y desde donde se realizará el análisis para evaluar el estado del sistema eléctrico.

## Figura 8

Representación del conexionado de los Tableros Generales



Nota: Elaboración propia

### Cálculo de la intensidad y caída de tensión

Se realiza el cálculo de la intensidad con la máxima demanda obtenida en la; siendo este de 58.23kW para verificar el correcto dimensionamiento del conductor.

Para el cálculo de la corriente en cada tablero y la caída de tensión se hará uso de las siguientes formulas.

$$(I = \frac{MD}{\sqrt{3} * V * \cos\varphi})$$

Donde:

I: Intensidad de corriente (A)

MD: Máxima demanda (W)

V: Voltaje (V)

$\cos(\varphi)$ : Factor de potencia

$$(\Delta U = \frac{\sqrt{3} \rho L \cos(\varphi) I_d}{S})$$

Donde:

$\rho$ : Resistividad del cobre ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )

L: Longitud (m)

$\cos(\varphi)$ : Factor de potencia

$I_d$ : Intensidad de diseño (A)

S: Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

**Tabla 11***Cálculo de intensidad y caída de tensión del TG*

Cálculo de corriente (A)		Cálculo de caída de tensión ( $\Delta U$ )	
Máx. Demanda (W)	58235.73	Resistividad del cobre (Cu)	0.0175
voltaje (V)	230	Longitud (m)	40
cos $\phi$	0.9	cos $\phi$	0.9
		Id (A)	203.03
Corriente (A)	<b>162.42</b>	Sección (mm <sup>2</sup> )	25
Id (A)	<b>203.03</b>	Caída de tensión (V)	<b>8.86</b>

**Nota:** Elaboración propia

En el cálculo de la intensidad de diseño se considera un factor de seguridad del 25% es decir  $F_s=1.25$  de donde obtendremos la corriente de diseño tal como se muestra en la Tabla 11.

### **Cálculo de temperatura de operación del conductor, las pérdidas de potencia en el conductor y el rendimiento del conductor**

Para el cálculo de la temperatura de operación se requiere tener los datos de la ficha técnica del tipo de conductor que se está estudiando tal como se muestra en la Tabla 12

**Tabla 12***Características del conductor actual THW-90, según ficha técnica*

Sección del conductor	25mm <sup>2</sup>
Número total de alambres	7
Amperaje ducto a 30°C	107 A
Amperaje en aire a 30°C	158 A
temperatura máxima de operación	90 °C

**Nota:** Ficha técnica INDECO

Para el cálculo de la temperatura de operación del conductor, las pérdidas de potencia en el conductor y su rendimiento en cada tablero se hará uso de las siguientes formulas.

$$T_{Op} [^{\circ}C] = T_0 + (T_{m\acute{a}x.} - T_0) * \left(\frac{I_{Op}}{I_{Nom}}\right)^2 \leq 90^{\circ}C$$

Donde:

$T_{Op}$ : Temperatura de operación(°C)

$T_0$ : Temperatura de ambiente (°C)

$T_{m\acute{a}x.}$ : Temperatura máxima admisible del conductor (°C)

$I_{Op}$ : Intensidad prevista (A)

$I_{Nom}$ : Intensidad máxima admisible (A)

$$P_P = \sqrt{3} * \Delta U_{cond.} * I_L * \cos\varphi$$

Donde:

$P_P$ : Pérdidas de potencia en el conductor (kW)

$\Delta U_{cond.}$ : Caída de tensión en el conductor (V)

$I_L$ : Intensidad de línea (A)

$\cos\varphi$ : Factor de potencia

$$\eta_{cond.} [\%] = \frac{P_U(kW)}{P_T(kW)}$$

Donde:

$\eta_{cond.}$ : Eficiencia del conductor

$P_U$ : Potencia útil (kW)

$P_T$ : Potencia total(kW)

De acuerdo con la ficha técnica del conductor THW-90 el amperaje que soporta dicho conductor es como máximo de 107A en ducto.

**Tabla 13**

*Cálculo de la temperatura del conductor, perdidas de potencia y rendimiento del conductor*

Cálculo de T° de op. Del conductor (Top)		Cálculo de potencia perdida en el conductor (Pp)		Rendimiento del conductor (η)	
T° Ambiente (°C)	25	Caída de tensión(V)	8.86	Potencia total (kW)	73.88
T° Máx. admisible del conductor (°C)	90	Intensidad de línea (A)	162.42	Potencia útil (kW)	71.63
Iop. Provista para la canalización. (A)	162.42	Cosφ	0.9	Eficiencia del conductor	96.9%
Imáx. Admisible para la canalización. (A)	107	Pérdidas (W)	2243.69		
Top. del conductor (°C)	174.76				

**Nota:** Elaboración propia

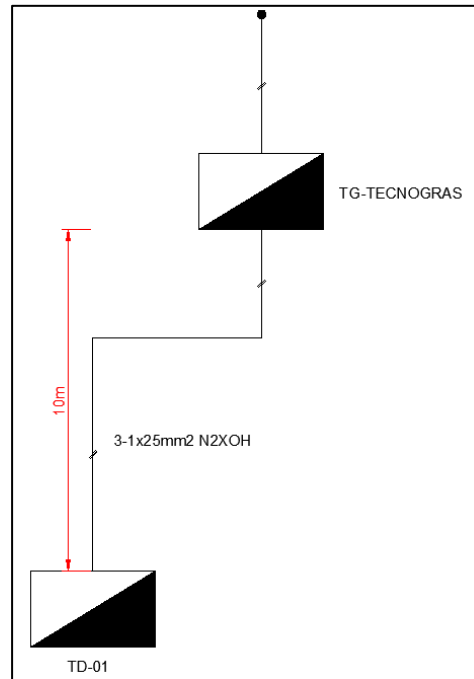
En la Tabla 13 se muestra los cálculos realizados teniendo en el conductor una temperatura de operación de 174.76 °C es decir que es mayor a la temperatura máxima que puede soportar el conductor (90°C) y al calcular la potencia perdida en el conductor podemos calcular el rendimiento con la diferencia entre la potencia total y la potencia perdida obteniendo una potencia útil que finalmente lo usaremos para el cálculo del rendimiento del conductor que se obtuvo un 96.9%

#### 4.2.2.2. Verificación del conductor del TG-Tecnogras al TD-1

Se realiza el cálculo de la intensidad y la caída de tensión para el tramo que se muestra en la Figura 9 para el TD-1 para verificar el correcto dimensionamiento del conductor.

**Figura 9**

*Alimentación del tablero de distribución TD-1*



**Nota:** Elaboración propia

#### **Cálculo de la intensidad y caída de tensión**

Similar a los cálculos realizados en el tablero general, se realiza los cálculos para el tablero de distribución TD-1 tal como se muestra en la Tabla 14 y se toma como máxima demanda el cálculo realizado en la Tabla 5 del tablero de distribución TD-1.

**Tabla 14***Cálculo de la intensidad y caída de tensión en el TD-1*

Cálculo de corriente (A)		Cálculo de caída de tensión ( $\Delta U$ )	
Máx. Demanda (W)	8355.2	Resistividad del cobre (Cu)	0.0175
Voltaje (V)	230	Longitud (m)	10
Cos $\phi$	0.9	Cos $\phi$	0.9
Raíz de 3	1.73	Id (A)	29.125
Corriente (A)	<b>23.30</b>	Sección (mm <sup>2</sup> )	25
Id (A)	<b>29.125</b>	Caída de tensión (V)	<b>0.317</b>

**Nota:** Elaboración propia

Se realiza el cálculo de la intensidad para el tablero de Distribución TD-1 teniendo como resultado de 29.125A la intensidad de diseño que se obtuvo al aplicar un factor de seguridad del 25% con ello se verificará el correcto dimensionamiento del conductor de igual manera se realizó el cálculo de caída de tensión con la sección de 25mm<sup>2</sup> obteniendo 0.317V que representaría el 0.138% del voltaje nominal, bajo el CNE-U del 2006 se debe considerar una caída de tensión máxima de 2.5%.

#### **Cálculo de temperatura de operación del conductor, las pérdidas de potencia en el conductor y el rendimiento del conductor**

Para el cálculo de la temperatura de operación se requiere tener los datos de la ficha técnica del tipo de conductor que se está estudiando tal como se muestra en la Tabla 15.

**Tabla 15***Características del conductor N2XOH, según ficha técnica*

Sección del conductor N2XOH	25mm <sup>2</sup>
Número total de alambres	7
Amperaje ducto a 30°C	96A
amperaje en aire a 30°C	135A
temperatura máxima de operación	90 °C

**Nota:** Ficha técnica INDECO

De acuerdo con la ficha técnica del conductor N2XOH el amperaje que soporta dicho conductor es como máximo de 96A en ducto y temperatura máxima de operación de 90 °C.

En la Tabla 16 se muestra los cálculos realizados teniendo en el conductor una temperatura de operación de 28.82 °C es decir que es menor a la temperatura máxima que puede soportar el conductor (90°C) y al calcular la potencia perdida en el conductor podemos calcular el rendimiento con la diferencia entre la potencia total y la potencia perdida obteniendo una potencia útil que finalmente lo usaremos para el cálculo del rendimiento del conductor que se obtuvo un 99.8%.

**Tabla 16**

*Cálculo de la temperatura del conductor, perdidas de potencia y rendimiento del conductor en el TD-1*

Cálculo de T° de op. Del conductor (Top)		Cálculo de potencia perdida en el conductor (Pp)		Rendimiento del conductor (η)	
T° Ambiente (°C)	25	Caída de tensión(V)	0.317	Potencia total (kW)	10.44
T° Máx. admisible del conductor (°C)	90	Intensidad de línea (A)	23.30	Potencia útil (kW)	10.42
Iop. Provista para la canalización. (A)	23.30	Cosφ	0.9	Eficiencia del conductor	99.8%
Imáx. Admisible para la canalización. (A)	96	perdidas (W)	2243.69		
Top. del conductor (°C)	28.82				

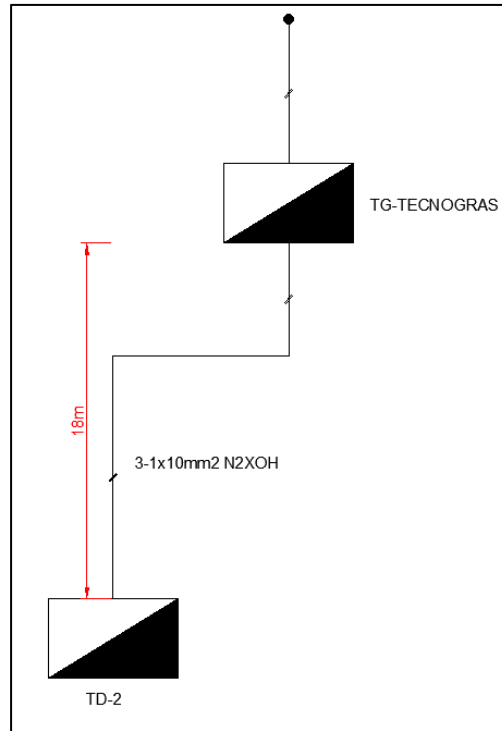
**Nota:** Elaboración propia

#### 4.2.2.3. Verificación del conductor del TG-Tecnogras al TD-2

Se realiza el cálculo de la intensidad y la caída de tensión para el tramo del TD-2 como se muestra en la Figura 10 para verificar el correcto dimensionamiento del conductor.

**Figura 10**

*Alimentación del tablero de distribución TD-2*



**Nota:** Elaboración propia

### **Cálculo de la intensidad y caída de tensión**

Se realiza el cálculo de la intensidad con la máxima demanda calculada en la Tabla 6 para el tablero de Distribución TD-2 para verificar el correcto dimensionamiento del conductor y verificar que la caída de tensión se encuentre de los valores permitidos en el CNE-Utilización tal como se muestra en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*Cálculo de la intensidad y caída de tensión en el TD-2*

Cálculo de corriente (A)		Cálculo de caída de tensión ( $\Delta U$ )	
Máx. Demanda (W)	4846.4	Resistividad del cobre (Cu)	0.0175
Voltaje (V)	230	Longitud (m)	18
Cos $\phi$	0.9	Cos $\phi$	0.9
Raíz de 3	1.73	Id (A)	16.89
Corriente (A)	13.51	Sección (mm <sup>2</sup> )	10
<b>Id (A)</b>	<b>16.89</b>	<b>Caída de tensión (V)</b>	<b>0.829</b>

**Nota:** Elaboración propia



Se realiza el cálculo de la intensidad para el tablero de Distribución TD-2 teniendo como resultado de 16.89A la intensidad de diseño que se obtuvo al aplicar un factor de seguridad del 25% con ello se verificará el correcto dimensionamiento del conductor de igual manera se realizó el cálculo de caída de tensión con la sección de 10 mm<sup>2</sup> obteniendo 0.829V que representaría el 0.36% del voltaje nominal, bajo el CNE-U del 2006 se debe considerar una caída de tensión máxima de 2.5%.

### **Cálculo de temperatura de operación del conductor, las pérdidas de potencia en el conductor y el rendimiento del conductor**

Para el cálculo de la temperatura de operación se requiere tener los datos de la ficha técnica del tipo de conductor que se está estudiando tal como se muestra en la Tabla 18.

**Tabla 18**

*Características del conductor N2XOH, según ficha técnica*

<b>Sección del conductor N2XOH</b>	<b>10mm<sup>2</sup></b>
Número total de alambres	7
Amperaje ducto a 20°C	58A
Amperaje en aire a 30°C	74A
temperatura máxima de operación	90 °C

De acuerdo con la ficha técnica del conductor N2XOH de 10mm<sup>2</sup> de sección, el amperaje que soporta dicho conductor es como máximo de 58A en ducto y temperatura máxima de operación de 90 °C.

En la Tabla 19 se muestra los cálculos realizados teniendo en el conductor una temperatura de operación de 28.82 °C es decir que es menor a la temperatura máxima que puede soportar el conductor (90°C) y al calcular la potencia perdida en el conductor podemos calcular el rendimiento con la diferencia entre la potencia total y la potencia perdida obteniendo una potencia útil que finalmente lo usaremos para el cálculo del rendimiento del conductor que se obtuvo un 99.8%

**Tabla 19**

*Cálculo de la temperatura del conductor, perdidas de potencia y rendimiento del conductor en el TD-2*

Cálculo de T° de op. Del conductor (Top)		Cálculo de potencia perdida en el conductor (Pp)		Rendimiento del conductor ( $\eta$ )	
T° Ambiente (°C)	25	Caída de tensión(V)	0.829	Potencia total (kW)	6.04
T° Máx. admisible del conductor (°C)	90	Intensidad de línea (A)	13.517	Potencia útil (kW)	6.03
Iop. Provista para la canalización. (A)	13.517	Cos $\phi$	0.9	Eficiencia del conductor	99.8%
Imáx. Admisible para la canalización. (A)	58	Raíz de 3	1.73		
Top. del conductor (°C)	28.82	perdidas (W)	17.47		

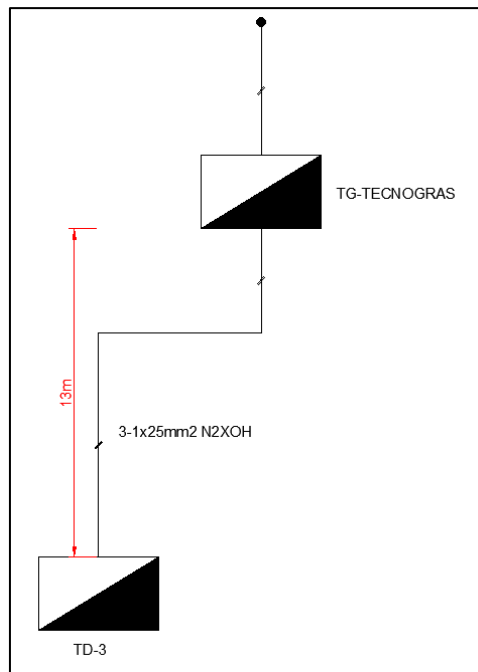
**Nota:** Elaboración propia

#### 4.2.2.4. Verificación del conductor del TG-Tecnogras al TD-3

Se realiza el análisis para el conductor y la caída de tensión para el tablero de distribución TD-3 del tramo que se muestra en la Figura 11.

**Figura 11**

*Alimentación del tablero de distribución TD-3*



**Nota:** Elaboración propia

## Cálculo de la intensidad y caída de tensión

Se realiza el cálculo de la intensidad con la máxima demanda calculada en la Tabla 7 para el tablero de Distribución TD-3 para verificar el correcto dimensionamiento del conductor y verificar que la caída de tensión se encuentre de los valores permitidos en el CNE-Utilización tal como se muestra en la Tabla 20.

Se realiza el cálculo de la intensidad para el tablero de Distribución TD-3 teniendo como resultado de 66.58A la intensidad de diseño que se obtuvo al aplicar un factor de seguridad del 25% con ello se verificará el correcto dimensionamiento del conductor de igual manera se realizó el cálculo de caída de tensión con la sección de 25 mm<sup>2</sup> obteniendo 0.944V que representaría el 0.314% del voltaje nominal, bajo el CNE-U del 2006 se debe considerar una caída de tensión máxima de 2.5%.

**Tabla 20**

*Cálculo de la intensidad y caída de tensión en el TD-3*

Cálculo de corriente (A)		Cálculo de caída de tensión ( $\Delta U$ )	
Máx. Demanda (W)	19097.6	Resistividad del cobre (Cu)	0.0175
Voltaje (V)	230	Longitud (m)	13
Cos $\phi$	0.9	cos $\phi$	0.9
Raíz de 3	1.73	Id (A)	66.58
Corriente (A)	53.26	Sección (mm <sup>2</sup> )	13
Id (A)	66.58	Caída de tensión (V)	0.944

**Nota:** Elaboración propia

## Cálculo de temperatura de operación del conductor, las pérdidas de potencia en el conductor y el rendimiento del conductor

Para el cálculo de la temperatura de operación se requiere tener los datos de la ficha técnica del tipo de conductor que se está estudiando tal como se muestra en la Tabla 21.

**Tabla 21***Características del conductor N2XOH, según ficha técnica*

Sección del conductor N2XOH	25mm <sup>2</sup>
Número total de alambres	7
Amperaje ducto a 20°C	96A
Amperaje en aire a 30°C	135A
temperatura máxima de operación	90 °C

**Nota:** Elaboración propia

De acuerdo con la ficha técnica del conductor N2XOH de 25mm<sup>2</sup> de sección, el amperaje que soporta dicho conductor es como máximo de 96A en ducto y temperatura máxima de operación de 90 °C.

En la Tabla 22 se muestra los cálculos realizados teniendo en el conductor una temperatura de operación de 34.88 °C es decir que es menor a la temperatura máxima que puede soportar el conductor (90°C) y al calcular la potencia perdida en el conductor podemos calcular el rendimiento con la diferencia entre la potencia total y la potencia perdida obteniendo una potencia útil que finalmente lo usaremos para el cálculo del rendimiento del conductor que se obtuvo un 99.6%

**Tabla 22***Cálculo de la temperatura del conductor, perdidas de potencia y rendimiento del conductor en el TD-3*

Cálculo de T° de op. Del conductor (Top)		Cálculo de potencia perdida en el conductor (Pp)		Rendimiento del conductor (η)	
T° Ambiente (°C)	25	Caída de tensión(V)	0.944	Potencia total (kW)	23.87
T° Máx. admisible del conductor (°C)	90	Intensidad de línea (A)	53.26	Potencia útil (kW)	23.79
Iop. Provista para la canalización. (A)	53.26	Cosφ	0.9	Eficiencia del conductor	99.6%
Imáx. Admisible para la canalización. (A)	96	Raíz de 3	1.73		
Top. del conductor (°C)	34.88	perdidas (W)	78.34		

**Nota:** Elaboración propia

#### 4.2.2.5. Verificación del conductor del TG-Tecnogras al TD-4

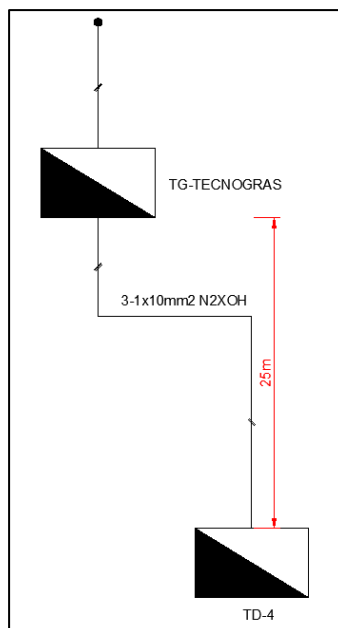
Se realiza el análisis para el conductor y la caída de tensión para el tablero de distribución TD-4 del tramo que se muestra en la Figura 12. Se realiza el cálculo de la intensidad con la máxima demanda calculada en la Tabla 8 para el tablero de Distribución TD-4 para verificar el correcto dimensionamiento del conductor y verificar que la caída de tensión se encuentre dentro de los valores permitidos en el CNE- Utilización tal como se muestra en los cálculos de la Tabla 23.

#### Cálculo de la intensidad y caída de tensión

Se realiza el cálculo de la intensidad para el tablero de Distribución TD-4 teniendo como resultado de 28.28A la intensidad de diseño que se obtuvo al aplicar un factor de seguridad del 25% con ello se verificará el correcto dimensionamiento del conductor de igual manera se realizó el cálculo de caída de tensión con la sección de 10mm<sup>2</sup> obteniendo 1.92V que representaría el 0.84% del voltaje nominal, bajo el CNE-U del 2006 se debe considerar una caída de tensión máxima de 2.5%.

**Figura 12**

*Alimentación del tablero de*



**Nota:** Elaboración propia

**Tabla 23***Cálculo de la intensidad y caída de tensión en el TD-4*

Cálculo de corriente (A)		Cálculo de caída de tensión ( $\Delta U$ )	
Máxima demanda (W)	8111.5	Resistividad del cobre (Cu)	0.0175
Voltaje (V)	230	Longitud (m)	25
Cos $\phi$	0.9	Cos $\phi$	0.9
Raíz de 3	1.73	Id (A)	22.62
Corriente (A)	<b>22.62</b>	Sección (mm <sup>2</sup> )	10
<b>Id (A)</b>	<b>28.28</b>	<b>Caída de tensión (V)</b>	<b>1.92</b>

**Nota:** Elaboración propia

### **Cálculo de temperatura de operación del conductor, las pérdidas de potencia en el conductor y el rendimiento del conductor**

Para el cálculo de la temperatura de operación se requiere tener los datos de la ficha técnica del tipo de conductor que se está estudiando tal como se muestra en la Tabla 24.

**Tabla 24***Características del conductor N2XOH, según ficha técnica*

Sección del conductor N2XOH	10mm <sup>2</sup>
Número total de alambres	7
Amperaje ducto a 20°C	58A
Amperaje en aire a 30°C	74A
temperatura máxima de operación	90 °C

**Nota:** Elaboración propia

De acuerdo con la ficha técnica del conductor N2XOH de 10mm<sup>2</sup> de sección, el amperaje que soporta dicho conductor es como máximo de 58A en ducto y temperatura máxima de operación de 90 °C.

En la Tabla 25 se muestra los cálculos realizados teniendo en el conductor una temperatura de operación de 34.88 °C es decir que es menor a la temperatura máxima que puede soportar el conductor (90°C) y al calcular la potencia perdida en el conductor podemos calcular el rendimiento con la diferencia entre la potencia total y la potencia

perdida obteniendo una potencia útil que finalmente lo usaremos para el cálculo del rendimiento del conductor que se obtuvo un 99.3%

**Tabla 25**

*Cálculo de la temperatura del conductor, pérdidas de potencia y rendimiento del conductor en el TD-4*

Cálculo de T° de op. Del conductor (Top)		Cálculo de potencia perdida en el conductor (Pp)		Rendimiento del conductor ( $\eta$ )	
T° Ambiente (°C)	25	Caída de tensión(V)	1.92	Potencia total (kW)	10.10
T° Máx. admisible del conductor (°C)	90	Intensidad de línea (A)	22.62	Potencia útil (kW)	10.03
Iop. Provista para la canalización. (A)	22.62	Cos $\phi$	0.9	Eficiencia del conductor	99.3%
Imáx. Admisible para la canalización. (A)	58	Raíz de 3	1.73		
Top. del conductor (°C)	34.88	pérdidas (W)	67.98		

**Nota:** Elaboración propia

#### 4.2.2.6. Verificación del conductor del TG-Tecnogras al TD-5

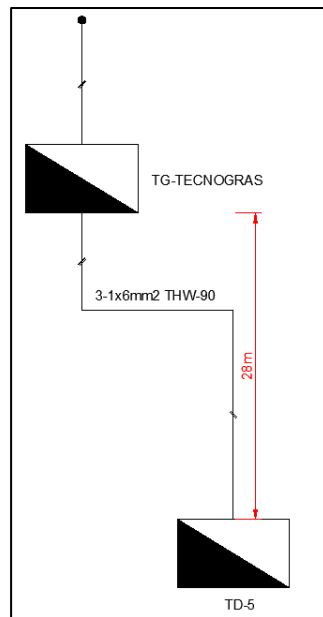
Se realiza el análisis para el conductor y la caída de tensión para el tablero de distribución TD-5 del tramo que se muestra en la Figura 13. Se realiza el cálculo de la intensidad con la máxima demanda calculada en la Tabla 9 para el tablero de Distribución TD-5 para verificar el correcto dimensionamiento del conductor y verificar que la caída de tensión se encuentre dentro de los valores permitidos en el CNE- Utilización tal como se muestra en los cálculos de la Tabla 26.

#### Cálculo de la intensidad y caída de tensión

Se realiza el cálculo de la intensidad para el tablero de Distribución TD-4 teniendo como resultado de 44.34A la intensidad de diseño que se obtuvo al aplicar un factor de seguridad del 25% con ello se verificará el correcto dimensionamiento del conductor de igual manera se realizó el cálculo de caída de tensión con la sección de 10mm<sup>2</sup> obteniendo 5.64V que representaría el 2.81% del voltaje nominal, bajo el CNE-U del 2006 se debe considerar una caída de tensión máxima de 2.5%.

**Figura 13**

*Alimentación del tablero de distribución TD-5*



**Nota:** Elaboración propia

**Tabla 26**

*Cálculo de la intensidad y caída de tensión en el TD-5*

Cálculo de corriente (A)		Cálculo de caída de tensión ( $\Delta U$ )	
Máxima demanda (W)	12720.08	Resistividad del cobre (Cu)	0.0175
Voltaje (V)	230	Longitud (m)	28
Cos $\phi$	0.9	Cos $\phi$	0.9
Raíz de 3	1.73	Id (A)	44.34
Corriente (A)	<b>35.47</b>	Sección (mm <sup>2</sup> )	6
Id (A)	<b>44.34</b>	Caída de tensión (V)	<b>5.64</b>

**Nota:** Elaboración propia

### **Cálculo de temperatura de operación del conductor, las pérdidas de potencia en el conductor y el rendimiento del conductor**

Para el cálculo de la temperatura de operación se requiere tener los datos de la ficha técnica del tipo de conductor que se está estudiando tal como se muestra en la Tabla 27.



**Tabla 27***Características del conductor THW-90, según ficha técnica*

Sección del conductor N2XOH	6mm2
Número total de alambres	7
Amperaje ducto a 20°C	44A
Amperaje en aire a 30°C	61A
temperatura máxima de operación	90 °C

**Nota:** Elaboración propia

De acuerdo con la ficha técnica del conductor THW-90 de 6mm2 de sección, el amperaje que soporta dicho conductor es como máximo de 44A en ducto y temperatura máxima de operación de 90 °C.

En la Tabla 28 se muestra los cálculos realizados teniendo en el conductor una temperatura de operación de 67.24 °C es decir que es menor a la temperatura máxima que puede soportar el conductor (90°C) y al calcular la potencia perdida en el conductor podemos calcular el rendimiento con la diferencia entre la potencia total y la potencia perdida obteniendo una potencia útil que finalmente lo usaremos para el cálculo del rendimiento del conductor que se obtuvo un 98.1%

**Tabla 28***Cálculo de la temperatura del conductor, perdidas de potencia y rendimiento del conductor en el TD-5*

Cálculo de T° de op. Del conductor (Top)		Cálculo de potencia perdida en el conductor (Pp)		Rendimiento del conductor ( $\eta$ )	
T° Ambiente (°C)	25	Caída de tensión(V)	5.64	Potencia total (kW)	17.41
T° Máx. admisible del conductor (°C)	90	Intensidad de línea (A)	35.47	Potencia útil (kW)	17.09
Iop. Provista para la canalización. (A)	35.47	Cos $\phi$	0.9	Eficiencia del conductor	98.1%
Imáx. Admisible para la canalización. (A)	44	Raíz de 3	1.73		
<b>Top. del conductor (°C)</b>	67.24	<b>Perdidas (W)</b>	<b>311.84</b>		

#### 4.2.2.7. Verificación de equipos eléctricos conectados al sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC

**Figura 15**

*Motor de reactor (12HP) del TD-1*



**Nota:** Elaboración propia

**Figura 14**

*Bomba de aceite 1(12.5HP) TD-3*



**Nota:** Elaboración propia

Se puede ver en la Tabla 29 los equipos conectados a la red eléctrica de la empresa siendo los motores eléctricos uno de los equipos que mayor energía consumen, es por ello que se tendrá mayor consideración su evaluación a través del CNE-Utilización.

**Tabla 29**

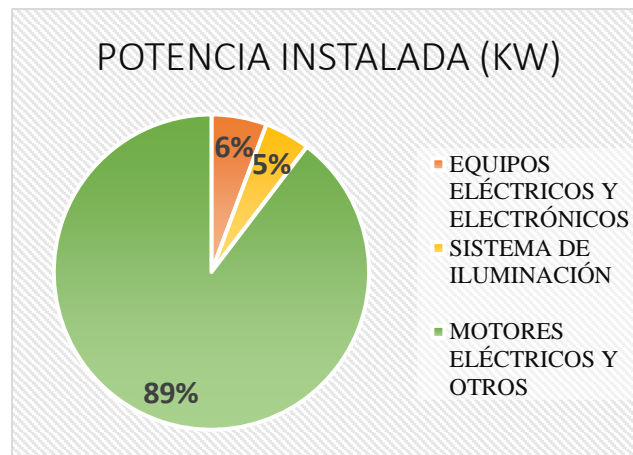
*Resumen de todos los equipos conectados al sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC*

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (KW)
1	Equipos eléctricos y electrónicos	13	3.84
2	Sistema de iluminación	59	3.17
3	Motores eléctricos y otros	19	60.67
	<b>TOTAL</b>	<b>91</b>	<b>67.68</b>

**Nota:** Elaboración propia

**Figura 16**

*Representación en porcentaje de los equipos eléctricos*



**Nota:** Elaboración propia

En la Figura 16 se muestra en porcentaje la representación de cada tipo de equipos eléctrico en evaluación

Se verificará si cumple con el Código Nacional de Electricidad-Utilización, para ello tomaremos secciones que nos puedan indicar el correcto estado de los equipos, como por ejemplo la sección 160-014, Sección 160-016, sección 070-906, sección 160-102, sección 160-106 y

#### **4.2.3. Análisis de caída de tensión y armónicos con ayuda de cálculos y el analizador de redes.**

En el análisis de los conductores se realizó los cálculos de caída de tensión tal como se muestra en la Tabla 30 estos cálculos de caída de tensión son teóricos y serán comparados con datos tomados con el analizador de redes.

**Tabla 30**

*Cálculo de caída de tensión actual en los tableros de distribución de la empresa Tecnología en Grasas SAC.*

Tableros	cos( $\varphi$ )	Sección de conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Resistividad del Cu	Intensidad (A)	Caída de tensión (V)	% $\Delta V$
TG	0.90	25	40	0.0175	203.03	8.851	3.848
TD-1	0.90	25	10	0.0175	29.125	0.317	0.138
TD-2	0.90	10	18	0.0175	16.89	0.828	0.360
TD-3	0.90	25	13	0.0175	66.58	0.943	0.410
TD-4	0.90	10	25	0.0175	28.28	1.926	0.838
TD-5	0.90	6	28	0.0175	44.34	5.638	2.451

Se puede observar en la Tabla 31 los valores de tensión máximo, mínimo y promedio de donde se observa una caída notoria entre las líneas.

**Tabla 31**

*Resumen de mediciones de tensión con el analizador de redes.*

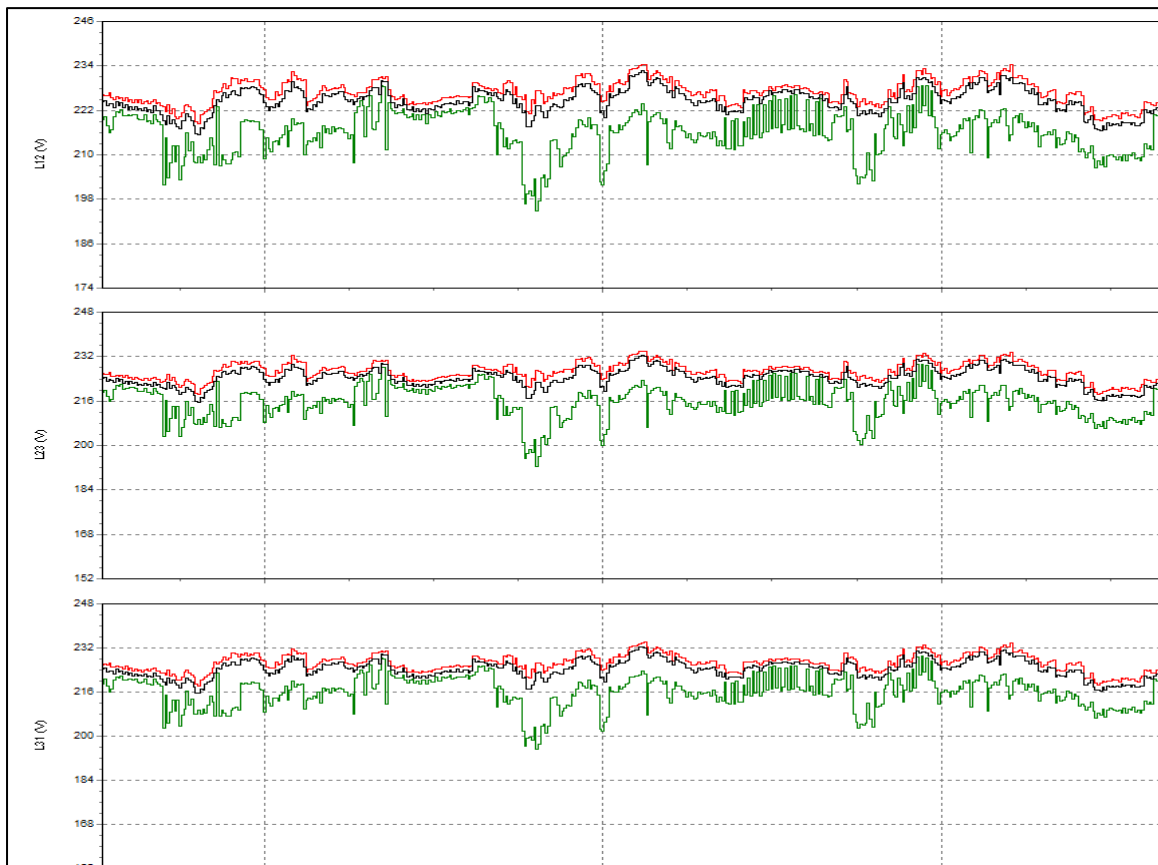
TENSIÓN			
<b>Desde</b>	5/10/2023		
<b>Hasta</b>	12/10/2023		
<b>N° Mediciones</b>	1228		
	MÁXIMO	PROMEDIO	MÍNIMO
<b>L1-2</b>	236.80	235.57	192.74
<b>L1-3</b>	236.31	235.01	193.14
<b>L2-3</b>	236.45	234.96	191.39

**Nota:** Elaboración propia

En la Figura 17 se muestra los niveles de tensión tomados del analizador de redes, durante los 7 días que se recopiló la información, donde se podrá ver las fluctuaciones de las tensiones entre cada línea.

**Figura 17**

*Niveles de tensión*



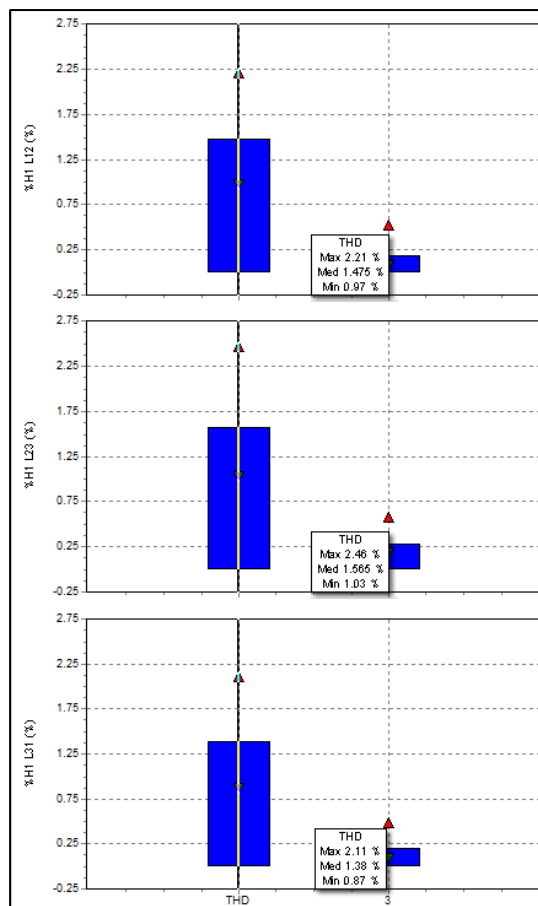
**Nota:** Software Power Log. 5.9-FLUKE

## Análisis de armónicos

El analizador de redes FLUKE 435-Series II tiene como base la norma EN-50160 Norma Europea para la evaluación de la calidad de energía eléctrica. Dicha norma nos otorga características principales que debe poseer la tensión suministrada de distribución en baja y media tensión, en su primer apartado menciona los límites o valores de las características de tensión que todo cliente tiene derecho a recibir.

**Figura 18**

*Armónicos en tensión*

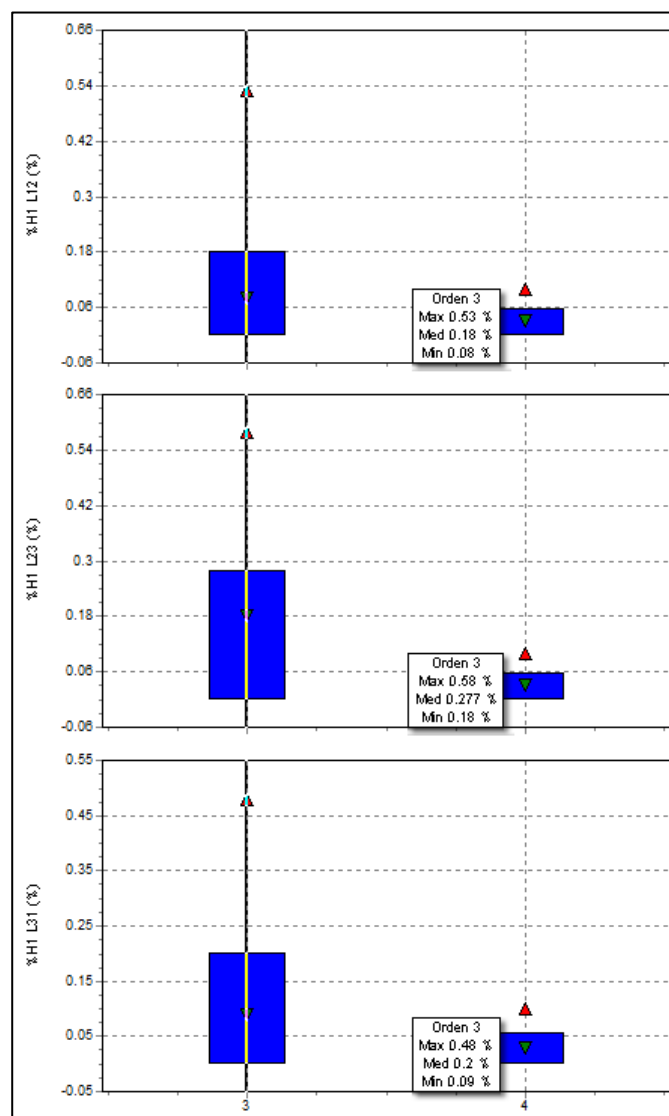


**Nota:** Software Power Log. 5.9-FLUKE

En la Figura 18 se puede observar la presencia de del armónico de tensión de orden 5 entre la línea 2 y línea 3 con un porcentaje de 2.46% y en la Figura 19 se de orden 3 siendo su porcentaje máximo entre las líneas 2 y 3 de 0.58%, estos porcentajes en una comparación con los que nos brinda la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) nos permite verificar si el sistema eléctrico está siendo afectado por los tensiones armónicas o no.

**Figura 19**

*Armónicos de tensión de orden 3*



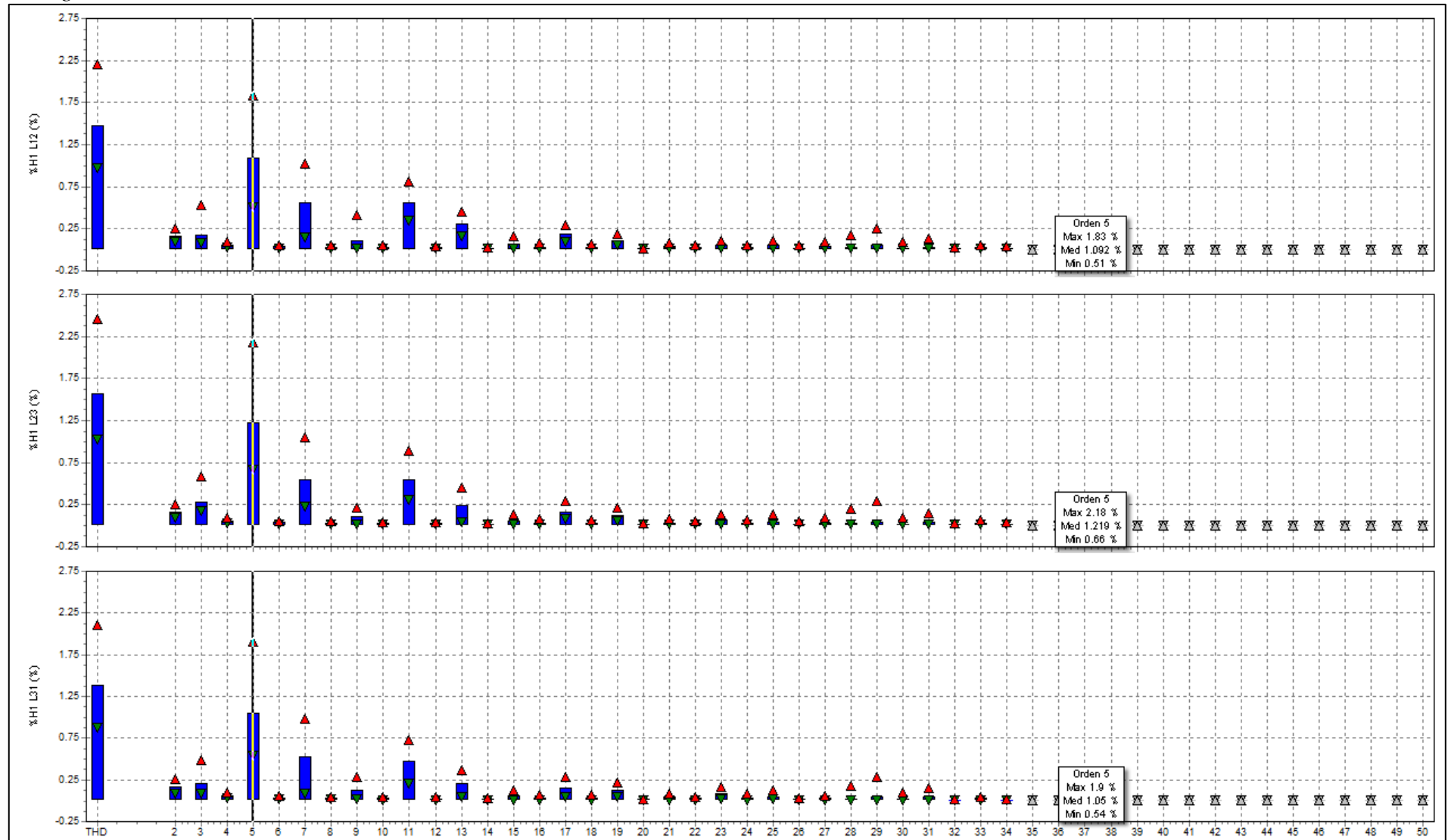
**Nota:** Software Power Log. 5.9-FLUKE

Los armónicos son generados principalmente dentro de la propia instalación debido al tipo de carga conectada a la red y en una minoría en la red de distribución es por ello que nosotros podemos evaluarlo y poder verificar su existencia entre líneas.

En la Figura 20 se puede verificar en el histograma de los armónicos tomados en cuenta en el análisis desde el orden 2 hasta el orden 50, donde el orden 5 tiene una distorsión armónica de 2.18% entre la línea 2 y 3.

**Figura 20**

*Histograma de armónicos de tensión desde el orden 2 al 50*



**Nota:** Software Power Log. 5.9-FLUKE

#### 4.2.4. Análisis del factor de potencia en el sistema eléctrico en baja tensión de la empresa Tecnología en Grasas S.A.C.

Para obtener el valor del factor de potencia adecuado y no incurrir en penalización de pago nos basamos en la Normativa de Opciones

Tarifarias y condiciones de aplicación de las tarifas a usuarios finales, regulado por el MINEM, donde indica que, si la energía reactiva excede el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectúa sobre el exceso de energía reactiva.

$$E_{Reac.Fact.} = E_{Reac.leida.} - 30\%E_{Act.Total.}$$

$$0 = E_{Reac.leida.} - 30\%E_{Act.Total.}$$

$$E_{Reac.leida.} = 0.3E_{Act.Total.}$$

$$\frac{E_{Reac.leida.}}{E_{Act.Total.}} = 0.3$$

Donde:

$E_{Reac.Fact.}$ : Energía Reactiva Facturada (kVArh)

$E_{Reac.leida.}$ : Energía Reactiva Leída (kVArh)

$E_{Act.Total.}$ : Energía Activa total (kWh)

De estos cálculos realizados se obtendrá el factor de potencia ideal para no incurrir a penalizaciones en la facturación.

$$FP = \cos \left( \arctan \left( \frac{E_{Reac.leida.}}{E_{Act.Total.}} \right) \right) = 0.9578$$

Es decir que el factor de potencia ideal debe ser superior a 0.96 para evitar pagos por energía reactiva.

#### Tabla 32

*Medición de la Potencia Reactiva durante el periodo de 7 días*

Potencia Reactiva (kVar)	
Desde	5/10/2023
Hasta	12/10/2023
Nº Mediciones	1228
Máximo	71.70
Promedio	15.00
Mínimo	0.00



Durante la toma de datos se pudo observar que la potencia reactiva es bastante variable por lo que se recomendará realizar una compensación automática de tal manera que la potencia reactiva a compensar se adecue a lo que requiera en el momento y así evitar sobrecompensaciones.

#### **4.2.5. Pruebas realizadas**

Para realizar la descripción del estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC se tomó en cuenta lo siguiente:

En el cálculo de la máxima demanda se tomó en cuenta las cargas instaladas en cada tablero de distribución y el tablero general, para ello se tomaron en cuenta los datos de placa de cada motor conectado al sistema eléctrico y la ficha técnica de los demás equipos como la televisión, ducha eléctrica, luces de emergencia, microondas, secador de manos, etc. Y teniendo como base el Código Nacional de Electricidad- Utilización, Sección 050-210 (a) Otros tipos de uso, Sección 050-200 (1)(a)(vi).

Se realizó el monitoreo de parámetros eléctricos a través de un analizador de redes trifásico FLUKE 435 con sondas de corriente y pinza amperimétrica como se puede apreciar en la Figura 20.

El equipo se conectó en los terminales de entrada del interruptor general, obteniendo así la carga total conectada durante un periodo de 7 días tomando muestras cada 10 minutos, las muestras se grabaron en la memoria y se utiliza el programa Power Log. 5.9 de la misma marca FLUKE. De estos datos se obtienen valores máximos, mínimos y promedios para verificar la operación del sistema eléctrico que son comparados con normativas vigentes.

### **4.3. Población y muestra**

#### **4.3.1. población**

El desarrollo de esta investigación tendrá como población a todo el sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.

#### **4.3.2. Muestra**

La muestra para esta investigación será el sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.

#### **4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos se llevará a cabo una inspección visual y levantamiento de información con respecto a la instalación eléctrica, cargas conectadas, estado de las conexiones. El objetivo fundamental de esta operación es reconocer de manera general el estado del sistema eléctrico, así como los procesos de producción de la empresa, las áreas de mayor consumo de energía eléctrica y la potencia instalada actual.

Se utilizará la técnica de análisis bibliográfico para obtener información necesaria para fundamentar nuestra investigación en estudios realizados con anterioridad por otros investigadores, se verificará que se esté trabajando con los valores adecuados que vienen en su ficha técnica, para identificar las fallas, para ello corroboraremos los conductores, motores eléctricos y todo equipo de producción que consuma energía eléctrica en la empresa.

#### **4.5. Instrumentos de recolección de datos**

De acuerdo con Salgado (2018) nos dice que los instrumentos son recursos, medios, pruebas o herramientas que tienen la función de obtener datos o la información necesaria con el propósito de alcanzar los objetivos de la investigación, cuantificar las variables de forma válida y confiable.

El instrumento a usar en esta investigación será el uso de lista de observaciones, los protocolos de mantenimiento y el analizador de redes, porque gracias a estos instrumentos se logrará recopilar la información necesaria para identificar el estado actual del sistema eléctrico de la empresa en investigación.

##### **4.5.1. Validez**

La forma más sencilla y eficaz de validar un instrumento de investigación se puede realizar a través de la metodología de validez de contenido por juicio de experto.


Según Hernández Nieto (2002) indica que el coeficiente de validez por contenido (CVC) nos ayuda a valorar el grado de validez de acuerdo a expertos; para esto, se utiliza una escala tipo Likert que nos permite medir actitudes y conocer el grado de conformidad, se calcula la media obtenida en cada uno de los ítems y en base a esta, se calcula el CVC para cada elemento.

Los valores de coeficiente de validez por contenido (CVC) se encuentran en el rango de 0 a 1, siendo los valores de 0.9 a 1 como excelentes, buena para valores de 0.8 a 0.89, aceptable para valores de 0.71 a 0.79, deficiente para valores de 0.61 a 0.70 e inaceptable para valores de 0 a 0.60

En nuestro caso el equipo utilizado es el analizador de redes marca FLUKE 435 Series II, calibrado en un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

### Figura 21

*Laboratorio PROMECAL S.A.C. Acreditado por INACAL*



**LABORATORIOS DE CALIBRACION  
ACREDITADOS POR ZONA GEOGRÁFICA**

- 26. LABORATORIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS INDUSTRIALES E.I.R.L. – LABORATORIO CALMEQ E.I.R.L.**  
Av. C Mz. 118 Lt. 11 AA.HH. Enrique Milla Ochoa - Los Olivos -Lima
- 27. MCV EQUIPOS Y SERVICIOS S.A.C.**  
Calle 1 Mz. A Lt. 7 Urb. Alameda de Ate 2da Etapa – Sta. Anita – Lima.
- 28. METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C. - METROIL S.A.C.**  
Av. Venezuela N° 2040 - Lima – Lima.
- 29. METROLOGIA E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL S.A.C. -METRINDUST S.A.C.**  
Cal. Los Jazmines Mza. G Lote. 13 Co. Talavera De La Reyna - El Agustino -Lima
- 30. METROLOGÍA Y LABORATORIO S.A.C.**  
Calle Jose Olaya Balandra N° 185 Urb. Los Proceres - Santiago de Surco
- 31. METROLOGÍA OCP S.A.C.**  
Av. Leon Velarde N° 181 Urb. Los Libertadores – San Martin de Porres
- 32. METROSYSTEMS S.R.L.**  
Av. Próceres de la Independencia Mz. A Lt. 20, Urb. Los Pinos - San Juan de Lurigancho – Lima.
- 33. MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.**  
Jr. Las Gravas 1853 Urb. Flores 78 - San Juan de Lurigancho.
- 34. PESAS Y BALANZAS S.A.C.**  
Jr. Luis Agurto. N° 247 Urb. Elio – Cercado de Lima –Lima.
- 35. PESAJE Y CODIFICACION INDUSTRIAL S.A.C. – PECOIN SAC**  
Av. Los Pinos N° 1024 Urb. El Pinar – Comas –Lima.
- 36. PRECISIÓN PERÚ S.A.**  
Av. Paseo de la República N° 2131, Urb. Sta. Catalina – La Victoria - Lima.
- 37. PROMECAL S.A.C.**  
Jr. Guillermo Dansey N° 1094 (3er piso) – Lima

**Nota:** La información se puede encontrar en la página web de INACAL.

## 4.5.2. Confiabilidad

El análisis se realizó con un equipo calibrado y con el uso de protocolo de la empresa que por experiencia lo vienen usando y está aprobado por sus autoridades correspondientes

**Figura 22**

*Certificado de calibración de analizador de redes*

**Laboratorio de Metrología** **PromeCal**  
Centro de Calibración de Instrumentos de Medición Eléctrica

**Certificado de Calibración N° 0603-CE-23**  
PROMECAL S.A.C.  
Laboratorio de Calibración  
Av. Guillermo Dansey 1094 Urb. Lima Industrial -Lima

---

Orden de Servicio: 001-00010315

Solicitante: INGENIERIA ELECTRICA CONTROL & TECNOLOGIA S.A.C.  
Dirección: JR. LEONARDO ARRIETA NRO. 1490 URB. ELIO - LIMA - LIMA - LIMA

Instrumento: ANALIZADOR DE REDES TRIFÁSICO  
Marca: FLUKE  
Modelo: 435-II  
Número de Serie: 31633110  
Fecha de Calibración: 2023-10-05  
Fecha de Emisión: 2023-10-05

---

**Procedimientos de Referencia:**  
La calibración en la función de tensión eléctrica se realizó siguiendo como referencia el procedimiento PC-021-Segunda Edición-Marzo 2016 "Procedimiento para calibración de Multimetros Digitales-INACAL".  
La calibración en la función de corriente eléctrica se realizó siguiendo como referencia el procedimiento PC-025-Primera Edición-Enero 2019 "Procedimiento para calibración de Pinzas Amperimétricas-INACAL".

**Condiciones Ambientales:**

Temperatura	21,10 °C	±	0,14 °C
Humedad Relativa	46,5 %hr	±	1,4 %hr

**Trazabilidad:**  
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a patrones nacionales, en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida [SI].

TRAZABLE	PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO
Patrón de INACAL - DM	Calibrador Multifunción FLUKE 5522A	LE-097-2023

*Olivera Ramos*  
OLIVERA RAMOS  
Metrologo

Observaciones:

**Nota:** Se adjunta calibración completa en anexos.

## 4.6. Resultados

A continuación, se muestran tablas con resultados obtenidos de los cálculos y datos obtenidos del analizador de redes para alcanzar con cada objetivo planteado en esta investigación.

**Tabla 33***Calculo de la potencia instalada y máxima demanda*

<b>TABLERO GENERAL, TG-TECNOLOGIA EN GRASAS S.A.C</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA NOMINAL(W)	POTENCIA TOTAL	F.D	M.D(W)
1	Tablero de distribución, TD-1	-	-	10444.00	-	8355.20
2	Tablero de distribución, TD-2	-	-	6048.00	-	4846.40
2	Tablero de distribución, TD-3	-	-	23872.00	-	19097.60
3	Tablero de distribución, TD-4	-	-	10101.50	-	8111.50
4	Tablero de distribución, TD-5	-	-	17412.10	-	12720.08
5	Tomacorrientes piso 1, 25W/m2	55.19	25.00	1379.75	1.00	1379.75
6	Extractor de pailas (1.5HP)	1.00	1119.00	1119.00	0.80	895.20
7	Alumbrado piso 1, 2x18W	14.00	36.00	504.00	1.00	504.00
8	Alumbrado piso 2. 2x18W	10.00	36.00	360.00	1.00	360.00
9	Tomacorrientes piso 2, 25W/m2	75.64	25.00	1891.00	1.00	1891.00
10	Luces de emergencia	10.00	7.50	75.00	1.00	75.00
<b>TOTAL (W)</b>				<b>79482.35</b>		<b>58235.73</b>

**Nota:** Elaboración propia

En la Tabla 33 se muestra el cálculo de la potencia instalada y la máxima demanda de la empresa Tecnología en Grasas SAC.

**a) Prueba de la hipótesis específica 1**

El cálculo de la potencia instalada como parámetro eléctrico permite evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.

Se puede observar que la potencia instalada es de 79.482 kW y la demanda máxima de 58.235 kW, esta última nos sirvió para corroborar el dimensionamiento del conductor y el cálculo de caída de tensión, también se hace una comparación con la Tabla 37 con la máxima demanda de potencia activa obtenida del analizador de redes FLUKE-435 en un día normal de trabajo, obteniendo 45.25 kW. Es decir que se encuentra próximo a nuestro cálculo realizado en la máxima demanda y por lo tanto se prueba la hipótesis específica 1.

**b) Prueba de la hipótesis específica 2**

Los conductores y los equipos del sistema eléctrico influyen en el análisis de parámetros eléctricos en baja tensión.

En la Tabla 34 se observa el cálculo de la intensidad y la sección del conductor de la empresa Tecnología en Grasas SAC, obteniendo como resultado los sobredimensionamientos en los tableros de distribución TD-1, TD-2, TD-3 y TD-4, el tablero general y el tablero de distribución TD-5 con un conductor deficiente.

**Tabla 34***Resultado obtenidos de los cálculos*

Tableros	Intensidad (A)	Sección de conductor (mm <sup>2</sup> )	Estado
TG	249.83	25	Deficiente
TD-1	29.45	25	Sobredimensionado
TD-2	17.05	10	Sobredimensionado
TD-3	51.54	25	Sobredimensionado
TD-4	28.57	10	sobredimensionado
TD-5	51.28	6	Deficiente

En la Tabla 35 se realizó la verificación de los equipos eléctricos con el CNE-Utilización y podemos observar que no están cumpliendo en su totalidad, por lo que se prueba la hipótesis específica 2.

**Tabla 35***Evaluación de los equipos eléctricos*

SECCIÓN	DEFINICIÓN	CUMPLE			OBSERVACIÓN
		SI	NO	N.A	
<b>CNE-U (160-014)</b>	Métodos de guarda		x		No cumplen los motores externos
<b>CNE-U (160-016)</b>	Ventilación			x	No aplica, existencia de mucho vapor
<b>CNE-U (070-906)</b>	Protección de los conductores	x			En evaluación para cambio
<b>CNE-U (160-102)</b>	Motores portátiles	x			Conectado a meneques, fácil movilidad
<b>CNE-U (160-106)</b>	Conductores, motores individuales		x		No están conectados de manera individual
<b>CNE-U (160-300)</b>	Protección contra sobre carga requerida	x			Si cuentan con protección de sobrecarga
<b>CNE-U (160-306)</b>	Capacidad Nominal o selección de disparo de los dispositivos de sobrecarga		x		En algunos casos se están usando interruptores de uso domestico
<b>CNE-U (160-500)</b>	Requerimiento de control	x			Adicionalmente cuenta con mando a distancia.
<b>CNE-U (160-600)</b>	Medios de desconexión requeridos	x			Cuenta con facilidad de desconexión
<b>CNE-U (060-208)</b>	Conexión de puesta a tierra		x		Falta aterrizar estructuras

**Nota:** Elaboración propia

### c) Prueba de la hipótesis específica 3

El análisis de la caída de tensión y los armónicos como parámetros eléctricos permiten evaluar el estado del sistema eléctrico en la empresa Tecnología en Grasas SAC.

En la Tabla 36 se muestra el cálculo teórico de caída de tensión con los conductores actuales, donde se puede observar que los únicos que no cumplen con el CNE-U del 2006 es el TG con un voltaje de 8.18V que representaría el 3.57% del voltaje nominal, donde se debe considerar una caída de tensión máxima de 2.5% para cualquier circuito derivado es decir de 5.75V al punto más lejano.

**Tabla 36**

*Resumen del cálculo de caída de tensión en los tableros de distribución*

Tableros	Caída de tensión (V)	% $\Delta$ V (V)
TG	8.86	3.852
TD-1	0.317	0.138
TD-2	0.829	0.360
TD-3	0.994	0.432
TD-4	1.92	0.835
TD-5	5.46	2.374

**Nota:** Elaboración propia

También se puede observar en la Tabla 37 los voltajes máximos, mínimos y promedio durante la toma de datos con el analizador de redes por 7 días, teniendo como resultado un voltaje mínimo de 192.74 V y por lo tanto una caída de tensión de 37.26V que representaría un 16.2% del voltaje nominal, por lo que estaría incumpliendo el CNE-U 2006 que por ser un circuito derivado a un punto lejano no debería exceder en un 2.5%.

**Tabla 37**

*Resultados obtenidos del analizador de redes*

VALOR	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD (A)	FRECUENCIA (HZ)	POTENCIA		FACTOR DE POTENCIA
				ACTIVA (KW)	REACTIVA (KVar)	
Máximo	236.8	243.5	60.257	45.25	71.7	0.94
Promedio	235.57	55.6	60.14	10.6	15	0.89
Mínimo	192.74	0.3	59.789	6.4	0	0.11

**Nota:** Elaboración propia

En la Tabla 38 se muestra los armónicos obtenidos del analizador de redes de un periodo de 07 días y grabado de información cada 10 min, se puede apreciar las distorsiones armónicas de tensión (THDv) están dentro de las tolerancias dadas por la NTCSE en baja tensión de acuerdo con la Tabla 2 mencionadas aguas arriba, por lo tanto, se prueba la hipótesis específica 3.

**Tabla 38***Tolerancias de armónicos de la Empresa Tecnología en Grasas S.A.C*

Orden (n) de la Armónica o THD	Tolerancia THDv (%)	THDv medido (%)	Estado
THD tensión (Armónicos impares no múltiplos de 3)	< 8.00%	2.46%	Pasa
5	< 6.00%	2.18%	Pasa
7	< 5.00%	1.05%	Pasa
11	< 3.50%	0.89%	Pasa
13	< 3.00%	0.45%	Pasa
17	< 2.00%	0.30%	Pasa
19	< 1.50%	0.21%	Pasa
23	< 1.50%	0.13%	Pasa
25	< 1.50%	0.14%	Pasa
mayores de 25 (Armónicos impares múltiplos de 3)	0.1+12.5/n	0.18%	Pasa
3	< 5.00%	0.58%	Pasa
9	< 1.50%	0.21%	Pasa
15	< 0.30%	0.14%	Pasa
21	< 0.20%	0.08%	Pasa
Mayores de 21 (Armónicos pares)	< 0.20%	0.09%	Pasa
2	< 2.00%	0.26%	Pasa
4	< 1.00%	0.10%	Pasa
6	< 0.50%	0.06%	Pasa
8	< 0.50%	0.05%	Pasa
10	< 0.50%	0.04%	Pasa
12	< 0.20%	0.04%	Pasa
mayores de 12	< 0.20%	0.03%	Pasa

**Nota:** Elaboración propia

- d) **Prueba de la Hipótesis específica 4:** El factor de potencia de la empresa Tecnología en Grasas SAC se obtuvo de todos los valores medidos durante los 07 días estuvo conectado el analizador de redes marca FLUKE-435-Series II, estos resultados se muestran en la Tabla 39 teniendo 0.89 como promedio del factor de potencia encontrándose fuera de lo permitido por el MINEM, donde indica que se debe tener como mínimo un factor de potencia de 0.96

**Tabla 39***Mediciones de factor de potencia del analizador de redes*

VALOR	FACTOR DE POTENCIA
Máximo	0.94
Promedio	0.89
Mínimo	0.11

**Nota:** Elaboración propia



## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de obtener los resultados en el capítulo anterior de la investigación respecto a la evaluación de la potencia instalada, la evaluación de los conductores y equipos eléctricos; así como el análisis de caída de tensión y evaluación de presencia de armónicos de tensión y finalmente el análisis del factor de potencia, a continuación, se muestra la discusión de resultados.

- a) En los resultados respecto a la potencia instalada para evaluar el estado del sistema eléctrico tiene relación con lo sustentado por Robles (2019) quien realiza el calculo de la potencia instalada teniendo como resultado 115kW a diferencia de 58.23 kW calculado en nuestra tesis, cabe señalar que esta diferencia se debe al tipo de carga conectada a la red que al final nos mostraran comportamientos diferentes para considerar en cada medición realizada.
- b) Con respecto a los conductores y equipos conectados a la red eléctrica que se analizaron a partir de parametros electricos en baja tensión concuerda con Franco Franco y Echeverry Muñetonez (2018) quien realizó cálculos de conductores para la verificación de su dimensionamiento y verificar la existencia de perturbaciones en el sistema eléctrico.
- c) En referencia a los resultados de caidas de tensión y presencia de armonicós en el sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC, no concuerda con Franco Franco y Echeverry Muñetonez (2018) puesto que en su investigación no consideran a la caida de tensión como un parámetro fundamental, y la presencia de armónicos de tensión se encuentran dentro de lo recomendado por la IEE 519 y que los armonicos varian de acuerdo a la carga instalada a la red eléctrica en estudio, en nuestro caso tomamos la referencia la norma NTSCE para la verificación de los armonicos de tensión.
- d) Para los resultados obtenidos en el analisis del factor de potencia tiene concordancia con la investigación realizada por Matos (2021), debido a que en sus calculos realizados el factor de potencia se encuentra fuera del margen recomendado (0.96) por lo que reduce la potencia reactiva al instalar un banco de condensadores para su compensación.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

El análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión permitió evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC, de acuerdo con los cálculos realizados teóricamente.

- a) Se concluye que la potencia instalada es de 79.48kW y el cálculo de la máxima demanda de 58.23kW (ver Tabla 33) a partir de los datos de placa y fichas técnicas de los equipos conectados al sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.
- b) Se llega a la conclusión a través de los cálculos teóricos donde el dimensionamiento de los conductores se encuentran sobredimensionados en los tableros de distribución TD-1, TD-2, TD-3 y TD-4; en el tablero general TG y en el tablero de distribución TD-5 con una sección deficiente de acuerdo con la máxima demanda calculada en cada tablero (ver Tabla 34) y con respecto a los equipos eléctricos conectados(motores) no cumplen con el CNE-U (ver Tabla 35).
- c) Se concluye que la caída de tensión en el tablero general TG tiene una caída de 8.86V que representaría el 3.85% del voltaje nominal (ver Tabla 36) y al considerarse un circuito derivado de acuerdo con el CNE-U, se debe considerar solo el 2.5%. De igual manera se obtuvo resultados del analizador de redes conectado a la red en el tablero general una caída de tensión del 16.2% del voltaje nominal corroborándose los cálculos teóricos (ver Tabla 37). También se concluye respecto a los armónicos evaluados (ver Tabla 38), donde se obtuvo el valor más elevado en 2.8% de orden 5 pero este resultado se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTSCE), es decir no se encontró presencia de armónicos que puedan perjudicar la red eléctrica.
- d) Se analizó el factor de potencia a través de la data obtenida por el analizador de redes conectada al sistema eléctrico donde se obtuvo el valor promedio de 0.89 como se puede observar en la Tabla 39, por lo que se concluye que este valor se encuentra fuera del rango permitido por el MINEN que considera un factor de potencia mínima de 0.96 para no incurrir penalizaciones.

## CAPITULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABB. (2012). Cuaderno de aplicaciones técnicas, Corrección del factor de potencia y filtrado de armónicos en las instalaciones. *Asea Brown Boveri, S.A.*, 4-5.
- Barrera Hernández, J. C., Ramírez Contreras, N. E., García Núñez, J. A., & Guevara Trujillo, F. E. (2016). Diagnóstico del desempeño en consumo de energía eléctrica en plantas de beneficio en Colombia. *Revista Palmas*, 20.
- Buelvas Díaz, C. E., & Martínez Figueroa, K. J. (2014). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa JAR. *Universidad Autónoma del Caribe*, 23-28. Acceso em 29 de junio de 2021, disponible em <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/813/TMEC%201144.pdf?seq>
- Carbajal Belleza, C. A. (2019). Auditoría energética eléctrica para una reducción en su consumo energético y uso eficiente de la energía en la fábrica Molinera Sudamérica S.A.C. ubicado en la carretera auxiliar Panamericana Nte. 779-Lambayeque. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, 27.
- Chavéz Ñontol, J. c. (2018). Diseño de banco de pruebas para determinación de parámetros eléctricos de motores de corriente alterna en empresa SELTROMIND S.R.L.- Cajamarca- 2017. *Universidad Cesar Vallejo*, 24.
- Churqui Loayza, V. (2022). Diagnóstico y rediseño integral sistema eléctrico HIES Luis Uria de la Oliva-La Paz. *Universidad Mayor de San Andrés*.
- CNE. (2006). Código Nacional de Electricidad-Sección 050. *Ministerio de Energía y Minas*, 2.
- Collaguazo Chipantasi, P. J. (2020). Análisis del sistema Eléctrico en baja tensión (BT) de la universidad Politécnica Salesiana Campus Sur usando la captura de datos en campo para mejorar la eficiencia energética. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito*, 16.
- Collaguazo Chipantasi, P. J. (2020). Análisis del sistema eléctrico en baja tensión (BT) de la Universidad Politécnica Salesiana Capus Sur usando la captura de datos en

- campo para mejorar la eficiencia energética. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito*, 94.
- Collao Zocón , D. L. (2019). Plan de gestión energética y normas eléctricas en base a auditoría energética y normas eléctricas peruanas para reducir costos de producción en Curtiembre piel Trujillo S.A.C. *Universidad Cesar Vallejo*, 39-40.
- Condumex. (2009). Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión. *Servicios Condumex S.A.*
- Fiestas Chévez, J. (2018). Optimización productiva del mercado eléctrico peruano 2017-2040. *Universidad de Piura*, 6.
- Franco Franco, J. D., & Echeverry Muñetonez, J. (2018). Presencia de armónicos en baja tensión . *Universidad Tecnológica de Pereira-Colombia*, 11-60.
- García Ordaz, M. I. (2017). Parámetros eléctricos. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 8.
- Hernandez Nieto, R. (2002). Instrumentos de recolección de datos en ciencias sociales y ciencias biomédicas . *Universidad de los Andes - Venezuela*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (Sexta edición ed.). México: Mc Graw Hill.
- Juárez Cervantes, J. D. (1995). Sistemas de distribución de energía eléctrica. *Universidad Autónoma Metropolitana*.
- Manzanares Araica, M. A., & Torres Bermudez, E. J. (2017). Estudio de parámetros eléctricos y armónicos de la red eléctrica de la industria textil VALIDOS SA. *Universidad Nacional de Ingeniería-Managua-Nicaragua*, 16-18.
- Matos Nolasco, J. C. (2021). Evaluación de las instalaciones eléctricas para minimizar la potencia reactiva en el sistema eléctrico de la minera Casapalca S.A. *Universidad Nacional del Centro del Perú*, 84-85.
- Medina Paje, A. (2016). Estudio técnico económico para la compensación del factor de potencia en la empresa gráfica RIVERIJOS. *Universidad Mayor de San Andrés-L Paz- Bolivia*, 26.
- MINEM. (2011). Guía de orientación para la selección de la tarifa eléctrica a usuarios en baja tensión. *Ministerio de Energía y Minas*, 14-15.

- Mora, F. (2012). *Jesús*. (M. Martín Romo, Ed.) Madrid: PEARSON EDUCACIÓN.
- Moya Chacón, J. A., & Yugcha Quinatoa, W. G. (2020). Control óptimo de un filtro activo para la reducción de armónicos en la red eléctrica de distribución utilizando la teoría de AKAGI. *Universidad Técnica de Cotopaxi*, 25.
- Muñoz Oblitas, J. A. (2019). Análisis de claidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de la empresa agrícola Pampa Baja SAC Olmos - Tierras Nuevas. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, 14-15.
- NTCSE. (1997). Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. *Ministerio de Energía y Minas-Decreto Supremo N° 020-97-EM*, 15.
- Poyato, R. (2020). Claidad Eléctrica y Eficiencia Energética . *Technical Sales Manager Fluke Iberica y Italia*.
- Quiroz, S. (2016). Corrección del factor de potencia. 14.
- Ramos Ramos , E. D., & Riveros Arcaya, S. E. (2018). Análisis de la eficiencia energética y calidad de la energía eléctrica en la planta industrial de procesamiento de alimentos agroindustrias Cirmma S.R.L. en la región Puno. *Universidad Nacional del Altiplano, Puno*, 24.
- Robles Valverde, W. O. (2019). Análisis técnico económico del sistema eléctrico de potencia de la granja Alessadra para aumentar la eficiencia y seguridad operacional en base a auditoria eléctrica y norma. *Universidad Cesar Vallejo*.
- Salgado Lévano, C. (2018). Manual de investigación, Teoría y práctica para hacer la tesis según la metodología cuantitativa. *Universidad Marcelino Champagnat*, 114.
- Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Sáenz, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. *Universidad Ricardo Palma*, 146.
- Sanchez Mendo, C. J. (2020). Auditoría del sistema eléctrico para disminuir el consumo de energía en la planta de elaboración de productos lácteos, Chotalac SRL-Chiclayo. *Universidad Cesar vallejo*, 5.
- Serna Machado, C. A. (2016). Gestión energética empresarial una metodología para la reducción de consumo de energía. *Producción + Limpieza*, 110.
- Tama Franco, A. (2018). Las pérdidas de energía eléctrica. *Energía*, 14.

Vásquez García , O. (2008). *Capacitancia, Dieléctricos y Polarización* (Vol. 2). Pearson Education.

Zarco Periñan, P. J., & Gómez Expósito, A. (1999). Estimación de estado y de parámetros en redes eléctricas. *Universidad de Sevilla-España*.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

**Título:** “ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS PARA EVALUAR EL ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA TECNOLOGÍA EN GRASAS SAC CALLAO-LIMA 2023”

**Tabla 40**

*Matriz de Consistencia*

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General</b> ¿Cómo es el análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión para evaluar del estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Realizar el análisis de parámetros eléctricos en baja tensión para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa tecnología en Grasas SAC</p>	<p><b>Hipótesis general</b> El análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión influirá en la evaluación del estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Parámetros eléctricos</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Potencia instalada</b></li> <li>2. <b>Factor de potencia</b></li> <li>3. <b>Caída de tensión</b></li> <li>4. <b>Armónicos</b></li> </ol>	<p>Análisis de carga instalada</p> <p>Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) un <math>f_p &lt; 0.96</math>, se factura por energía reactiva.</p> <p>En conformidad a la NTSCE la caída de tensión debe ser <math>\pm 5\%</math> de la tensión nominal.</p> <p>En conformidad a la NTSCE para el factor de distorsión total por armónicos (THD)</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> Descriptivo cuasi-experimental</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> El método es descriptivo explicativo</p> <p><b>Diseño de investigación</b> Es transversal cuasi-experimental.</p> <p><b>Enfoque de la investigación:</b> Enfoque cuantitativo</p>

Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente Sistema eléctrico	1. Conductores eléctricos	Sección de conductores Perdidas en el conductor.	2. Equipos eléctricos.	Motores eléctricos. Cargas	<b>Técnica:</b> Recolección de datos	<b>Instrumentos:</b> Protocolos, lista de observaciones, analizador de redes	<b>Población:</b> Sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC	<b>Muestra:</b> Sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC	<b>Método de análisis de datos:</b> Se realizó cálculos y comparaciones conllevando a un análisis descriptivo
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿De qué manera el cálculo de la potencia instalada como parámetro eléctrico permitirá evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC?</li> <li>2. ¿De qué manera los conductores y equipos eléctricos del sistema eléctrico permite realizar el análisis de los parámetros eléctricos en baja tensión?</li> <li>3. ¿En qué medida el análisis de la caída de tensión y los armónicos como parámetros eléctricos permitirá evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC?</li> <li>4. ¿De qué manera el análisis del factor de potencia como parámetro eléctrico permite evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar la potencia instalada como parámetro eléctrico para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.</li> <li>2. Verificar los conductores y equipos eléctricos del sistema eléctrico con el análisis de parámetros eléctricos en baja tensión.</li> <li>3. Analizar la caída de tensión y los armónicos como parámetros eléctricos para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.</li> <li>4. Analizar el factor de potencia como parámetro eléctrico para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El cálculo de la potencia instalada como parámetro eléctrico permite evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.</li> <li>2. Los conductores y los equipos del sistema eléctrico influirán en el análisis de parámetros eléctricos en baja tensión.</li> <li>3. El análisis de la caída de tensión y los armónicos como parámetros eléctricos permiten evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.</li> <li>4. El cálculo del factor de potencia como parámetro eléctrico permite evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC.</li> </ol>		Variable Dependiente Sistema eléctrico	1. Conductores eléctricos	Sección de conductores Perdidas en el conductor.	2. Equipos eléctricos.	Motores eléctricos. Cargas	<b>Técnica:</b> Recolección de datos	<b>Instrumentos:</b> Protocolos, lista de observaciones, analizador de redes	<b>Población:</b> Sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC	<b>Muestra:</b> Sistema eléctrico de la empresa Tecnología en Grasas SAC





## Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

### “ANÁLISIS DE LOS PRÁMETROS ELÉCTRICOS PARA EVALUAR EL ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA TECNOLOGÍA EN GRASAS SAC CALLAO-LIMA 2023”

El presente protocolo tiene como objetivo compilar información sobre los datos necesarios para el desarrollo de esta tesis, los cuales servirán para evaluar el estado del sistema eléctrico de la empresa.

DATOS PRINCIPALES		EQUIPOS EMPLEADOS			
Cliente:	Tecnología en Grasas SAC	It.	Equipo	Marca	Modelo
Trabajo:	Levantamiento de observaciones	O/C:			
Dirección:	Calle Alfa 199 - Callao	Fecha:	10/10/23		
		1	Analizador de redes	FLUX6	435-II
		2	Pinza amperimétrica	PRASCK	PR-202A

DATOS DEL TABLERO	
Tipo:	Aislado
Nombre de tablero:	Tablero de distribución 3, T0-3
Tensión de tablero y numero de fases:	280V - 3F+T
Elaborado por:	
Mdidas:	800x600x300 mm.
Ubicación:	Sala de procesos
Frecuencia:	60Hz

VERIFICACIÓN VISUAL Y PRUEBAS MECÁNICAS				
	SI	NO	N.A	
1	El tablero tiene libre acceso (1m de distancia libre)	X		
2	El tablero esta en óptimas condiciones (color, corrosión)		X	
3	El tablero esta herméticamente cerrado		X	
4	El tablero tiene mandil	X		
5	El tablero y mandil cuentan con chapas de acceso rápido	X		
6	Las reservas del mandil de tablero estan tapadas		X	
7	El tablero cuenta con rotulación exterior	X		
8	El tablero tiene reservas para futuras cargas (25%)		X	
9	El tablero cuenta con señalización de riesgo eléctrico	X		
10	Funcionamiento, estado y accionamiento de mandil y puerta	X		
11	Funcionamiento del sistema de iluminación interior			X
12	Existe iluminación adecuada alrededor del tablero eléctrico		X	
13	Las distancias entre equipos y barras son las adecuadas		X	
14	Todas las conexiones cuentan con terminales		X	
15	Los circuitos cuentan con interruptores diferenciales		X	
16	Los conductores estan correctamente dimensionados		X	
17	Las protecciones (ITM, ID) estan correctamente dimensionados		X	
18	el estado de los conductores es óptimo		X	
19	Los equipos eléctricos presentan daños, rotura y corrosión		X	
20	Cuenta con un circuito eléctrico por cada interruptor		X	
21	Color de cables y barras son los adecuados		X	
22	Cuenta con leyenda o directorio y concuerdan con lo descrito		X	
23	Cuenta con diagrama unifilar y concuerda físicamente		X	
24	Cuenta con placas y rotulos de identificación de circuitos		X	
25	Cuenta con interruptor general en su interior o adyacente al mismo	X		
26	Cuenta con rotulación de cables y accesorios		X	
27	Cuenta con barra a tierra y conexión a tierra de puerta y mandil	X		
28	Existe luz de emergencia en la zona de tableros eléctricos		X	
29	Funcionamiento del sistema de ventilación de tablero			X
30	Todos sus circuitos estan aterrados		X	
31				
32				

PRUEBA DE CONTINUIDAD Y TEST DE OPERATIVIDAD				
	SI	NO	N.A	
1	Continuidad de circuito de fuerza	X		
2	Continuidad de circuito de control	X		
3	Continuidad de circuito de medición	X		
4	Operaciones mecánica del interruptor	X		
5	Continuidad de interruptores y contactores	X		
6	Continuidad de interruptores mediante boton	X		
7	Verificación de funcionamiento de circuito de fuerza	X		
8	Verificación de funcionamiento de circuito de control	X		
9				

PRUEBAS ELÉCTRICAS DE MEDICIÓN DE TENSIÓN	
Multímetro:	PRASCK
Modelo:	PR-202A
Número de serie:	H22023526
Fecha de calibración:	-
It.	MEDICIÓN DE CABLES DE ALIMENTADOR PRINCIPAL DE TABLERO
1	Fase R-S: 227
2	Fase S-T: 229
3	Fase T-R: 228
4	Neutro-R: NA
5	Neutro-S: NA
6	Neutro-T: NA

MEDICIÓN DE AMPERAJE	
Fase R	19,2
Fase S	14,4
Fase T	18,6

OBSERVACIONES:

RESULTADO: ACEPTADO  RECHAZADO

Elaborado por:	Verificado por:	Aprobado por:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma	Firma:	Firma:

### Anexo 3. Data obtenida por el analizador de redes

Fecha	Hora	Vrms ph-ph L12 Min	Vrms ph-ph L12 Med	Vrms ph-ph L12 Max	Vrms ph-ph L23 Min
6/10/2023	14:04:56	211.12	222.26	225.16	210.79
6/10/2023	14:14:56	211.92	222.25	224.71	211.64
6/10/2023	14:24:56	213.4	222.68	225.87	213.13
6/10/2023	14:34:56	212.45	222.46	225.11	212.09
6/10/2023	14:44:56	215.2	223.59	225.97	214.78
6/10/2023	14:54:56	214.95	223.34	226.54	214.89
6/10/2023	15:04:56	214.79	223.95	226.54	214.4
6/10/2023	15:14:56	214.81	224.37	227.48	214.57
6/10/2023	15:24:56	215.68	224.31	226.83	215.38
6/10/2023	15:34:56	217.05	225.77	229.99	216.63
6/10/2023	15:44:56	214.16	225.11	229.65	213.97
6/10/2023	15:54:56	218.73	229.71	232.39	218.41
6/10/2023	16:04:56	218.47	227.87	230.75	218.2
6/10/2023	16:14:56	217.9	227.36	229.97	217.71
6/10/2023	16:24:56	216.7	226.45	228.62	216.3
6/10/2023	16:34:56	218.36	226.79	228.87	218.06
6/10/2023	16:44:56	215.38	228.23	231.96	215.15
6/10/2023	16:54:56	210.82	229.97	232.31	210.28
6/10/2023	17:04:56	211.45	229.44	232.84	210.78
6/10/2023	17:14:56	213.2	230.81	233.65	212.5
6/10/2023	17:24:56	222.34	231.4	232.65	222.06
6/10/2023	17:34:56	220.16	230.29	232.52	220.24
6/10/2023	17:44:56	221.96	231.53	232.69	221.8
6/10/2023	17:54:56	221.01	230.63	233	220.88
6/10/2023	18:04:56	221.74	231.4	232.68	221.68
6/10/2023	18:14:56	221.93	231.41	233.57	222.19
6/10/2023	18:24:56	221.78	231.3	232.61	221.52
6/10/2023	18:34:56	221.55	231.41	233.31	221.37
6/10/2023	18:44:56	222.62	231.6	233.05	222.18
6/10/2023	18:54:56	221.68	231.88	233.54	221.3
6/10/2023	19:04:56	222.92	232.76	234.1	222.74
6/10/2023	19:14:56	221.82	232.72	234.03	221.59
6/10/2023	19:24:56	221.86	231.97	233.81	221.65
6/10/2023	19:34:56	231.21	232.89	233.71	231.09
6/10/2023	19:44:56	222.25	232.25	233.91	221.65
6/10/2023	19:54:56	226.79	233.04	234.46	225.77
6/10/2023	20:04:56	221.9	233.22	235.61	221.39
6/10/2023	20:14:56	225.12	235.43	236.03	224.55
6/10/2023	20:24:56	224.73	234.88	236.8	224.21
6/10/2023	20:34:56	223.06	233.17	234.47	222.65
6/10/2023	20:44:56	232.08	233.94	234.55	231.98
6/10/2023	20:54:56	222.27	232.95	234.41	221.9
6/10/2023	21:04:56	232.34	234.31	234.92	232.01
6/10/2023	21:14:56	223.03	233.88	235.58	222.65
6/10/2023	21:24:56	224.65	234.79	235.62	224.08
6/10/2023	21:34:56	229.33	233.85	234.82	228.92
6/10/2023	21:44:56	224.27	233.79	234.74	223.73
6/10/2023	21:54:56	233.91	234.59	235.2	233.42
6/10/2023	22:04:56	224.56	233.73	235.23	223.99
6/10/2023	22:14:56	231.66	232.38	233.02	231.45
6/10/2023	22:24:56	221.46	231.31	232.93	221.2
6/10/2023	22:34:56	221.6	230.26	232.08	220.71
6/10/2023	22:44:56	229.03	231.36	232.28	228.44
6/10/2023	22:54:56	221.28	230.37	232.15	220.45
6/10/2023	23:04:56	230.61	231.57	232.64	229.9
6/10/2023	23:14:56	221.16	231.38	232.42	220.34
6/10/2023	23:24:56	230.14	230.97	231.59	229.31

### Anexo 3.1. Data obtenida por el analizador de redes

Fecha	Hora	Corriente Fundamental L1 Me	Corriente Fundamental L1 Me	Corriente Fundamental L1 Me
8/10/2023	05:54:56	2.8	5.4	19.4
8/10/2023	06:04:56	7.6	7.8	8
8/10/2023	06:14:56	7.6	8	10.8
8/10/2023	06:24:56	8	8.2	8.6
8/10/2023	06:34:56	8	9.8	17.8
8/10/2023	06:44:56	8	12.6	19.2
8/10/2023	06:54:56	15	35.8	167.6
8/10/2023	07:04:56	39	40.2	41.4
8/10/2023	07:14:56	36.2	41.2	108.4
8/10/2023	07:24:56	36.4	40.2	42
8/10/2023	07:34:56	37.4	40.4	43.8
8/10/2023	07:44:56	34	37.2	39.2
8/10/2023	07:54:56	35	37.2	38.8
8/10/2023	08:04:56	11	30.2	164
8/10/2023	08:14:56	11.2	17.2	170.2
8/10/2023	08:24:56	11	11.6	13.2
8/10/2023	08:34:56	11.4	11.8	13.2
8/10/2023	08:44:56	11.2	11.8	12
8/10/2023	08:54:56	11.2	18.4	84.2
8/10/2023	09:04:56	11.4	20.2	28.2
8/10/2023	09:14:56	15.6	24.6	85.4
8/10/2023	09:34:56	4.4	10.8	58.4
8/10/2023	09:44:56	14.6	17.4	22
8/10/2023	09:54:56	3.2	10.6	20.6
8/10/2023	10:04:56	3.4	3.6	3.8
8/10/2023	10:14:56	3.4	6.6	63.6
8/10/2023	10:24:56	5.6	11.8	77.4
8/10/2023	10:34:56	3.4	19.8	157.4
8/10/2023	10:44:56	20	20.4	21
8/10/2023	10:54:56	17.2	20.4	21
8/10/2023	11:04:56	17.4	21.6	30.6
8/10/2023	11:14:56	16.2	20.6	21.4
8/10/2023	11:24:56	16.8	21.2	27.8
8/10/2023	11:34:56	19.2	30.8	60.4
8/10/2023	11:44:56	2.6	19.8	152.2
8/10/2023	11:54:56	2.6	12	75

## Anexo 4. Formato de calibración de analizador de redes

Laboratorio de Metrología		<b>PromeCal</b> Centro de Calibración de Instrumentos de Medición Eléctrica	
<b>Certificado de Calibración N° 0603-CE-23</b>			
PROMECAL S.A.C. Laboratorio de Calibración Av. Guillermo Dansey 1094 Urb. Lima Industrial - Lima			
<b>Orden de Servicio:</b>	001-00010315		
<b>Solicitante:</b>	INGENIERIA ELECTRICA CONTROL & TECNOLOGIA S.A.C.		
<b>Dirección:</b>	JR. LEONARDO ARRIETA NRO. 1490 URB. ELIO - LIMA - LIMA - LIMA		
<b>Instrumento:</b>	ANALIZADOR DE REDES TRIFÁSICO		
<b>Marca:</b>	FLUKE		
<b>Modelo:</b>	435-II		
<b>Número de Serie:</b>	31633110		
<b>Fecha de Calibración:</b>	2023-10-05		
<b>Fecha de Emisión:</b>	2023-10-05		
<b>Procedimientos de Referencia:</b>			
La calibración en la función de tensión eléctrica se realizó siguiendo como referencia el procedimiento PC-021-Segunda Edición-Marzo 2016 "Procedimiento para calibración de Multimetros Digitales-INACAL".			
La calibración en la función de corriente eléctrica se realizó siguiendo como referencia el procedimiento PC-025-Primera Edición-Enero 2019 "Procedimiento para calibración de Pinzas Amperimétricas-INACAL".			
<b>Condiciones Ambientales:</b>			
Temperatura	21,10 °C	±	0,14 °C
Humedad Relativa	46,5 %hr	±	1,4 %hr
<b>Trazabilidad:</b>			
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a patrones nacionales, en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).			
TRAZABLE	PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO	
Patrón de INACAL - DM	Calibrador Multifunción FLUKE 5522A	LE-067-2023	
 OLIVERA RAMOS Metrólogo			
<b>Observaciones:</b>			
La calibración se realizó en las instalaciones de PROMECAL S.A.C. en el laboratorio de electricidad.			
Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.			
PROMECAL S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.			
El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.			
Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.			
Se utilizó la bobina Fluke 52120A/COIL 6kA y el Amplificador de Transconductancia Fluke 52120A en el proceso de calibración para la función de Corriente eléctrica y Potencia eléctrica.			
Para el parámetro de Potencia Eléctrica no aplican los procedimientos mencionados.			
Este certificado de calibración solo puede ser difundido en su totalidad y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de PROMECAL S.A.C.			
Certificados sin firma y sello carecen de validez.			
<b>Incertidumbre:</b>			
La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre estándar combinada (u) por un factor de cobertura (k). Aproximadamente se expresa un factor k=2, fue determinada según "La guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición" (1995). Generalmente el valor de la magnitud de la medición está dentro del intervalo de los valores asignados con una probabilidad de aproximadamente 95%.			
Av. Guillermo Dansey Nro. 1094 (3er Piso) Lima - Lima - Lima Central: 715 4250 - Celular: 945 289 488 E-mail: calibraciones@promecal.com.pe			
Página 1 de 2			

## Certificado de Calibración N° 0603-CE-23

### Resultados de Medición

TENSIÓN ELÉCTRICA ALTERNA				
Rango del Instrumento	Indicación del Instrumento	Valor Aplicado	Error de Medición	Incertidumbre
1000 V @ 60 Hz V(A) - V(N)	899,14 V	900,00 V	-0,76 V	0,26 V
1000 V @ 60 Hz V(B) - V(N)	899,25 V	900,00 V	-0,75 V	0,26 V
1000 V @ 60 Hz V(C) - V(N)	899,25 V	900,00 V	-0,75 V	0,26 V
1000 V @ 60 Hz V(A) - V(B)	899,25 V	900,00 V	-0,75 V	0,26 V
1000 V @ 60 Hz V(C) - V(A)	899,27 V	900,00 V	-0,73 V	0,26 V
1000 V @ 60 Hz V(C) - V(B)	899,30 V	900,00 V	-0,70 V	0,26 V

CORRIENTE ELÉCTRICA ALTERNA				
Rango del Instrumento	Indicación del Instrumento	Valor Aplicado	Error de Medición	Incertidumbre
6000 A @ 60 Hz I(N) Fluke H30-FLEX-TF-II N/S: 310510049	603 A	600,0 A	3,0 A	4,0 A
	1809 A	1800 A	9 A	11 A
	3013 A	3000 A	13 A	17 A
	4218 A	4200 A	18 A	24 A
	5423 A	5399 A	24 A	30 A
6000 A @ 60 Hz I(A) Fluke H30-FLEX-TF-II N/S: 310510048	602 A	600,0 A	2,0 A	4,0 A
	1807 A	1800 A	7 A	11 A
	3011 A	3000 A	11 A	17 A
	4215 A	4200 A	15 A	24 A
	5419 A	5399 A	20 A	30 A
6000 A @ 60 Hz I(B) Fluke H30-FLEX-TF-II N/S: 310510047	601 A	600,0 A	1,0 A	4,0 A
	1804 A	1800 A	4 A	11 A
	3006 A	3000 A	6 A	17 A
	4206 A	4200 A	6 A	24 A
	5410 A	5399 A	11 A	30 A
6000 A @ 60 Hz I(C) Fluke H30-FLEX-TF-II N/S: 310510046	603 A	600,0 A	3,0 A	4,0 A
	1810 A	1800 A	10 A	11 A
	3016 A	3000 A	16 A	17 A
	4220 A	4200 A	20 A	24 A
	5426 A	5399 A	27 A	30 A

POTENCIA ELÉCTRICA ALTERNA				
Rango del Instrumento	Indicación del Instrumento	Valor Aplicado	Error de Medición	Incertidumbre
6000 kW @ 60 Hz V(A) - I(A) N/S: 310510048	541,7 kW	540,000 kW	1,700 kW	0,0073 kW
	2708 kW	2700,000 kW	8,000 kW	0,031 kW
	4874 kW	4859,100 kW	14,900 kW	0,055 kW
6000 kW @ 60 Hz V(B) - I(B) N/S: 310510047	540,7 kW	540,000 kW	0,700 kW	0,0073 kW
	2703 kW	2700,000 kW	3,000 kW	0,031 kW
	4866 kW	4859,100 kW	6,900 kW	0,025 kW
6000 kW @ 60 Hz V(C) - I(C) N/S: 310510046	542,3 kW	540,000 kW	2,300 kW	0,0073 kW
	2711 kW	2700,000 kW	11,000 kW	0,031 kW
	4880 kW	4859,100 kW	20,900 kW	0,055 kW

FIN DEL DOCUMENTO



Av. Guillermo Dansey Nro. 1094 (3er Piso) Lima - Lima - Lima  
 Central: 715 4250 - Celular: 945 289 488  
 E-mail: calibraciones@promecal.com.pe

Página 2 de 2

## **Anexo 5. Glosario de términos**

*BT*: Baja tensión.

*EN – 50160*: European Norm (Norma Europea).

*IEC*: Comisión internacional de Electrotecnia.

*MVAR*: Mega volt ampere Reactivo.

*p. u.*: Por unidad.

*kVA*: Kilovolt ampere.

*kW*: Kilowatts.

*FP*: Factor de potencia.

*U*: Tensión (V).

*I*: Intensidad.

*MINEM*: Ministerio de Energía y Minas.

*NTCSE*: Norma Técnica de calidad de los Servicios Eléctricos.

*CNE*: Código Nacional de Electricidad.

$\Delta U$ : Diferencia de potencial en voltios.

$\rho$ : Resistividad del conductor.

$I_d$ : Intensidad de diseño.

*Hz*: Hertz (frecuencia).

*RMS*: Valor eficaz.

*kWh*: Kilowatts hora.

$T_{op}$ : Temperatura de operación.

*THD*: Distorsión Armónica Total

$P_U$ : Potencia útil.

$P_T$ : Potencia total

$I_{TG}$ : Intensidad del TG en amperios (A)

$MD_{TG}$ : Máxima demanda del TG en kilowatts (kW)

$V$ : Tensión en voltios (V)

$\cos\varphi$ : Factor de potencia

$T_0$ : Temperatura de ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_{m\acute{a}x}$ : Temperatura máxima admisible del conductor ( $^{\circ}\text{C}$ )

$I_{0p}$ : Intensidad prevista para la canalización (A)

$I_{Nom}$ : Intensidad máxima admisible para la canalización (A)

$\eta_{cond}[\%]$ : Rendimiento del conductor

$P_U$ : Potencia útil en (kW)

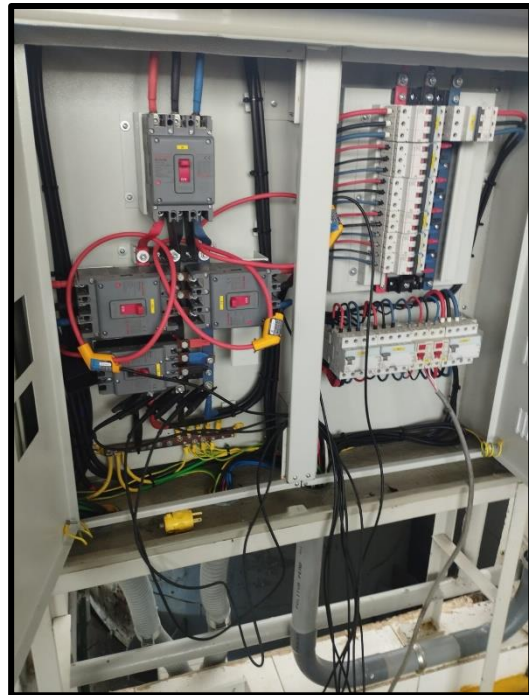
$P_T$ : Potencia total en (kW)

$Q_c$ : Potencia reactiva (kVAr)

## Anexo 6: Fotografías de la toma de datos



**Nota:** Tablero General de la empresa Tecnología en Grasas



**Nota:** Conexión del analizador de redes FLUKE 435 Series II.



**Nota:** Configuración del analizador de redes FLUKE 435 Series II.



**Nota:** Analizador de redes recolectando información.