



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

Análisis de los indicadores de Calidad de Energía de la subestación particular, SE0122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C.
Huanchaco – La Libertad.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Quiroz Villanueva, Luis Manuel (orcid.org/0000-0002-5776-8673)

Smith Vásquez, Carlos Marcel (orcid.org/0000-0002-3205-8755)

ASESOR:

Mg. Sánchez Huertas, Carlos Enrique (orcid.org/0000-0002-6754-8017)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución.

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático.

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

El esfuerzo de este trabajo se lo dedico a mis padres y seres queridos que estuvieron conmigo apoyándome en cada momento. También se lo dedico a mis seres queridos que ya no se encuentran en esta vida, pero que quisieron verme como todo un profesional. Sus palabras y enseñanzas aún viven en mí.

Quiroz Villanueva, Luis Manuel.

Este estudio de investigación lo dedico a Dios, quien me guía en mis tropiezos y mis logros, es el quien me permite culminar con mi formación académica universitaria, a mis padres Carlos Smith. y María Vásquez. y mis hermanos que son mi motivación y soporte en momentos difíciles, con el objetivo de ser una persona útil para la sociedad que aporte conocimientos y valores.

Smith Vásquez, Carlos Marcel.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a Dios, por ayudarme a seguir adelante, por enseñarme a no rendirme, por motivarme a superar cada obstáculo que tenía en la vida, y sobre todo por poner a personas maravillosas que de una u otra manera me ayudaron a cumplir con el desarrollo de este trabajo de investigación. Dios bendiga a quienes me ayudaron a superar mis límites.

Quiroz Villanueva, Luis Manuel.

Agradezco a Dios por darme la vida y la oportunidad de terminar mi carrera universitaria. A mis Asesores Mg. Ing. Sánchez Huertas, Carlos Enrique y Dr. Inciso Vásquez, Jorge Antonio. Quienes, con su conocimiento, trayectoria y experiencia en la investigación científica, fueron muy importante para guiarnos en el desarrollo de nuestra tesis, según las exigencias de la Universidad y de carácter científico para nuestra especialidad Ing. Mecánica Eléctrica.

Smith Vásquez, Carlos Marcel.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de originalidad del Asesor

Yo, SANCHEZ HUERTAS CARLOS ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Análisis de los indicadores de Calidad de Energía de la subestación particular, SE0122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C. Huanchaco – La Libertad.", cuyos autores son QUIROZ VILLANUEVA LUIS MANUEL, SMITH VASQUEZ CARLOS MARCEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 06 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SANCHEZ HUERTAS CARLOS ENRIQUE DNI: 17857234 ORCID: 0000-0002-6754-8017	Firmado electrónicamente por: CSANCHEZH55 el 31-07-2023 09:12:28

Código documento Trilce: TRI - 0575161



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, QUIROZ VILLANUEVA LUIS MANUEL, SMITH VASQUEZ CARLOS MARCEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de los indicadores de Calidad de Energía de la subestación particular, SE0122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C. Huanchaco – La Libertad.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
QUIROZ VILLANUEVA LUIS MANUEL DNI: 70009456 ORCID: 0000-0002-5776-8673	Firmado electrónicamente por: LMQUIROZQ el 01-08- 2023 15:50:35
SMITH VASQUEZ CARLOS MARCEL DNI: 74292891 ORCID: 0000-0002-3205-8755	Firmado electrónicamente por: CSMITH el 04-08-2023 11:19:15

Código documento Trilce: INV - 1331704

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Declaratoria de originalidad del Asesor	iv
Declaratoria de originalidad de los Autores	v
Índice de Contenido	vi
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de Gráficas	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	33
3.1. Tipo y diseño de investigación	33
3.1.1. Tipo de investigación	33
3.1.2. Diseño de investigación	33
3.2. Variables y Operacionalización	33
3.2.1. Variable independiente	33
3.2.2. Variable dependiente.....	33
3.2.3. Operacionalización de variables	33
3.3. Población, muestra, muestreo	33
3.3.1. Población:	33
3.3.2. Muestra:	33
3.3.3. Muestreo:.....	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.5. Procedimientos	34
3.6. Métodos de Análisis de datos	35
3.7. Aspectos éticos	35
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN	100
VI. CONCLUSIONES	104
VII. RECOMENDACIONES	106
REFERENCIAS	107
ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Potencia nominal de transformadores monofásico y trifásico. Elaboración Propia.	8
Tabla 02. Niveles en baja tensión - monofásico y trifásico.	9
Tabla 03. Valores Referenciales de Máxima Demanda Industrial	19
Tabla 04. Valores Referenciales de Cargas Industrial.	19
Tabla 05. Valores de Factor de Simultaneidad por cada máquina.	20
Tabla 06. Valores de señalización por cada fase y neutro.	24
Tabla 07. Evidencia fotográfica y descriptiva.	25
Tabla 08: Tabla de tolerancia de tensiones armónicas. NTCSE – DS N° 040 – 2001 – EM. ¹⁴	27
Tabla 09: Indicadores de calidad con sus respectivas tolerancias según NTCSE., el CNE., IEC 61000 y la IEEE 519 – 1992.	28
Tabla 10. Uso de Técnicas e Instrumentos.	34
Tabla 11: Tabla de potencia Instalada y Máxima Demanda de la Empresa HULAC S.A.C	38
Tabla 12: Mediciones de Tensión del tablero general de la Empresa HULAC S.A.C	39
Tabla 13: Mediciones de Corriente del tablero general de la Empresa HULAC	39
Tabla 14: Valores Técnicos del D.U. en el tablero general de la Empresa HULAC	40
Tabla 15: Diagrama Unifilar – TD-01-Luminarias y Tomacorrientes – HULAC SAC.	43
Tabla 16: Diagrama Unifilar – TD-02 -Luminarias y Tomacorrientes – HULAC SAC.	44
Tabla 17: Diagrama Unifilar – TD-03 -Luminarias y Tomacorrientes – HULAC SAC.	45
Tabla 18: Diagrama Unifilar – TD-04 – HALL de Ingreso– HULAC SAC.	46
Tabla 19: Diagrama Unifilar – TD-05 – Área de la Sopladora– HULAC SAC.	47
Tabla 20: Diagrama Unifilar – TD-06 – Área del Molino – HULAC SAC.	48
Tabla 21: Diagrama Unifilar – TD-07 –	49
Tabla 22: Diagrama Unifilar – TD-08 –	50
Tabla 23: Diagrama Unifilar – TD-09 –	51
Tabla 24: Diagrama Unifilar – TD-10 –	52
Tabla 25: Diagrama Unifilar – TD-11 –	53
Tabla 26: Diagrama Unifilar – TD-13 – Área de Incubación – HULAC SAC.	54
Tabla 27: Tipo de arranque de los motores de la empresa HULAC SAC.	56
Tabla 28. Valores de los indicadores de Calidad obtenidos del analizador de redes.	85
Tabla 29. Valores para dimensionamiento para banco de condensadores.	87
Tabla 30 Grafica para dimensionamiento de banco de condensadores	90
Tabla 31. Valor Monetario para mejorar tableros de control	96
Tabla 32. Valor Monetario para implementar el tablero del Molino de	96

Tabla 33. Valor Monetario para Implementar dos puestas a tierra	97
Tabla 34. Valor Monetario para Mantenimiento a puesta a tierra	97
Tabla 35. Valor Monetario para Banco de Condensadores variable	98
Tabla 36. Valor Monetario para Filtro de Armónicos Reactivo	98
Tabla 37. Valor Monetario total de inversión	98
Tabla 38. Resultados de Indicadores de Calidad con su valor de tolerancia	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Tablero de Distribución general.	10
Figura 02: Tablero Empotrable de Poliestireno.	10
Figura 03: Llave termo magnética.	11
Figura 04: Disyuntor Diferencial.	11
Figura 05: Guardamotor magnetotérmico.	12
Figura 06: Relé Térmico.	12
Figura 07: Contactor.	13
Figura 08: Tubería Metálica IMC (Intermediate Metal Conduit).	13
Figura 09: Bandeja portacable de Fondo Solido.	14
Figura 10: Triángulo de potencias (P, Q, S)	18
Figura 11: Instrumento de Medición: Analizador de redes MYeBoX 1500	22
Figura 12: Instalación de los cables conectores de tención y corriente a las líneas de fase, neutro y puesto a tierra.	24
Figura 13: Triangulo de potencia al agregar capacitores	31

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 01: Flujo grama de procesos del Objetivo 01.	36
Gráfica 02: Diagrama Unifilar (D.U.) del tablero general de Distribución	41
Grafica 03: Diagrama Eléctrico de fuerza y control de motor trifásico Arranque Directo del Molino.	57
Grafica 04: Flujo grama de procesos del Objetivo 02.	58
Gráfica 05. Gráfica de Medición de tensión en Líneas.	60
Gráfica 06. Gráfica de Mediciones para Tensión Trifásica promedio de las tres Líneas.	61
Gráfica 07. Gráfica de Mediciones por cada Línea en Corriente.	62
Grafica 08. Gráfica de Mediciones de Corriente Línea trifásica promedio de las 3 fases.	63
Grafica 09. Gráfica de Comparación tensión vs corriente	64
Gráfica 10. Gráfica de Mediciones de Potencia Activa por líneas.	65
Grafica 11. Gráfica de Mediciones de Potencia Activa Trifásica.	66
Gráfica 12. Gráfica de Mediciones Potencia Inductiva por Línea.	67
Gráfica 13. Gráfica de Mediciones Potencia Inductiva Trifásica.	68
Gráfica 14. Gráfica de Mediciones de Potencia Capacitiva por Líneas.	69
Gráfica 15. Gráfica de Mediciones Potencia Capacitiva trifásica.	70
Gráfica 16. Gráfica de Comparación de potencia activa y reactiva trifásica.	71
Gráfica 17. Gráfica de Mediciones de Potencia Aparente por Líneas.	72
Gráfica 18. Gráfica de Mediciones de Potencia Aparente Trifásica.	73
Gráfica 19. Gráfica de Mediciones Factor de Potencia Trifásica.	74
Gráfica 20. Gráfica de Mediciones del Factor de Potencia por cada línea.	75
Gráfica 21. Gráfica de Distorsión Armónica en Tensión %V THD.	76
Gráfica 22. Gráfica de Distorsión Armónica de Corriente %I THD	77
Gráfica 23. Gráfica de mediciones - Flickers por cada línea. (Parpadeo en corto periodo)	78
Gráfica 24. Gráfica de medición – Flickers por cada línea. (Parpadeo en largo periodo)	79
Gráfica 25. Gráfica de mediciones de Frecuencia.	80
Gráfica 26. Gráfica de Líneas - Coseno fi.	81
Grafica 27: Flujo grama de procesos del Objetivo 03.	82
Gráfica 29. Triangulo de Potencia con Banco de Capacitores, en primer paso.	88
Gráfica 30. Triangulo de Potencia con Banco de Capacitores, en segundo paso.	89
Gráfica 31. Triangulo de Potencia con Banco de Capacitores.	90
Grafica 32. Gráfica de triangulo de potencia sin armónicos.	91

Grafica 33. Gráfica de triangulo de potencia con armónicos.	92
Gráfica 34. Gráfica de Líneas - Mediciones donde se da el mayor consumo de energía para nuestro análisis del cable alimentador.	93

RESUMEN

Hablar de Calidad de Energía Eléctrica es un tema que está relacionada con los problemas eléctricos que ponen en mal estado las condiciones eléctricas de suministro y pueden ocasionar un mal funcionamiento o daños en los equipos.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación se realiza un análisis de los indicadores de calidad en la empresa HULAC SAC. La empresa se dedica a la producción y venta de Yogurt y cuenta con una capacidad instalada de $72\,732.5\text{ W}$ y su máxima demanda se presenta en los valores registrados por el analizador de redes y es $MD = 32\,697\text{ W}$.

Además, se realizó la medición de los indicadores de calidad con la ayuda del analizador de redes MYeBOX 1500, como resultado obtenemos que la tensión trifásica, la frecuencia, los flickers y la tasa de distorsión armónica en tensión cumple con lo establecido con la norma NTCSE, pero la tasa de distorsión armónica en corriente supera los valores límites de la norma, su valor promedio trifásico es $TDH_I = 35.981\%$ y la norma exige una tolerancia límite de 15% , y su factor de potencia tiene un factor trifásico promedio de 0.87 y es menor que el valor de tolerancia de 0.96 . también se realizó una visita técnica para ver en qué condiciones se encuentran las máquinas y tableros eléctricos. Finalmente se concluye implementar dos puestas a tierra, implementar un banco de condensadores variable de paso a paso con una potencia de $2\,995\text{ var}$, $4\,065\text{ var}$, y de $7\,802\text{ var}$ y un filtro de armónicos de 3.741 Kvar . Para tener un mejor circuito eléctrico, y una buena eficiencia en las máquinas de la empresa. La evaluación económica para implementar el proyecto en la empresa HULAC SAC es de $S/. 19\,493.10$.

Palabras clave: Calidad de energía, indicadores de calidad, analizador de redes, banco de condensadores.

ABSTRACT

Talking about Electrical Power Quality is a topic that is related to electrical problems that put electrical supply conditions in poor condition and can cause malfunctions or damage to equipment.

Therefore, the present research work analyzes the quality indicators in the company HULAC SAC. The company is dedicated to the production and sale of Yogurt and has an installed capacity of $72\,732.5\text{ W}$ and its maximum demand is presented in the values registered by the network analyzer and is $MD = 32\,697\text{ W}$.

In addition, the measurement of the quality indicators was carried out with the help of the MYeBOX 1500 network analyzer, as a result we obtain that the three-phase voltage, the frequency, the flickers and the voltage harmonic distortion rate comply with the provisions of the NTCSE standard. , but the current harmonic distortion rate exceeds the limit values of the standard, its three-phase average value is $TDH_I = 35.981\%$ and the standard requires a limit tolerance of 15% , and its power factor has an average three-phase factor of 0.87 and is less than the tolerance value of 0.96 . A technical visit was also made to see the conditions of the electrical machines and panels. Finally, it concluded to implement two groundings, implement a step-by-step variable capacitor bank with a power of $2\,995\text{ var}$, $4\,065\text{ var}$, $y\ de\ 7\,802\text{ var}$, and a harmonic filter of 3.741 Kvar . To have a better electrical circuit, and a good efficiency in the machines of the company. The monetary value that the company HULAC SAC must invest is $S/. 19\,493.10$.

Keywords: Power quality, quality indicators, electrical network analyzer, capacitor bank

I. INTRODUCCIÓN

Según IEA Agencia Internacional de Energía (2023). El año 1990 el mundo consumía 10 894.7 TWh y para el 2020 consumió 24 901.4 TWh es decir se ha incrementado 2.3 veces. En el año 2020 Perú consumió 50.7 TWh lo que representa el 0.202 % del consumo de energía Mundial. Estas estadísticas demuestran que el consumo de energía de electricidad es mayor, esto debido al crecimiento de la población, incremento de las industrias, y el avance de la tecnología hace que cada persona tenga más consumo energético debido al uso directo e indirecto de este recurso para satisfacer nuestras necesidades o tareas diarias (Anexo 03 y Anexo 04). Es por ello la necesidad de concientizar a la población de dar un uso eficiente, responsable a la electricidad, de esta manera se logró ahorrar gastos innecesarios, tener energía disponible para realizar otras tareas, y contribuir con el medio ambiente reduciendo el CO₂ al medio ambiente, todo esto se logró con una buena gestión y planificación del recurso energético que es indispensable para todo el mundo.

Hablar sobre calidad de energía eléctrica, es hablar sobre confiabilidad del suministro eléctrico, cumplir con los indicadores de calidad exigidos por el Ministerio de Energía y Minas, y que tengan costos accesibles para los usuarios. Sin embargo, en este año 2022 la confiabilidad del suministro eléctrico no es el óptimo por motivos de interrupciones de la energía eléctrica ya sea por fallas en la red o por mantenimientos programados en la red eléctrica de Hidrandina. Los problemas que atentaron para no tener un servicio eléctrico son: Cumplir con los valores mínimos de los indicadores de la calidad de energía eléctrica como son: (Caída de tensión, Armónicos, Factor de potencia, Flickers, etc.) y tener una mala gestión de nuestro consumo o demanda lo que afectó a la red eléctrica, además incremento nuestros costos que se vieron reflejados en los recibos de energía emitidos por la empresa distribuidora Hidrandina S.A

Según Holguín y Gómez (2019) nos menciona que en los últimos diez años la Calidad de Energía Eléctrica ha evolucionado a nivel mundial, además es un tema que está relacionada con los problemas eléctricos que ponen en mal estado las condiciones eléctricas de suministro y pueden perjudicar y dañar a los equipos.

De manera similar, Yurivilca (2020) indica que la calidad de energía eléctrica está relacionada con la continuidad del servicio eléctrico entregado a los clientes, es decir, se toma en cuenta las interrupciones de servicio eléctrico. Por eso, el autor nos recomienda verificar las caídas de tensión y cerciorarse que la energía entregada se encuentre dentro de los parámetros establecidos.

La empresa HULAC SAC. Se dedica a la elaboración de productos lácteos como es el Yogurt. Proceso que se lleva por etapas como son: La recepción de materia prima donde el ingrediente principal es la leche y otros insumos, la producción es donde transforma la materia prima en un producto como es el yogurt y es necesario el aporte del talento humano y de las máquinas para su elaboración, y el envasado del producto es la última etapa, donde los productos que cumplen con los estándares de calidad son puestos al mercado donde sus principales clientes están en la región norte: La Libertad, Lambayeque, Cajamarca y Ancash.

La empresa HULAC S.A.C tiene su Sistema de Utilización en media tensión. A través de una línea aérea trifásica de 10Kv. La empresa Cuenta con su red eléctrica con 10 postes de concreto de 13 m para media tensión, con cable de aleación de aluminio 3*1*70 mm², Aisladores poliméricos, etc. Cuenta con un Transformador de potencia de 75 kVA. En el lado de media tensión tiene conexión en Delta y el lado secundario tiene conexión estrella con 4 Bornes (3 Fases + Neutro) (400 -230) V. Que fue implementado en el año 2018, que hasta ahora junio del año 2023 no se le hizo ningún tipo de mantenimiento. El sistema de baja tensión en la cual se realizará nuestra investigación en el último año se observado algunos problemas estos conforme a que la carga eléctrica ha ido aumentando, el personal técnico de la empresa ha observado que en algunos momentos del día existe caídas de tensión considerable, cuando varias máquinas están trabajando simultáneamente, ha habido quema de motores lo cual ha sido necesario su cambio o rebobinado parando la producción, quema de televisores, equipos de control y protección como llaves termo magnéticas y contactores han fallado. Las instalaciones desde el tablero de distribución hasta los subtableros de los diferentes sectores se ha observado que los conductores están sobredimensionados, y en algunos casos son de menor sección, los tableros de control para arranque de los motores no están cableados correctamente, falta de puesta a tierra y de mantenimientos a las

instalaciones eléctricas y a las diferentes máquinas o motores, además se ha observado que hay máquinas que tienen potencias mayores a un HP están trabajando con arranques directos lo que incrementa 7 veces su corriente nominal y afecta al sistema eléctrico. La empresa se ha planteado comprar más maquinaria, pero no están seguros si su sistema eléctrico trabajaría de manera eficiente, además no se quiere correr el riesgo de malograr o alterar el funcionamiento de las máquinas por deficiencias eléctricas, ya que son de considerables costos.

En consecuencia, ante esta realidad problemática, nos conlleva a plantear la siguiente pregunta ¿Cuál será el análisis de los indicadores de calidad de la energía eléctrica en la empresa HULAC SAC?

Ante esta problemática se le propuso a la empresa HULAC SAC realizar una auditoria energética a través de los indicadores de calidad de energía. Como son: Tensión, la frecuencia, los flickers, los armónicos y el factor de potencia. Para ver si cumplen con las especificaciones de la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos. Y según los resultados hacer una propuesta de mejora para el sistema eléctrico en la empresa.

Para el desarrollo de este trabajo se logró como objetivo principal “Analizar los indicadores de Calidad de Energía de la subestación particular, SEO 122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C. Huanchaco – La Libertad”

De la misma manera, para cumplir el objetivo principal, se desarrollaron los siguientes objetivos específicos: 1) Levantamiento de la información técnica de las instalaciones eléctricas. 2). Registro de datos de los parámetros de los circuitos de baja tensión de la subestación particular SEO 122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C. Huanchaco – La Libertad 3.) Procesamiento y análisis de los datos registrados por el analizador de redes. 4) Evaluación Económica de los costos de mejora a Implementar.

II. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo describe los antecedentes en relación a la Calidad de Energía Eléctrica.

En la tesis, “Evaluación de la calidad de energía eléctrica dentro de horarios punta y fuera de punta en la estación de fibra óptica en la ciudad de Tayacaja - Huancavelica 2020. Nos menciona que este trabajo tiene como finalidad que el cliente goce de un buen suministro eléctrico con amplitud y frecuencia constante, sin interrupciones. Por ende, sus objetivos específicos es determinar la variabilidad de la tensión eléctrica, de la frecuencia y de las interrupciones dentro de las horas punta y fuera de horas punta. Por lo tanto, se ve con la necesidad de realizar mediciones que determinan la calidad de energía eléctrica entregada en la subestación. Para lograr sus objetivos realizo la técnica de recolección de datos y como instrumentos utilizo la ficha de observación y hojas de cotejo. Tras este modo de trabajo concluye que el tipo de horarios de hora punta y fuera de punta influye con la calidad de energía eléctrica, ya que en horas puntas todos se encuentran en sus hogares y por lo tanto el consumo de energía se eleva y en la red aparecen fallas.”¹

La tesis, “Análisis de la calidad de tensión en el suministro de energía eléctrica a la Localidad de Panti, Distrito de Pariahuanca, determina que este trabajo tiene la finalidad de hacer un amplio estudio con respecto a la calidad de suministro eléctrico a través del parámetro tensión que suministra la empresa concesionaria, y para esto utiliza un analizador de redes, cuyo resultado se pondrá en comparación con las tolerancias de la NTCSE - RD N°016 – 2008 – EM/DGE. Sus resultados muestran problemas de alteración en la tensión fuera del rango establecido de $\pm 7.5\%$ y $\pm 6\%$ en baja y media tensión, sobrepasando las tolerancias que indica la NTCSE, por ende, concluye una sobretensión en las redes del Barrio Orongoy, localidad de Panti.”²

En otro trabajo se realizó el análisis de calidad de energía en 05 subestaciones eléctricas, utilizando equipos modernos que registran el tipo de calidad de energía que tienen, la cual utilizaron el Cava 251, Fluke y Memobobox, logrando identificar 02 subestaciones en mala calidad, así mismo utilizo un analizador de redes para

luego comparar los resultados con la NTCSE, con el fin de disminuir las cifras de baja calidad de energía. Como resultado los flikers varían de 0 a 4.5 y los armónicos en tensión tiene una distorsión de 36 % y 330 % en los armónicos de corriente, de tal manera se verifica el incumplimiento de las tolerancias establecidas en la NTCSE, así mismo se presentó una sobretensión de ± 6 % y no debe pasar a 5% de THD V. como solución ante este problema decide verificar el estado del sistema de conexión a tierra, instalar un supresor de voltaje transitorio, instalar filtros para armónicos.³

Este trabajo determina el análisis de parámetros de tensión y perturbaciones tales como: Flicker y armónicas de tensión, para determinar si los resultados están dentro de los establecido en la NTCSE, caso contrario exista una mala calidad propone calcular su respectiva compensación.

Como resultado obtuvo 336 intervalos fuera de tolerancia equivalente a 50 %, por lo tanto, es un parámetro de tensión de mala calidad según la NTCSE. Los parámetros en Flicker se realizó un análisis de 10 min por 07 días, obteniendo 0.1% de intervalos indicando que es de buena calidad, y en cuanto a los armónicos de tensión estuvo fuera de la tolerancia con 86.8 % lo que significa que es de mala tensión. Según el autor, La NTCSE y su Base Metodología, muestra un procedimiento para la ejecución de una buena calidad del producto, recomienda seguir cada paso para evitar sanciones por la OSINERGMIN.⁴

En la tesis "Análisis de los indicadores de calidad de energía eléctrica de las instalaciones de la empresa ETRAL SAC". Hicieron una auditoria energética, en todo su sistema eléctrico con una potencia instalada de 128 kW, también realizaron las mediciones de los indicadores de calidad de la energía eléctrica con su instrumento de recolección de datos, el analizador de Redes. Como resultados se encontró que el sistema eléctrico está contaminado, se encontró un THD(i) de 45% superior a lo que indica la norma 15%, en la THD(v) es de 4.65% < THD adm = 8% dentro del rango. La tensión se encuentra fuera de lo permitido La medición mínima fue 334.36 V y la medida mayor 420.75 V. El valor de distorsión por Flícker es considerable alto es 4, y la norma permite 1, La frecuencia si cumple los parámetros de calidad. Como propuesta para mejorar los indicadores de calidad se cambiará cables del alimentador al tablero Principal por unos de mayor sección, mejorar las

instalaciones de sus tableros eléctricos, instalar un banco de condensadores e instalar 4 puestas a tierra con un valor de 5 Ohmios. El costo de las mejoras a implementar es, de 45,177 soles, con un retorno en 5.76 meses, ya que la utilidad de la empresa es 93,517 soles, lo que hace viable el proyecto.⁵

En un trabajo de tesis, se realizó el análisis de las normas peruanas para realizar la auditoria. Se dibujó los planos de la empresa ya que no existía lo que nos ayudó a analizar los circuitos, se estudió el suministro eléctrico, tensión, corriente, temperatura, y rendimiento de los conductores eléctricos. Y del transformador. Como resultados el transformador tiene un rendimiento de 98.26 %. También se halló que un motor de 15 KW con un bajo rendimiento, todo el sistema de iluminación de ser cambiada a iluminación Led. se realizó un análisis del sistema para compensar la energía reactiva para mejorar el factor de potencia de 0.90 a 0.96, también como propuesto de mejora se recomendó un Grupo electrógeno como fuente de respaldo.⁶

En el trabajo de tesis "Análisis y propuesta de mejora de la calidad de suministro de energía eléctrica de la empresa de distribución Electronorte S.A, nos muestra la importancia de tener un buen servicio de calidad de energía eléctrica ya que, si existen interrupciones, estos causan problemas en los usuarios y afectan económicamente debido a las multas que Osinerming pone a la empresa.

De acuerdo a las mediciones realizadas en baja tensión, un 67.42 % son de buena calidad. Esto se debe por no priorizar el mantenimiento de redes, también comprobó que el 53, 87% son fallas internas del tiempo de duración de interrupciones y en pérdidas de energía, tiene un 10.61%. El autor considero algunas herramientas estratégicas que le permita indicar la calidad de energía eléctrica que tiene la empresa Electronorte S.A., con el analizador de redes obtuvo los resultados de indicadores de calidad, con el diagrama de Ishikawa determino las causas que impide mejorar el suministro de energía, con el análisis de FODA comprobó las fortalezas y debilidades que tiene la empresa y por medio del benchmarking, comparo la empresa Electronorte S.A. con otras tres empresas distribuidoras de energía con respecto a su buen servicio y calidad de energía.

Y de esa manera pudo realizar recomendaciones de mejora, cambios de equipo y mantenimiento de reparación."⁷

En la tesis “Analizador de Calidad de Energía Eléctrica con supervisión en tiempo Real”, El autor ejecuta un prototipo que analiza la calidad de energía eléctrica y que consta de dos etapas para ese proceso, la primera etapa consta de tomar las mediciones de las variables con ayuda de sensores de voltaje y corriente y un procesador digital de señales. La segunda etapa consta del análisis de calidad de energía según los indicadores que sugiere los estándares vigentes.

Con esta metodología, el rango de medición del voltaje eficaz tiene un error por debajo del 0.72% para mediciones que supera el 30 V. y en cuanto a la medición de corriente su porcentaje de error tiene por debajo del 0.5% para mediciones de corriente de 10 A. Con su proyecto nos muestra la importancia que tiene considerar los niveles que tienen los factores de calidad para obtener un buen servicio con respecto a la energía eléctrica.⁸

Los trabajos realizados en la tesis, “Evaluación y Análisis de la Calidad de producto bajo los Efectos de las Tensiones y Corrientes armónicos en un Punto de Acoplamiento común (PAC), evalúan los armónicos de corriente y de tensión que hay en las redes eléctricas y las que ocasionan las máquinas. Para poder controlar y disminuir los armónicos que causan problemas con la buena calidad de energía eléctrica, se debe evaluar continuamente los armónicos de tensión y corriente ya que pueden ocasionar problemas en los equipos eléctricos.

El autor por medio de un analizador de redes tubo un valor de 8.898 % de distorsión armónica, pero el valor máximo permitido según la NTCSE es del 6.0%, y como solución ante este problema se colocó un filtro en el PAC que como resultado disminuyo la distorsión armónica en un 89% con un margen de error de 3.64 %. Estos filtros pasivos de tipo sintonizado que hacen frente a los armónicos de tención están conformados por bobinas, condensadores y resistencias y van conectados eléctricamente en serie.”⁹

El trabajo realizado en la tesis “Estudio de Calidad de la Energía” nos aporta un hecho muy importante a considerar, la actual tecnología exige tener buenos suministros de energía eléctrica, libre de problemas armónicos e interrupciones, ya que pueden ocasionar altas pérdidas económicas. El autor usa un analizador de redes y compara los resultados que afectan la calidad de energía con la Norma NMX-J-550'-ANCE, propia de México. El autor también considera el uso de filtros

para disminuir las perturbaciones que ocasiona los armónicos de tensión y corriente.¹⁰

La teoría se va desarrollando de acuerdo a los objetivos que nos hemos propuesto para el desarrollo de este trabajo de tesis.

Para el primer objetivo: Teoría para el levantamiento de información Técnica de las instalaciones eléctricas.

Red Aérea Subestación en Aspecto General de media tensión.

- a) Transformadores. La potencia nominal y el esquema de conexión, son elegidos de acuerdo a la necesidad del cliente y del servicio del sistema de distribución a implementar.

Potencia Aparente Monofásico (kVA)	Potencia Aparente Trifásico (kVA)
15 kVA.	50 kVA.
25 kVA.	75 kVA.
37.5 kVA.	100 kVA.
50 kVA.	125 kVA.
75 kVA.	160 kVA.
100 kVA.	250 kVA.
	315 kVA.
	400 kVA.
	500 kVA.
	630 kVA.
	800 kVA.
	1000 kVA.
	1600 kVA.

Tabla 01. Potencia nominal de transformadores monofásico y trifásico.
Elaboración Propia.

La tabla 01. Nos muestra los valores de potencia aparente que corresponde a los transformadores en Monofásico y Trifásico.

Red de Distribución Secundaria

Tensiones de Distribución Secundaria. Los niveles de tensión aprobados para los sistemas de distribución secundaria en baja tensión, son los indicados en la Tabla 02.

Tensión Nominal (V.)	Tensión Máxima del Sistema (V.)
220	230
380	400

Tabla 02. Niveles en baja tensión - monofásico y trifásico.

La tabla 02. Nos muestra los valores de Tensión Nominal y la Tensión Máxima de un Sistema eléctrico, según el CNE.²²

La tensión que se emplea, adopta un sistema de corriente alterna trifásica de 60 Hz, con tres conductores de fases y un conductor de neutro, para obtener la tensión nominal de 380/220 V, con neutro a tierra, y con tres conductores a la tensión nominal 220 V.

Transformador Eléctrico:

Es un dispositivo eléctrico que mantiene su frecuencia, y mantiene su potencia, pero su principal función es modificar sus magnitudes de tensión y corriente indirectamente lo que permite ser un transformador reductor o elevador de tensión, pero manteniendo la misma potencia.

La acometida:

conexión por vía aérea o subterránea que distribuye energía eléctrica de una red eléctrica a los clientes como son: una empresa, edificio, local comercial, vivienda, etc. etc.”⁵

Tablero o Panel de Distribución: “Conjunto de dispositivos de control y protección diseñados para constituir un solo tablero de distribución; incluye barras y dispositivos eléctricos de sobre corriente, construido para su colocación en un gabinete y tener el control del sistema eléctrico.”²¹

Gabinete:

“Caja de resistencia mecánica, resistente a ambiente contaminados, como la humedad, diseñado para instalación superficial o de montaje según la necesidad. Provista de un contramarco, que soporta puertas abisagradas.”²¹



Figura 01: Tablero de Distribución general.

Tablero de distribución o control:

Este tipo de tablero es un depósito de poliestireno, en su interior se encuentra dispositivos de seguridad tales como llaves diferenciales y termo magnéticas de tipo RIEL-DIN, y cuenta con un grado de protección IP40 contra el polvo y agua.



Figura 02: Tablero Empotrable de Poliestireno.

Llave Termo magnética:

Es un dispositivo de seguridad que se encarga de proteger la instalación eléctrica del recalentamiento de los cables y protege a los equipos y máquinas de sobrecargas y cortocircuitos.



Figura 03: Llave termo magnética.

Llave Diferencial:

“Dispositivo de seguridad que se encarga de proteger a las personas, interrumpe automáticamente la corriente en milésimas de segundos, su funcionamiento se basa en comparar la corriente de salida y la de entrada, si esta diferencia es mayor a su corriente de sensibilidad para casas 30 mA esta se desactiva automáticamente.”²¹



Figura 04: Disyuntor Diferencial.

Guarda Motor

Dispositivo de protección para motores eléctricos que combina la ventaja de un disyuntor electromagnético y un relé térmico. Es un sistema de protección completo frente a sobrecargas y cortocircuitos.



Figura 05: Guardamotor magnetotérmico.

Relé Térmico

Dispositivo de protección del motor eléctrico, reacciona por efecto de temperatura sobre una lámina bimetálica, y se emplea para la detección y protección de sobrecargas, al haber una corriente mayor a la nominal y por un prolongado tiempo genera calor y deforma el bimetálico lo que permite desactivar el paso de energía y a apagar el circuito.



Figura 06: Relé Térmico.

Contactador de potencia.

Es un elemento con funcionalidad mecánica y eléctrica que su función es conectar las cargas de potencia y a la vez desconecta de una manera eficiente, las cargas de potencia eléctrica son: Motores eléctricos o resistencias eléctricas de considerables potencias con corrientes mayores a 1 A, una de sus principales características es poder realizar estas maniobras a distancia y tener el control a través de su bobina.



Figura 07: Contactor.

Tubería Eléctrica Metálica:

“En su interior se encuentran los cables y como características tiene paredes delgadas, y un diámetro exterior diferente al conducto rígido, con el objetivo que se confundan y evitar accidentes eléctricos²¹”

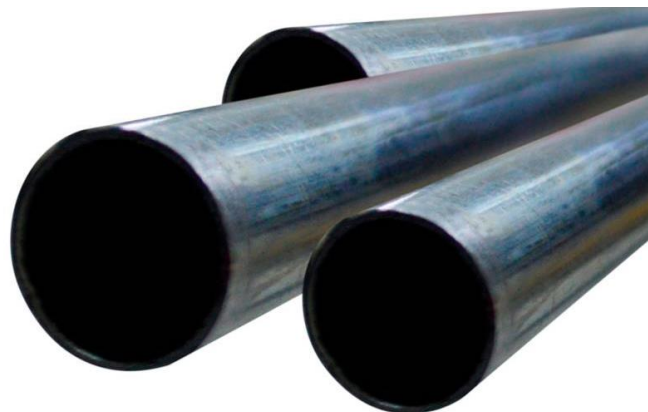


Figura 08: Tubería Metálica IMC (Intermediate Metal Conduit).

Cables eléctricos:

Según la NTP 370.053, nos menciona que debe ser de cobre y resistente y protegida de condiciones de corrosión.¹⁷

“Así mismo, el Código de Colores está en concordancia con el Código Nacional de Electricidad nos indica que color debe estar compuesto cada cable conductor.”¹⁷

“Los conductores serán utilizados como neutro según el sistema eléctrico (si existe) deberán tener un revestimiento de color blanco para su identificación”¹⁷

Circuito: “Sistema de Conductores por donde puede fluir la corriente eléctrica”.¹⁶

Conductor de Puesta a Tierra:

“el cable de protección a tierra este provisto de una cubierta debe de ser de color amarillo, o verde-amarillo, para distinguirlos de otros cables, de fase y neutro.”¹⁷

Bandeja Portacables:

“Deposito construido por planchas de tal manera que los cables pueden ser fácilmente instalados o retirados sin dañar su aislamiento.”²¹

Bandeja de cables no ventilada:

Estructura fabricada sin aberturas que consiste de dos largueros laterales unidos sin aberturas entre sí.²¹

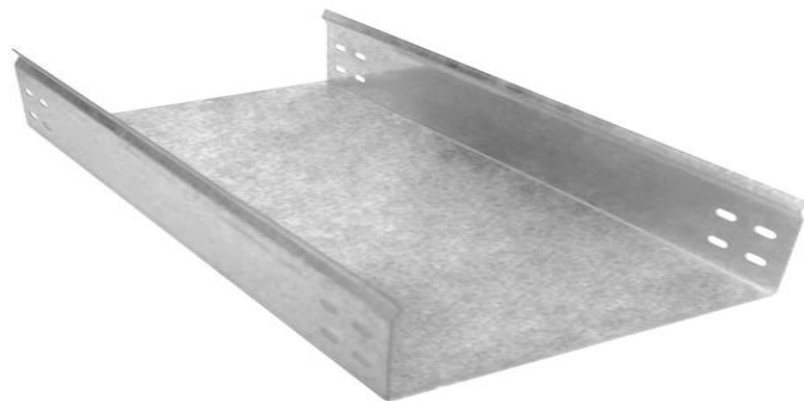


Figura 09: Bandeja portacable de Fondo Solido.

Definición de Términos Básicos:

Calidad de Energía Eléctrica:

Se le define a la ausencia de anomalías en la red eléctrica, y se habla de una estabilidad en la tensión y frecuencia.¹⁹

Indicadores de Calidad:

Determinan datos que sirven para analizar interacciones entre la economía, la actividad humana y el consumo energético.¹⁹

Según la NTCSE, miden la calidad de producto, suministro, servicio comercial y alumbrado público que entrega un Suministrador a sus Clientes.¹⁴

Tensión:

“Es el valor asignado a un sistema o circuito eléctrico, para tener una asignación adecuada. Además, en un sistema eléctrico puede variar su valor.”²²

Frecuencia:

“Es el número de veces que una onda sinusoidal se repite o completa un ciclo de positivo a negativo.”

Perturbación Eléctrica:

“Problemas que se manifiesta en el voltaje o desviaciones de frecuencia y ocasionan una inadecuada operación en las máquinas.”¹⁹

Flicker:

“También conocidos como Parpadeo, son variaciones notables para el ojo humano, a través de las luminarias.”⁵

Armónicos:

“Se le denomina a los voltajes o corrientes senoidales que tienen frecuencia de múltiplos enteros de la frecuencia fundamental, estas formas de onda se combinan con la frecuencia fundamental y provocan distorsión en la forma de onda, esta distorsión armónica es provocada por las características no lineales de los aparatos o cargas conectadas.”¹⁹

Banco de condensadores:

Son indispensables para la operación de subestaciones en baja tensión ya que evitan caídas de tensión, fallas eléctricas y corrigen la transmisión de corriente en los cables al reducirlos cuando el factor de potencia es cercano a la unidad.”²⁰

Factor de potencia:

Es un indicador de eficiencia de un correcto uso de la energía eléctrica compara la potencia activa con la potencia aparente si esta división es 1 es eficiente en un 100 %, y es importante para una gestión económica de un sistema eléctrico. Está en los rangos de 0 y la Unidad 1. Se define como el coseno del Angulo (Cos ϕ), que forman la tensión y la intensidad de fase, o también es el cociente entre la potencia activa y la aparente.

$$\text{Cos } \phi = \frac{P}{S} \dots (01)$$

Donde:

$\text{Cos } \theta =$ Coseno del Angulo.

$P =$ Potencia activa.

$S =$ Potencia Aparente.

Angulo del triángulo de potencia:

$$\phi = \text{cos}^{-1}\left(\frac{P}{S}\right) \dots (02)$$

Potencia eléctrica:

Es la cantidad de energía transferida desde un generador a un consumidor en un tiempo determinado.

Potencia Activa:

Su unidad de medida es el watt, es la que realiza el trabajo útil y para circuitos trifásico, la potencia total es equivalente a la suma de potencias por cada fase lo que representa $\sqrt{3}$. Es una potencia que consumen los circuitos resistivos puros.

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos } \varphi \dots (03)$$

Donde.

P = Potencia Activa (W)

V = Tensión eléctrica. (V)

I = Corriente eléctrica (A)

$\text{Cos } \theta$ = Coseno del triángulo de potencias.

$\sqrt{3}$ = Factor para circuitos trifásicos.

Potencia Reactiva:

Es una potencia que no genera trabajo útil y que es consumido por bobinas, motores, para generar campos magnéticos etc. Para compensar estas pérdidas se implementan banco de condensadores lo que entrega energía reactiva.

$$Q = \sqrt{3} * V * I * \text{Sen } \varphi \dots (04)$$

$$Q = S * \text{Sen } \varphi \dots (05)$$

$$Q = P * \text{tan} \varphi \dots (06)$$

Donde.

Q = Potencia Reactiva (VAr)

V = Tensión eléctrica. (V)

I = Corriente eléctrica (A)

$\text{Sen } \theta$ = Seno del triángulo de potencias.

$\sqrt{3}$ = Factor para circuitos trifásicos.

S = Potencia Aparente.

P = Potencia Activa.

Potencia Aparente:

Representa la ocupación total de las instalaciones eléctricas. Se calcula con la suma vectorial de la potencia activa y reactiva. Con los valores eficaces de la tensión y de la intensidad.

$$S = \sqrt{3} * V * I \dots (07)$$

Donde.

S = Potencia Aparente (VA)

V = Tensión eléctrica. (V)

I = Corriente eléctrica (A)

$\sqrt{3}$ = Factor para circuitos trifásicos.

$\cos \phi$ = Factor de potencia. (0-1)

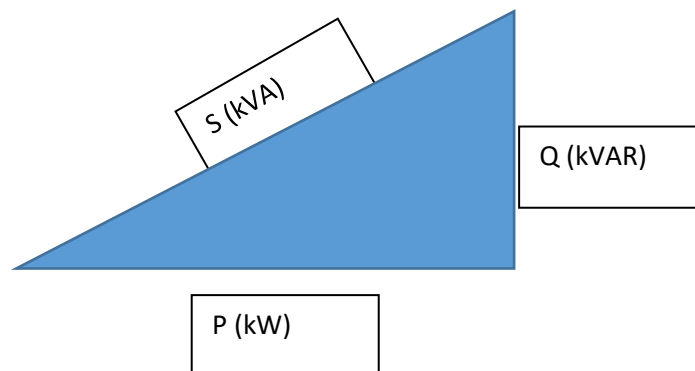


Figura 10: Triángulo de potencias (P, Q, S)
Fuente: Elaboración Propia.

Donde:

P = Potencia Activa. (KW)

S = Potencia Aparente. (kVA)

Q = Potencia Reactiva. (kVAR)

Demanda Máxima. Valores Referenciales.

Industria.	Demanda Típica.	Tensión de Alimentación.
Pequeña industria.	DM 50kW	B.T.: 220,380/2206440V
Mediana industria.	50kWDM2500kW	M.T.:10,13,2,22,9kV
Gran industria.	DM2500kW	A.T.:60,138,220kV

Tabla 03. Valores Referenciales de Máxima Demanda Industrial
Densidad de cargas de algunas Industrias.

Tipo de industria	Densidad de carga (W/m ²)
Industria azucarera.	160
Canteras.	125
Fábricas textiles.	110
Fábrica de aparatos eléctricos.	90
Taller de mantenimiento mecánico y de máquinas herramientas.	65
Fábrica de lámparas eléctricas.	45
Fábrica de pequeñas partes metálicas.	30

Tabla 04. Valores Referenciales de Cargas Industrial.

Instalaciones eléctricas Industriales.

Equipos de la Industria.	Factor de Simultaneidad.
Máquinas herramientas y elevadores y grúas.	0.3
Compresores, ventiladores y bombas.	0.3–0.6
Procesos semicontinuos, canteras y refinerías.	0.6
Procesos continuos.	0.9
Hornos eléctricos de Inducción.	0.8
Hornos de arco.	1
Iluminación.	1
Soldadura de Arco.	0.3
Soldadura de resistencia.	0.2

Tabla 05. Valores de Factor de Simultaneidad por cada máquina.

Cálculo de la Demanda Máxima.

$$DM = PI * FS \dots (08)$$

Donde:

DM = Demanda Máxima en kW.

PI = Potencia Instalada en kW.

FS = Factor de simultaneidad.

Para el segundo objetivo: Teoría para el Registro de datos de los parámetros de los circuitos de baja tensión de la subestación particular SEO 122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C. Huanchaco – La Libertad

Analizador de redes:

Instrumento de medición que detecta y registra todos los parámetros de indicadores, para verificar la calidad de energía eléctrica de una determinada red y esto lo hace con la medición de corriente y tensión, y los demás indicadores de energía lo hace por cálculos internos del propio equipo.¹¹

MYeBOX – 1500:

“Es un analizador de redes portátil, con la capacidad de almacenamiento de la información, configurable desde una app que realiza el análisis y registro de parámetros eléctricos, medida y registro de transitorios con forma de onda y los parámetros de calidad de red según Norma.”¹⁸

“El dispositivo Portátil cuenta con:

- 4 puertos de medida de tensión (V_1, V_2, V_3, V_n).
- 4 puertos de medida de corriente (I_1, I_2, I_3, I_n)
- Medida de los principales parámetros eléctricos.
- Energía consumida y generada.
- Medida en verdadero valor eficaz (TRMS)
- Medida en consumo y generación (4Q)
- Mediciones de eventos de calidad en tensión según **IEC 61000-4-30**
- Mediciones y registros de transitorios
- Registro de forma de onda asociada a los eventos de calidad y transitorios
- Medida según **IEC 61000-4-30**
- Alimentación independiente a la medida
- Registro de forma de onda cada periodo de registro
- Pantalla LCD
- Teclado capacitivo
- Puerto micro-USB para descarga de datos
- Detección automática de pinzas.

- Identificación de fases con colores
- Compatible con pinzas con EEPROM
- Registro de eventos del sistema (EVA)
- Sincronización NTP
- Envío de alarmas por e-mail
- Comunicación Wi-Fi (punto de acceso/terminal)”¹⁸

“APLICACIONES:

- Realizar y analizar auditorías energéticas de una instalación eléctrica doméstica, industrial, etc.
- Realizar un análisis de consumos de energía, de curvas de carga, de perturbaciones de tensión y corriente de una instalación, visualización de las formas de onda, estudio de armónicos o medida de flicker entre otras opciones.
- Realizar mediciones para implementar auditorías y análisis remotos.”¹⁸



Figura 11: Instrumento de Medición: Analizador de redes MYeBoX 1500

Manual de Instalación de MYeBOX 1500.

- ❖ Sacar la tapa metálica del tablero de distribución donde se va a tomar las medidas de los indicadores de calidad con el Analizador de Redes MYeBOX 1500.
- ❖ Conectar un punto de energía 220 V AC para conectar el equipo Analizador de redes ya que cuenta con una batería de respaldo de solamente 12 horas.
- ❖ Colocar el Analizador de Redes en la pared del Tablero metálico de distribución general con el imán de soporte.
- ❖ Encender el Analizador de Redes. Y Conectar los sensores flexibles de corriente en una vuelta y con la flecha con dirección de la carga. Diseñadas para 10000 A. Los sensores de corriente van en las 3 Líneas y el Neutro.
- ❖ Conectar las pinzas de Tensión con el cocodrilo, conectar a la barra de las 3 líneas, neutro y puesta a tierra.
- ❖ Verificar que las entradas de tensión y corriente estén bien conectadas según el señalizador, es muy importante que la misma línea vaya para análisis de corriente y tensión, caso contrario se obtendrá una mala medición. Indicados en la Tabla 06. Mostradas en la figura 12.

L1	L2	L3	N
V1	V2	V3	VN
I1	I2	I3	IN

Tabla 06. Valores de señalización por cada fase y neutro.

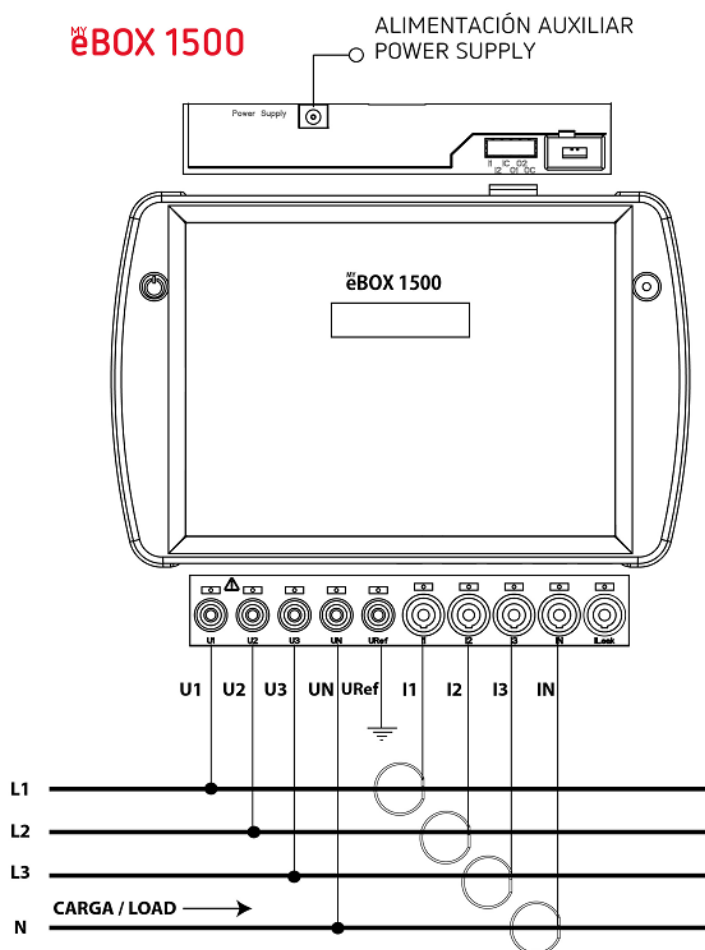


Figura 12: Instalación de los cables conectores de tensión y corriente a las líneas de fase, neutro y puesto a tierra.

- ❖ Precedemos a la configuración de la medición a través de la Aplicación MYeBOX Circutor. Conexión por Wifi del Analizador de Redes.
- ❖ En la opción Configuración. Colocamos que el sistema es 3 F + N, Escala de la corriente en 100 A, la Tensión Nominal de Línea y Fase, verificar la secuencia de fases, etc.
- ❖ Procedemos a iniciar la grabación que será de 4 días, la información se registrará con el Nombre de HULAC SAC la configuración se realiza con la aplicación del equipo MYeBOX.
- ❖ Monitorear todos los días al analizador de redes para ver que este bien conectado, o cualquier problema que puedan surgir y de esta manera a evitar mediciones de mala calidad o incorrectas.
- ❖ Pasado los 4 días de medición se pone pausa a la medición, y el registro de HULAC SAC lo guardamos en la memoria del equipo analizador de redes.

- ❖ El archivo se pasa comprimido con su cable USB a nuestra computadora.
- ❖ Con el archivo procedemos a realizar los análisis de los indicadores de calidad con su programa Power Visión v1.8c.
- ❖ Certificado de calibración del equipo Analizador de Redes (Anexo 10)
- ❖ Procedimiento de análisis del Analizador de Redes (Anexo 11)

			
<p>El analizador de redes ubicado en el tablero de distribución general.</p>	<p>Las primeras mediciones realizadas al encender el analizador de redes.</p>	<p>Configuración y primeros resultados del analizador de redes en el celular con la app MYeBOX.</p>	<p>Evidencia del trabajo en equipo de los integrantes de este trabajo de tesis, después de instalar y configurar el analizador de redes.</p>

Tabla 07. Evidencia fotográfica y descriptiva.

La NORMA IEC 61000 – 40 – 30: Fue establecida por la Comisión Electrotécnica Internacional y “define los métodos para medir los parámetros de calidad de las fuentes de alimentación de las redes de energía eléctrica, en corriente alterna, a una frecuencia fundamental declarada y cómo interpretar los resultados”.¹³

Indicadores de calidad de energía. Según, La NTCSE_ DS N°: 020-97-EM. Son evaluados de acuerdo a la Norma, miden exclusivamente la calidad de producto, suministro, servicio comercial y alumbrado público que entrega un Suministrador a sus Clientes. ¹⁴

Los indicadores de calidad que vamos a usar son los siguientes:

Tensión:

“Tolerancias: 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 de 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 $\pm 7.5\%$. Se considera que la energía eléctrica es de mala calidad, si la tensión se encuentra fuera del rango de tolerancias establecidas en este literal, por un tiempo superior al cinco por ciento (5%) del período de medición.”¹⁴

Frecuencia:

“Tolerancias: Las tolerancias admitidas para variaciones sobre la frecuencia nominal, en todo nivel de tensión, son:

Variaciones Sostenidas ($\Delta f_K'$)(%) = $\pm 0.6\%$ ”¹⁸

“Indicadores De Calidad: Se consideran los siguientes indicadores de calidad:

a) Para FLICKER: El Índice de Severidad por Flícker de corta duración (P_{st}) definido de acuerdo a las Normas IEC.

b) Para ARMONICAS: Las Tensiones Armónicas Individuales (V_i) y el Factor de Distorsión Total por Armónicas (THD).

Estos indicadores (P_{st} , V_i , THD) se evalúan separadamente para cada Intervalo de Medición de (10 minutos) durante el Período de Medición de perturbaciones, que como mínimo será de si (7 días) calendarios continuos. “¹⁴

“Tolerancias:

a) Flícker: El Índice de Severidad por Flícker (P_{st}) no debe superar la unidad ($P_{st} < 1$) en Muy Alta, Alta, Media ni Baja Tensión. Se considera el límite: $P_{st}'=1$ como el umbral de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede ser soportada sin molestia por una muestra específica de población.

b) Tensiones Armónicas: Los valores eficaces (RMS) de las Tensiones Armónicas Individuales (V_i) y los THD , expresado como porcentaje de la tensión nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite (V_i' y THD') indicados en la siguiente tabla de la figura 03.”¹⁴

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA ó THD	TOLERANCIA (Vi) ó (THD) (% CON RESPECTO A LA Tensión Nominal del punto de medición)	
	Para tensiones mayores a: 60 kV	Para tensiones menores o iguales a: 60 kV
(Armónicas Impares no múltiplos de 3)		
5	2.0	6
7	2	5
11	1.5	3.5
13	1.5	3
17	1	2
19	0.7	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
mayores de 25.	0.1 + 2.5 /n	0.2 - 2.5 /n
(Armónicas impares múltiplos de 3)		
3	1.5	5
9	1	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
mayores de 21	0.2	0.2
(Pares)		
2	1.5	2
4	1	1
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
mayores de 12	0.2	0.5
THD	3	5

Tabla 08: Tabla de tolerancia de tensiones armónicas. NTCSE – DS N° 040 – 2001 – EM.¹⁴

Caída de tensión: Es un indicador de mala calidad, que indica la pérdida de potencia en el recorrido de un conductor a lo largo de su recorrido. Según el CNE – Utilización no debe pasar del 2.5%.²¹

El cálculo para determinar la caída de tensión es el siguiente:

$$\Delta V = K * I_D * \frac{L}{S} * \cos \sigma \dots (09)$$

Donde:

ΔV = caída de Tensión.

K = Constante: 1 monofásica – $\sqrt{3}$ trifásica.

I_D = Corriente de diseño: 125 % de la Corriente Nominal por Norma.

ρ = Resistividad de Cobre: 0.0175 Ω /m.

L = Longitud del cable en m.

S = Sección del conductor en mm².

$\cos \sigma$ = Factor de Potencia :

Se realizó una tabla con respecto a los indicadores de calidad que especifica la Norma técnica de calidad de servicio eléctrico:

Indicadores de calidad	Indicador	Tiempo de duración	Tolerancia	Mala Calidad.	
Tensión	V.	15 min.	5.0%	> 5%	
Caída de tensión	ΔV		2.5 %	> 2.5%	
Frecuencia	Hz.	15 min.	0.6%	> 1%	
Perturbaciones	Flicker	Pst.	Pst: 10 min	Pst \leq 1	Pst > 1
	Armónicos	THD.	10 min	5.0 %	> 5%
	Armónicos En Corriente	THD _i	15 min	15%	> 15%
	Distorsión armónica total	THD _v		5.0%	> 5%
	Armónica máxima individual.			3.0%	> 3%
Factor de Potencia	Factor.	10 min.	0.96	< 0.96	

Tabla 09: Indicadores de calidad con sus respectivas tolerancias según NTCSE., el CNE., IEC 61000 y la IEEE 519 – 1992.

En la Tabla 09, podemos reconocer los indicadores de calidad con sus respectivas tolerancias, donde podemos encontrar en qué condiciones ya se considera en mala calidad el servicio eléctrico, según la Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico (NTCSE.)¹⁴ y el Código Nacional de Electricidad (CNE)²¹

Para el tercer objetivo: Teoría para el procesamiento y análisis de los datos registrados por el analizador de redes.

Según la NTCSE, en su quinto título nos menciona que, “La Calidad de Producto suministrado al Cliente se evalúa por las transgresiones de las tolerancias en los niveles de tensión, frecuencia y perturbaciones en los puntos de entrega”.¹⁴

“Período de Medición: Los valores instantáneos de los parámetros de la Calidad de Producto son medidos y promediados por intervalos.

tensión y frecuencia (15 min)

las perturbaciones (10 min)

En las variaciones instantáneas de frecuencia (1 min).”¹⁴

Tensión:

“Indicador De Calidad: El indicador para evaluar la tensión de entrega, en un intervalo de medición (k) de 15 minutos de duración, es la diferencia (ΔK_v) entre la media de los valores eficaces (RMS) instantáneos medidos en el punto de entrega (K_v) y el valor de la tensión nominal (V_N) del mismo punto. Este indicador está expresado como un porcentaje de la tensión nominal del punto¹⁴. Mostrada en la fórmula 01”¹⁴

$$\Delta V_k = \frac{V_k - V_N}{V_N} \times 100 [\%] \dots (10)$$

Frecuencia:

“Indicadores De Calidad: El indicador principal para evaluar la frecuencia de entrega, en un intervalo de medición (k) de quince (15) minutos de duración, es la Diferencia (Δf_p) entre la Media (f_p) de los Valores Instantáneos de la Frecuencia, medidos en un punto cualquiera de la red de corriente alterna no aislado del punto de entrega en cuestión, y el Valor de la Frecuencia Nominal (f_N) del sistema. Este indicador, denominado Variaciones Sostenidas de Frecuencia, está expresado como un porcentaje de la Frecuencia Nominal del sistema.”¹⁴

Cálculo para determinar la frecuencia:

$$\Delta f_k = \frac{f_k - f_N}{f_N} \times 100 [\%] \dots (11)$$

Cálculo para determinar el Factor de Distorsión Total por Armónicas (THD):

$$THD = \sqrt{\sum_{i=2 \dots 40} \left(\frac{V_i}{V_N}\right)^2} * 100[\%] \dots (12)$$

Donde:

V_i : Es el Valor eficaz (RMS) de la tensión armónica "i" (para $i=2 \dots 40$) expresada en Voltios.

V_N : Es la tensión nominal del punto de medición expresada en Voltios.

“Se considera que la energía eléctrica es de mala calidad, si los indicadores de las perturbaciones medidas se encuentran fuera del rango de tolerancias establecidas en este numeral, por un tiempo superior al 5% del Período de Medición. Cada tipo de perturbación se considera por separado.”¹⁴

Tensión: “Se expresan en valores nominales, asimismo, la tensión nominal de un sistema o circuito, hace referencia al valor asignado para obtener una designación adecuada. Por otro lado, la tensión de operación del sistema varía por encima o debajo del valor.”⁵

Cálculo para la caída de tensión máxima:⁵

$$\Delta U_{A-B}[V] = \sqrt{3} * I_{L-Máx}[A] * R_L[\Omega] \dots (13)$$

Cálculo para la caída Porcentual Nominal del Voltaje:⁵

$$\Delta U_{A-B}[\%] = \frac{\Delta U_{A-B}[V]}{U_1} * 100[\%] \dots (14)$$

Teoría para optimizar el Factor de Potencia:

“Sí $S > P$., la línea deberá suministrar el exceso de corriente reactiva más la corriente activa. Para eso los capacitores de potencia tienen la función de ser generadores de corriente reactiva, ello disminuye la capacidad total de corriente que el sistema suministra a la red eléctrica. Esta definición la podemos ver en la figura 14. Del triángulo de potencias más el banco de capacitores.”²⁰

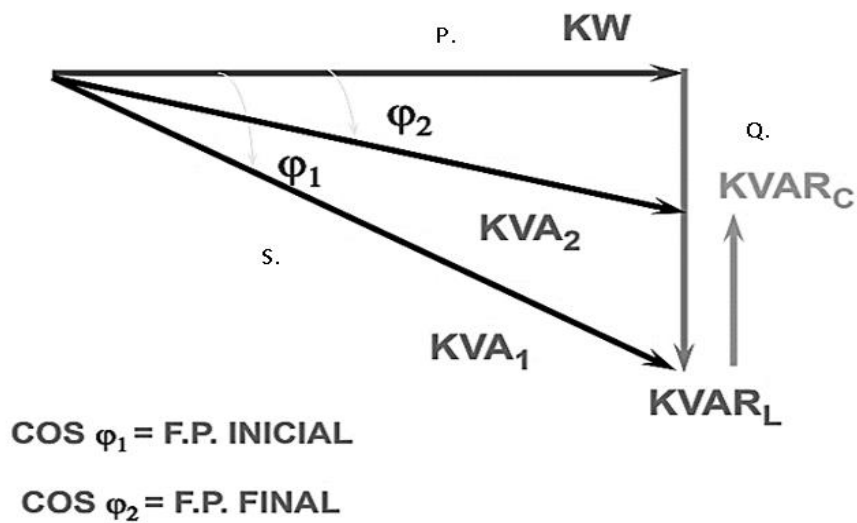


Figura 13: Triangulo de potencia al agregar capacitores

“La carga inductiva se compensa con la conexión en paralelo de cargas capacitivas (capacitores), conocida como compensación en paralelo.”²⁰

“Beneficios de compensación:

- Reduce la facturación de energía reactiva en los recibos de luz.
- Reduce caídas de tensión
- Protege la vida útil de sus instalaciones.”²⁰

Capacitor de potencia:

“Es dispositivo eléctrico estático formado por un ensamble de uno o más elementos capacitivos (electrodos separados por un dieléctrico) en el mismo contenedor, el cual almacena energía en forma de campo eléctrico.”²⁰

Potencia para el Banco de Capacitores:

$$Q_{C-trif.} = Q_i - Q_f \dots (15)$$

Filtro de armónicos:

Es un sistema de compensación de energía, cuya característica principal es reducir los armónicos que se encuentran en la red eléctrica. También llamado filtro activo de potencia.

Corriente RMS:

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + \dots + I_n^2} \dots (16)$$

Corriente Amónica:

$$I_{RES} = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_F^2} \dots (17)$$

Potencia Aparente, sin distorsión armónica:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} [VA] \dots (18)$$

Potencia de Distorsión Armónica:

$$D = \frac{\sqrt{3} * U_1(V) * I_{res}(A)}{1000} [Kvar] \dots (19)$$

Potencia Aparente, con distorsión armónica:

$$S_2 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2 + D^2} [VA] \dots (20)$$

Electrodos a puesto a tierra en paralelo:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_t} + \frac{1}{R_t} \dots (21)$$

Resistividad del Terreno:

$$\rho_{Terr} = \frac{R_t * 2\pi * L_{elect}}{\ln\left(\frac{4 * L_{elect}}{1.36 * d_{elect}}\right)} \dots (22)$$

Para el calibre de los cables:

Corriente Nominal:

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} * T * \cos\phi} \dots (23)$$

Corriente de Diseño

$$I_d = I_N * 1.25 \dots (24)$$

Para el Cuarto objetivo: Teoría para la Evaluación Económica de los costos de mejora a Implementar.

En el cuarto objetivo solo vamos a considerar los costos estimados para la propuesta de solución.

Los costos serán realizados en la moneda peruana el Nuevo Sol S/.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Este trabajo fue de tipo aplicada porque, hizo uso de teorías ya existentes de ingeniería mecánica y eléctrica, realizar el análisis de los indicadores de calidad de energía eléctrica.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue de tipo No - Experimental porque, se hizo uso de teorías, ecuaciones matemáticas y programas para realizar el análisis de calidad de la energía eléctrica.

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variable independiente

- Indicadores de calidad de energía. Tensión, Frecuencia, Flicker, factor de potencia, Distorsión armónica en Tensión y Corriente.

3.2.2. Variable dependiente

- Calidad de Energía Eléctrica.

3.2.3. Operacionalización de variables

- La tabla de operacionalización de variables se encuentra en el Anexo 05.

3.3. Población, muestra, muestreo

3.3.1. Población:

- Sistemas de utilización – baja tensión de las industrias.

3.3.2. Muestra:

- Instalaciones eléctricas de baja tensión del sistema de utilización de la subestación particular, SE0122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C. Huanchaco – La Libertad.

3.3.3. Muestreo:

- Muestreo no probabilístico, de tipo por conveniencia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none">• Análisis Documental• Observación.	<ul style="list-style-type: none">• Ficha de Registro• Ficha de Observación.

Tabla 10. Uso de Técnicas e Instrumentos.

En la Tabla 10. Señalamos las técnicas e Instrumentos que vamos a usar para recolectar información y dar paso al desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

3.5. Procedimientos

Se presentó una solicitud de permiso que nos permitió el ingreso para recolectar información que nos facilitó desarrollar nuestro proyecto de investigación “Análisis de los indicadores de Calidad de Energía de la subestación particular, SE0122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C. Huanchaco – La Libertad”. La solicitud fue presentada al gerente general de la empresa HULAC S.A.C. Con el fin de levantar información técnica del sistema de utilización. Ver el estado de cómo se encuentra el sistema eléctrico y los problemas que se pueden observar en sus instalaciones eléctricas. Además, levantamos información con análisis documentario del actual expediente técnico de la red eléctrica, y a través de la observación y fotografías ver el estado en el que se encuentra la red, con el propósito de realizar el análisis de los indicadores de calidad de energía.

El Diagrama de Flujo para este procedimiento se encuentra en el Anexo 06

- Aceptación del permiso firmada por Gerente General de la empresa HULAC S.A.C.
- análisis documental Y observación del sistema eléctrico.
- Coordinación de la fecha y hora con la empresa para realizar las mediciones de los indicadores de calidad de energía eléctrica. Con el Analizador de Redes MYeBOX 1500.
- Aplicación de la ficha de observación de la subestación de la empresa HULAC S.A.C.

- Realizamos mediciones de indicadores de calidad a través de un analizador de redes MYeBOX 1500. Armónicos, flicker, potencia, factor potencia, distorsión armónica (THD) de corriente y tensión, valor eficaz, tensión.
- Toma de fotos.

3.6. Métodos de Análisis de datos

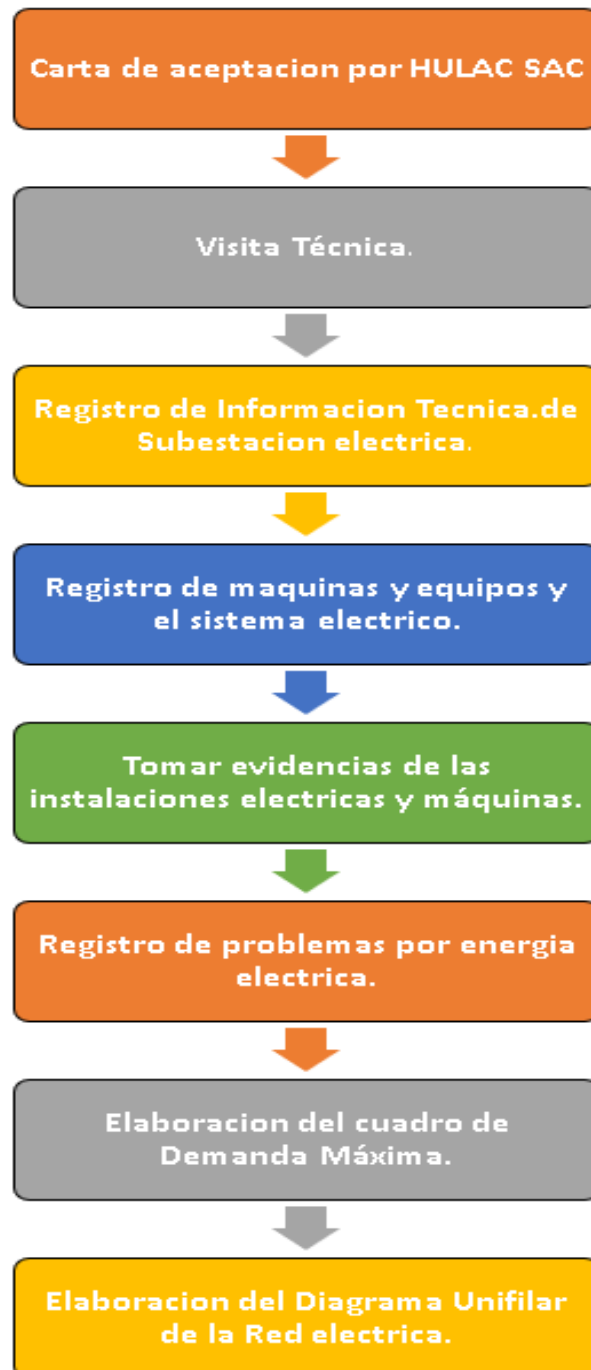
- Con la ayuda de las aplicaciones de Excel, MYeBOX y el Power Vision v1.8c tendremos estadísticas descriptivas para saber cuál es el promedio de los indicadores de calidad de energía eléctrica de la subestación de la empresa HULAC S.A.C.
- Con los Indicadores de calidad de la energía eléctrica obtenidos por el analizador de redes. comparamos con los que exige la Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico, y serán considerados para la propuesta de mejora de los indicadores de energía.
- Con los resultados de los indicadores de calidad se tomarán en cuenta para realizar una propuesta de mejora, para lograr indicadores de calidad de acuerdo a las exigencias de las normas técnicas.

3.7. Aspectos éticos

Nosotros los autores nos comprometemos a cumplir con el Código de Ética en Investigación de la Universidad Cesar Vallejo, mencionado en el Artículo 01 de la Resolución de Consejo universitario N.º 0126 – 2017 / UCV, demostrando rigor científico, responsabilidad y honestidad en nuestro trabajo, evitando los plagios de los trabajos de otros autores. En caso de utilizar información de otros autores será previamente citada, los datos necesarios para realizar nuestra investigación se realizaron, observación del problema de la red eléctrica de baja tensión de la empresa HULAC S.A.C, con datos reales y de manera que puedan ser comprobados por la autoridad correspondiente. De esta manera logramos desarrollar nuestro proyecto de investigación para que beneficie a la empresa HULAC SAC. Y sirva como antecedentes para investigaciones futuras. Asimismo, se cumplirá con lo especificado en la Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico y el Código Nacional de Electricidad.

IV. RESULTADOS

4.1. 1° Objetivo: Levantamiento de la información técnica de las Instalaciones eléctricas.



Grafica 01: Flujo gram de procesos del Objetivo 01.

Fuente: Propia de los autores.

SECTOR	ÁREA	CANTIDAD	MÁQUINAS / LUMINARIAS – LUGAR	POTENCIA (Hp)	POTENCIA (W)	POTENCIA INSTALADA (W)
TD 01	Luminarias y tomacorrientes	2	Luminaria - pasadizo TD 01		50	100
		3	Luminaria - Área de soplado		50	150
		1	Luminaria - laboratorio		50	50
		1	refrigeradora - laboratorio		500	500
		2	Iluminaria - Almacén de productos		50	100
		1	Iluminaria - Almacén de máquinas		50	50
		1	Iluminaria - Baño / vestidor		50	50
		2	Iluminaria - Sala de Ingreso		50	100
		1	Iluminaria - habitación		20	20
		1	equipo de sonido - habitación		60	60
		1	televisor 20" - habitación		70	70
		1	Laptop - habitación		200	200
TD 02	Luminarias y tomacorrientes	1	Iluminaria - Recepción de leche		50	50
		1	Iluminaria - caldera		50	50
		1	Iluminaria - área de compresores		50	50
		1	Iluminaria - área de envasado		50	50
		1	Iluminaria - área de etiquetado		50	50
		1	Iluminaria - área de empaquetado		50	50
		1	Iluminaria - Oficina		20	20
		1	computadora de escritorio		400	400
TD 03	Luminarias y tomacorrientes	5	luces de emergencia		20	100
		3	Iluminaria - área de incubación		20	60
		1	Iluminaria - área de enfriamiento		50	50
TD 04	Hall de Ingreso	1	bomba centrifuga	0.5	373	373

		1	bomba centrífuga	1	746	746
		1	ventilador industrial		180	180
TD 05	Área de Soplado	1	Máquina Sopladora.	7.5	5595	5595
		12	resistencias de la P.M.S.		500	6000
		1	Segunda Máquina Sopladora	5.5	4103	4103
		12	resistencia de la S.M.S.		500	6000
TD 06	área del Molino.	1	Trituradora o Molino	10	7460	7460
TD 07	Descarga de Proveeduría	2	bomba de agua centrífuga	3	2238	4476
TD 08	Área de Recepción de Leche	1	batidora	2	1492	1492
		1	Homogenizador	10	7460	7460
		1	bomba centrífuga	1	746	746
		1	ventilador.		100	100
TD 09	Área de Caldera	1	Bomba de combustible de la caldera	1	746	746
TD 10	Área de Compresoras	1	Almacén de aire	0.5	373	373
		2	Compresor de aire	10	7460	14920
TD 11	Área de Envasado	1	máquina envasadora	1.5	1119	1119
		1	resistencia		500	500
		1	faja etiquetadora.	0.25	186.5	186.5
TD 12	área de etiquetado					
TD 13	Área de Incubación	1	bomba positiva - área de enfriamiento		2200	2200
		3	Agitadores - área de Incubación	1.5	1119	3357
		1	bomba positiva - área de Incubación		2200	2200
					72732.5	

Tabla 11: Tabla de potencia Instalada y Máxima Demanda de la Empresa HULAC S.A.C

Fuente: Propia de los Autores.

La Tabla 11. Nombramos las áreas con las que cuenta la empresa HULAC S.A.C. con sus respectivas máquinas, potencia instalada y su máxima demanda.

Con la tabla 11, podemos identificar la potencia instalada por cada área o la máxima potencia instalada que es de 72732.5 W. y su máxima demanda se presenta en análisis de los registros del analizador de redes $MD = 32697 W$ Se encuentra ubicado en la gráfica 11.

Datos técnicos de la empresa HULAC SAC. En la primera visita técnica usando pinza a perimétrica PRASEK PREMIUM PR-202A

Mediciones de tensión y corriente le las líneas del tablero General el día 01-06-2023 10:30 am.

Tensión	L ₁ – L ₂	L ₁ – L ₃	L ₂ – L ₃	L ₁ - N	L ₂ - N	L ₃ - N
V	374	376	370	210	213	209

Tabla 12: Mediciones de Tensión del tablero general de la Empresa HULAC S.A.C

Fuente: Propia de los Autores.

La tabla 12, nos indica las mediciones realizadas con la pinza amperimétrica, que tensión tiene cada línea (L₁-L₂), (L₁-L₃), (L₂-L₃) y también en neutro (L₁-N), (L₂-N) y (L₃-N). estos resultados son previos datos, antes de usar el analizador de redes.

La tensión trifásica que se obtiene es de $T_{Trif.} = 373.33 V$

Lo mismo hacemos al medir la corriente a cada fase y neutro.

Corriente	L ₁	L ₂	L ₃	N
A	34.5	32	43.5	4.5

Tabla 13: Mediciones de Corriente del tablero general de la Empresa HULAC S.A.C

Fuente: Propia de los Autores.

La tabla 13, nos indica las mediciones realizadas con la pinza amperimétrica, que corriente tiene cada línea y también en neutro. (L₁, L₂, L₃ y N.)

La corriente trifásica que se obtiene es de $I_{Trif.} = 36.67 A$.

Con los datos obtenidos de tensión y corriente trifásica y un factor de potencia de 0.9, se calcula una potencia trifásica de $P = 21\ 340.615\ W$. Los resultados obtenidos previamente, serán comparados con el del analizador de redes y serán señalados en el desarrollo del tercer objetivo.

Registro de datos de la información técnica de la empresa HULAC SAC.

Llave termo magnética de Tablero General Llegada de Transformador de 75 kVA.

NSX 160F 3X 160 (112-160 A) 220/380/440V

Unipolar 1 x 63 A. La ficha de Observación se encuentra en el Anexo 08.

Datos Técnicos de la empresa HULAC SAC.



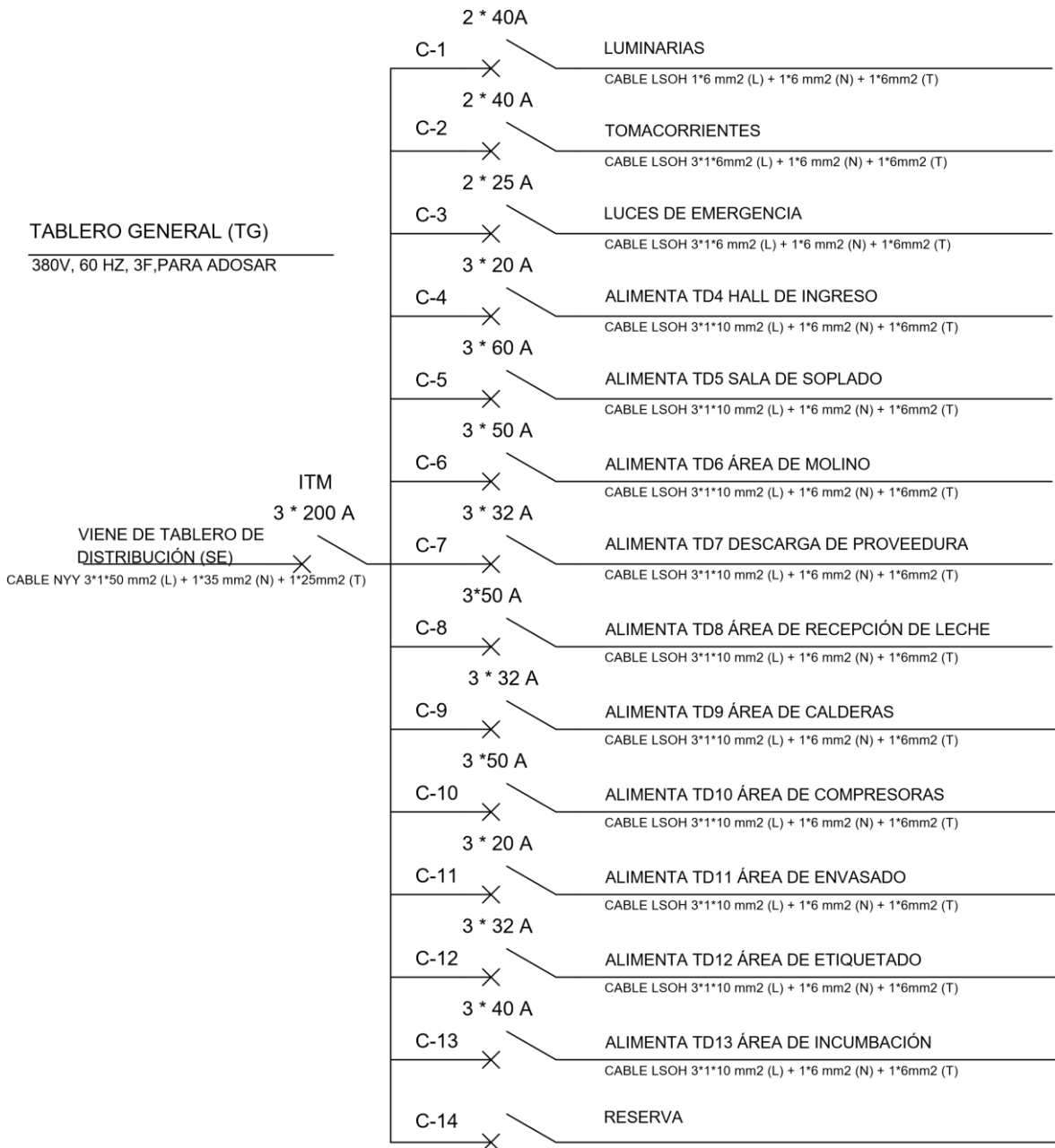
Tablero General	Tablero General de Distribución
	
<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (L₁, L₂, L₃ y N.) • NSX 160F 3 x 160 (112 – 160 A.) 220 /380 v. • Unipolar 1 x 63 A. 	<p>Descripción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cable NYY 1 x 3 x 50 mm² • Cable Neutro 1 x 35 mm² • Cable Tierra 1 x 25 mm² • ITM 3 x 200 A.

Tabla 14: Valores Técnicos del D.U. en el tablero general de la Empresa HULAC S.A.C

Fuente: Propia de los autores.

En la tabla 14, identificamos los valores técnicos del tablero general y el tablero de distribución general. Sin embargo, el tablero general de distribución, cuneta con más datos de los circuitos de cada área de trabajo de la empresa HULAC SAC., mostrados en un Diagrama Unifilar.



Gráfica 02: Diagrama Unifilar (D.U.) del tablero general de Distribución

Fuente: Propia de los autores

La gráfica 02. Nos muestra un diagrama unifilar que cuenta el tablero de distribución general. La tabla que muestra a cada circuito del tablero general se encuentra en el Anexo 08

Del diagrama Unifilar, obtenemos los siguientes datos:

- Tablero General de Distribución (T.G.): ITM 3 x 200 A; Cable NYY 3 x 1 x 50 mm² (L) + 1 x 35 mm² (N) + 1 x 25 mm² (T).
- Circuito 01 (C – 01): Luminarias: 2 x 40 A; Cable LSOH 1 x 6 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 02 (C – 02): Tomacorrientes: 2 x 40 A; Cable LSOH 1 x 6 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 03 (C – 03): Luces de emergencia: 2 x 25 A; Cable LSOH 1 x 6 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 04 (C – 04): HALL de Ingreso: 3 x 20 A; Cable LSOH 3 x 1 x 10 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 05 (C – 05): Sala de Soplado: 3 x 60 A; Cable LSOH 3 x 1 x 10mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 06 (C – 06): Área del Molino: 3 x 50 A; Cable LSOH 3 x 1 x 10 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 07 (C – 07): Descarga de Proveeduría: 3 x 32 A; Cable LSOH 3 x 1 x 10 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 08 (C – 08): Área de Recepción de Leche: 3 x 50 A; Cable LSOH 3 x 1 x 10 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 09 (C – 09): Área del Caldero: 3 x 32 A; Cable LSOH 3 x 1 x 10 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 10 (C – 10): Área de Compresoras: 3 x 50 A; Cable LSOH 3 x 1 x 10 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 11 (C – 11): Área de Envasado: 3 x 20 A; Cable LSOH 3 x 1 x 10 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 12 (C – 12): Área de Etiquetado: 3 x 32 A; Cable LSOH 3 x 1 x 10 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).
- Circuito 13 (C – 13): Área de Incubación: 3 x 40 A; Cable LSOH 3 x 1 x 10 mm² (L) + 1 x 6 mm² (N) + 1 x 6 mm² (T).

En los siguientes cuadros, identificamos y observamos cada área, las máquinas y sus cargas, y las condiciones en las que se encuentran sus tableros de distribución, se encuentra en el Anexo 09

TD – 01: Luminarias y Tomacorrientes.

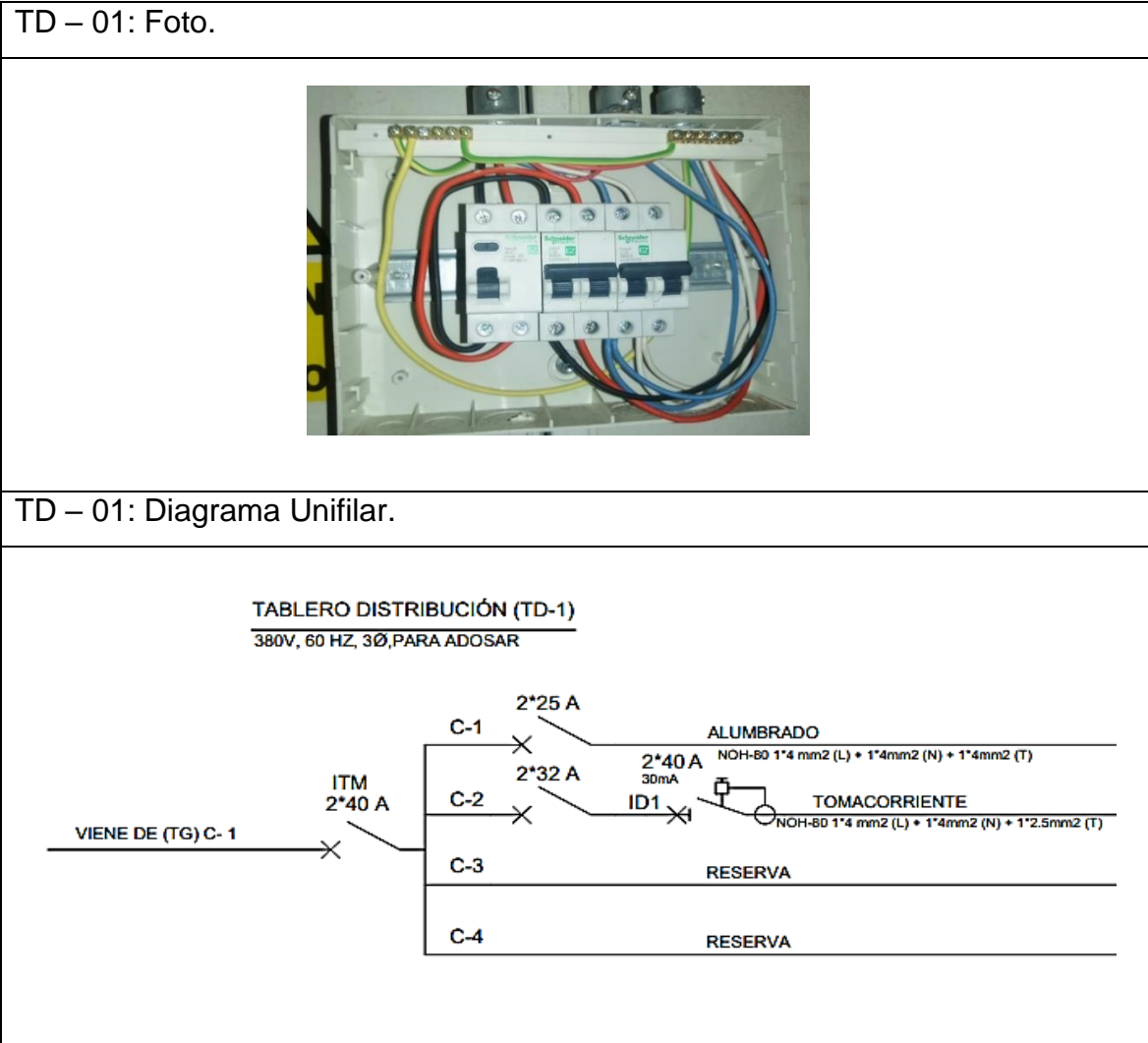


Tabla 15: Diagrama Unifilar – TD-01-Luminarias y Tomacorrientes – HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 15., identificamos datos técnicos del TD-01:

- Del T.G.:
 - $ITM_{monof.}: 2 \times 40 \text{ A.}$
- Del TD – 01:
 - $Alumbrado: ITM_{monof.}: 2 \times 25 \text{ A.}$

- Cable NOH – 80: $1 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
- Tomacorriente: $ITM_{monof.}: 2 \times 32 \text{ A}$.
- Tomacorriente: $ID_{monof.}: 2 \times 40 \text{ A}$.
- Cable NOH – 80: $1 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 2.5 \text{ mm}^2(T)$

TD – 02: Luminarias y Tomacorrientes.

TD – 02: Foto.



TD – 02: Diagrama Unifilar.

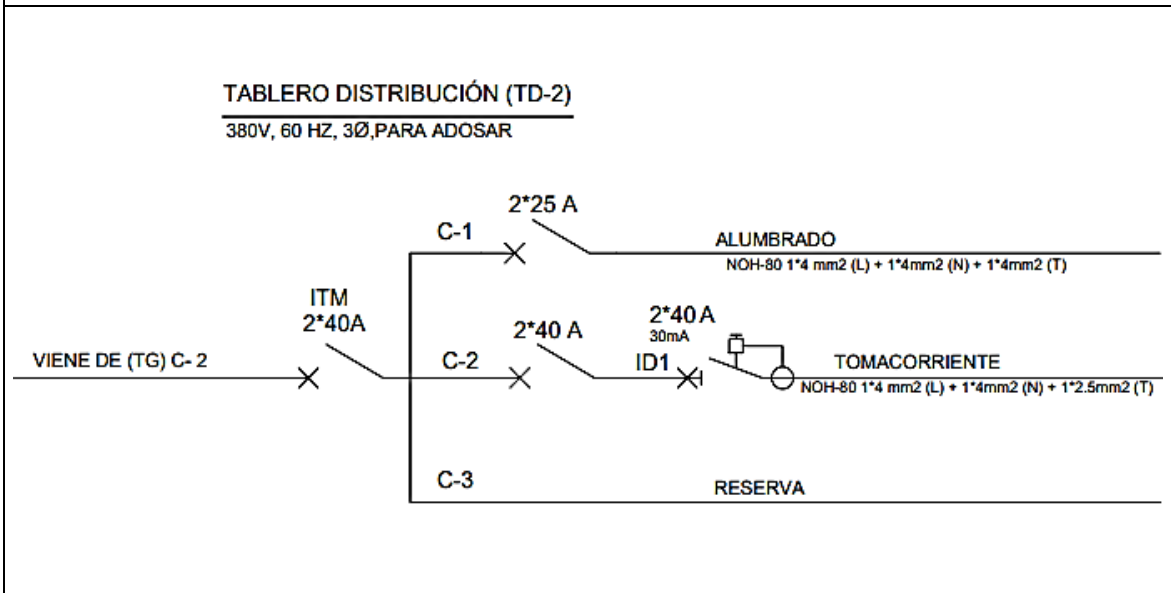


Tabla 16: Diagrama Unifilar – TD-02 -Luminarias y Tomacorrientes – HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 16., identificamos datos técnicos del TD-02:

- Del T.G.:
 - $ITM_{monof.}: 2 \times 40 \text{ A.}$
- Del TD – 02:
 - Alumbrado: $ITM_{monof.}: 2 \times 25 \text{ A.}$
 - Cable NOH – 80: $1 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - Tomacorriente: $ITM_{monof.}: 2 \times 40 \text{ A.}$
 - Tomacorriente: $ID_{monof.}: 2 \times 40 \text{ A.}$
 - Cable NOH – 80: $1 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 2.5 \text{ mm}^2(T)$

TD – 03: Luminarias y Tomacorrientes.


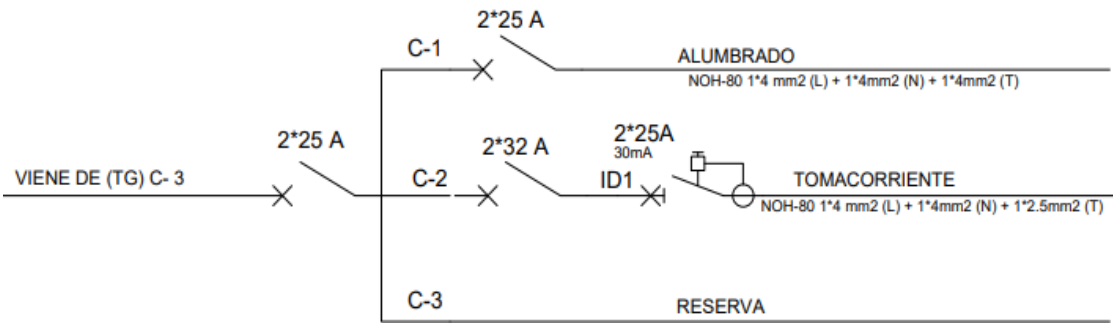
TD – 03: Foto.

TD – 03: Diagrama Unifilar.
<p>TABLERO DISTRIBUCIÓN (TD-3) 380V, 60 HZ, 3Ø, PARA ADOSAR</p> 

Tabla 17: Diagrama Unifilar – TD-03 -Luminarias y Tomacorrientes – HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 17., identificamos datos técnicos del TD-03:

- Del T.G.:
 - $ITM_{monof.}: 2 \times 25 \text{ A.}$
- Del TD – 01:
 - *Alumbrado:* $ITM_{monof.}: 2 \times 25 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $1 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - *Tomacorriente:* $ITM_{monof.}: 2 \times 32 \text{ A.}$
 - *Tomacorriente:* $ID_{monof.}: 2 \times 25 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $1 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 2.5 \text{ mm}^2(T)$

TD – 04: HALL de Ingreso.

TD – 04: Foto.



TD – 04: Diagrama Unifilar.

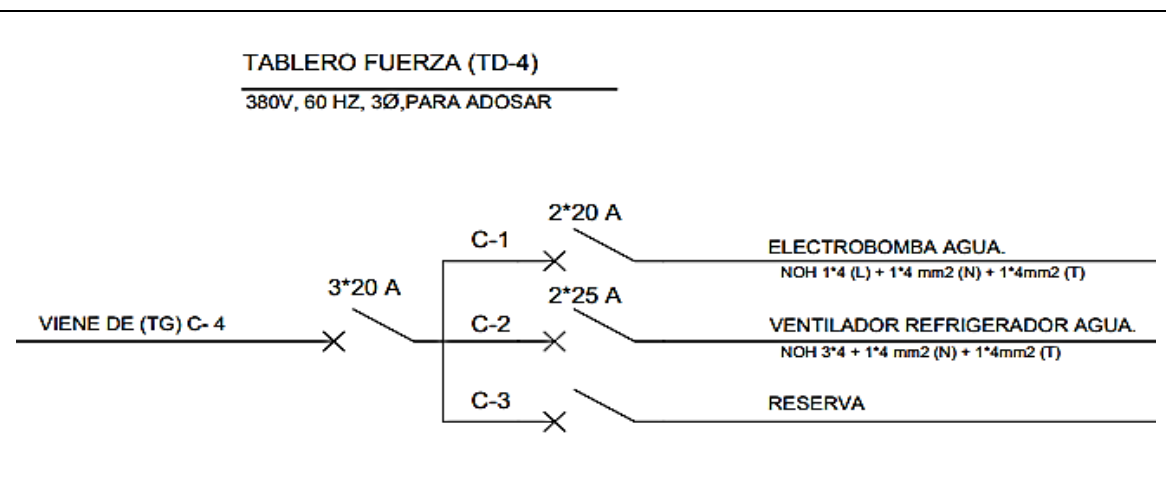


Tabla 18: Diagrama Unifilar – TD-04 – HALL de Ingreso– HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 18., identificamos datos técnicos del TD-04:

- Del T.G.:
 - $ITM_{trif.}: 3 \times 20 \text{ A.}$
- Del TD – 04:
 - *Electro bomba de agua: $ITM_{monof.}: 2 \times 20 \text{ A.}$*
 - *Cable NOH – 80: $1 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$*
 - *Ventilador – refrigerador de agua: $ITM_{monof.}: 2 \times 25 \text{ A.}$*
 - *Cable NOH – 80: $1 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$*

TD – 05: Área de Soplado.

TD – 05: Foto.



TD – 05: Diagrama Unifilar.

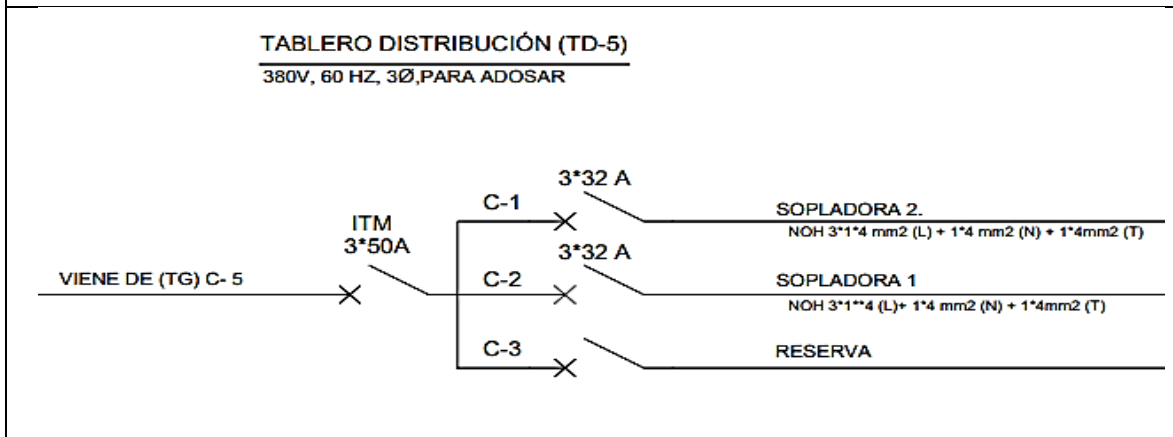


Tabla 19: Diagrama Unifilar – TD-05 – Área de la Sopladora– HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 19., identificamos datos técnicos del TD-05

- Del T.G.:
 - $ITM_{trif.}: 3 \times 50 \text{ A.}$
- Del TD – 05:
 - *Sopladora 02:* $ITM_{trif.}: 3 \times 32 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - *Sopladora 01:* $ITM_{trif.}: 3 \times 32 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$

TD – 06: Área del Molino.


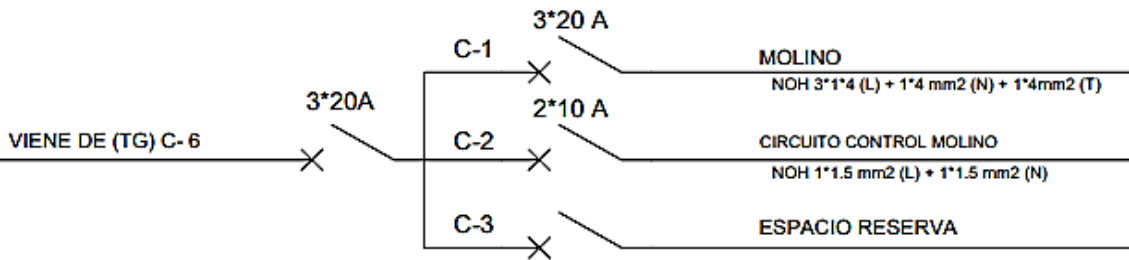
TD – 06: Foto.

TD – 06: Diagrama Unifilar.
<p>TABLERO FUERZA (TD-6) <u>380V, 60 HZ, 3Ø, PARA ADOSAR</u></p> 

Tabla 20: Diagrama Unifilar – TD-06 – Área del Molino – HULAC SAC.

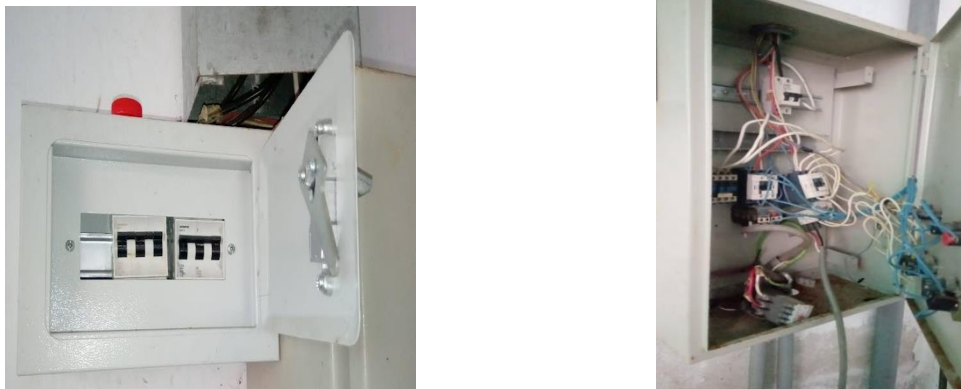
Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 20., identificamos datos técnicos del TD-06

- Del T.G.:
 - $ITM_{trif.}: 3 \times 20 \text{ A.}$
- Del TD – 06:
 - *Molino*: $ITM_{trif.}: 3 \times 20 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80*: $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - *Circuito Control Molino*: $ITM_{monf.}: 2 \times 10 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80*: $1 \times 1.5 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 1.5 \text{ mm}^2(N)$

TD – 07: Descarga de proveeduría.

TD – 07: Foto.



TD – 07: Diagrama Unifilar.

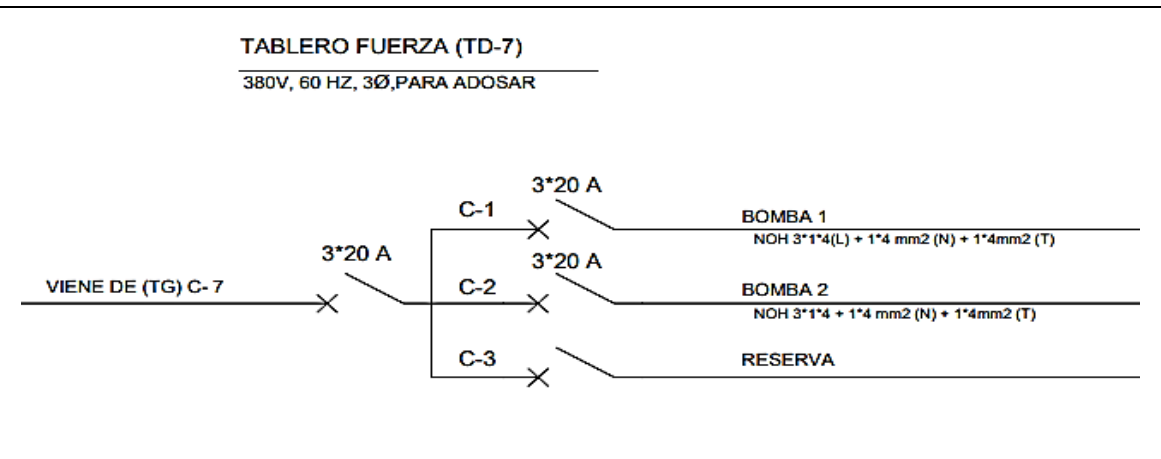


Tabla 21: Diagrama Unifilar – TD-07 – Descarga de proveeduría – HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 21., identificamos datos técnicos del TD-07

- Del T.G.:
 - $ITM_{trif.}: 3 \times 20 \text{ A.}$
- Del TD – 07:
 - *Bomba de agua 01:* $ITM_{trif.}: 3 \times 20 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - *Bomba de agua 02:* $ITM_{trif.}: 3 \times 32 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$

TD – 08: Área de Recepción de Leche.

TD – 08: Foto.



TD – 08: Diagrama Unifilar.

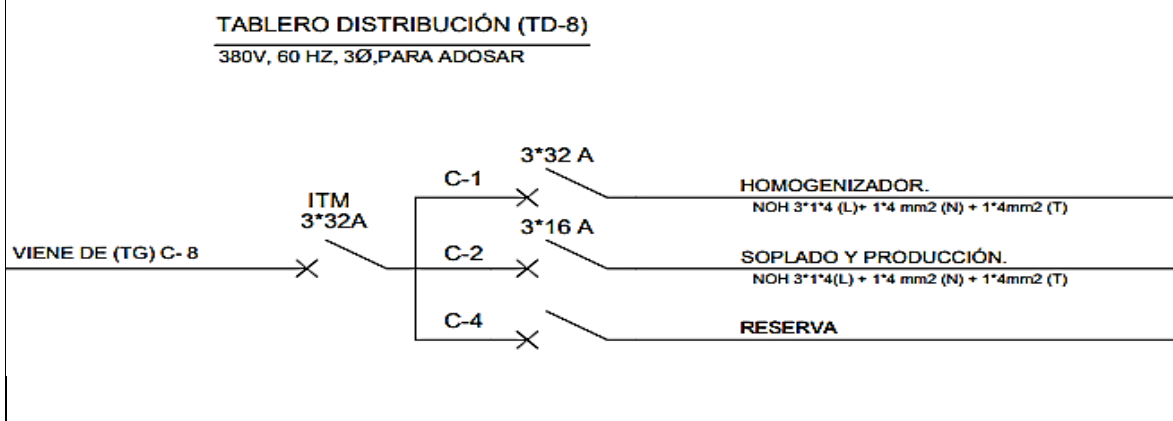


Tabla 22: Diagrama Unifilar – TD-08 – Área de Recepción de Leche – HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 22., identificamos datos técnicos del TD-08

- Del T.G.:
 - $ITM_{trif.}: 3 \times 32 \text{ A.}$
- Del TD – 08:
 - *Homogenizador*: $ITM_{trif.}: 3 \times 32 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80*: $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - *Soplado y Producción*: $ITM_{trif.}: 3 \times 16 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80*: $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$

TD – 09: Área de Caldera.


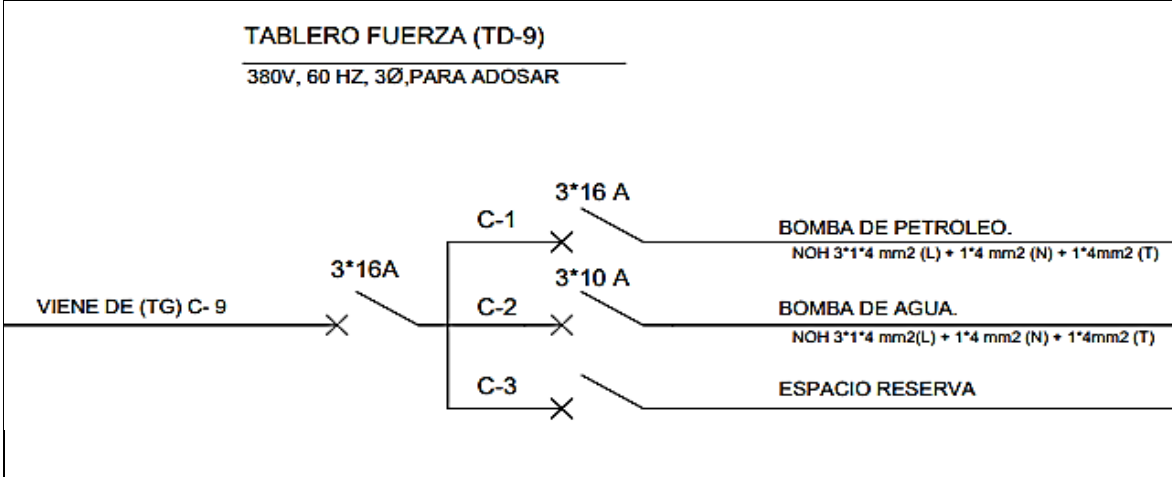
TD – 09: Foto.

TD – 09: Diagrama Unifilar.
<p>TABLERO FUERZA (TD-9) 380V, 60 HZ, 3Ø, PARA ADOSAR</p> 

Tabla 23: Diagrama Unifilar – TD-09 – Área de Caldera – HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 23., identificamos datos técnicos del TD-09

- Del T.G.:
 - $ITM_{trif.}: 3 \times 16 \text{ A.}$
- Del TD – 09:
 - *Bomba de Petróleo:* $ITM_{trif.}: 3 \times 16 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - *Bomba de Agua:* $ITM_{trif.}: 3 \times 10 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$

TD – 10: Área de Compresoras.


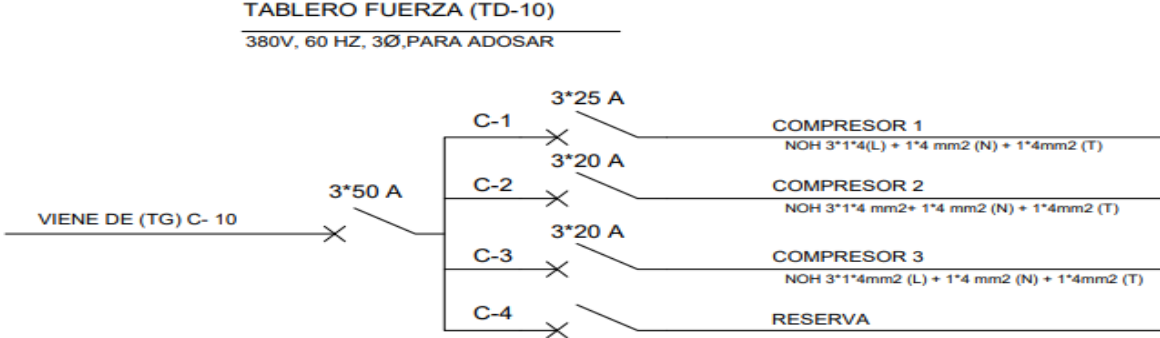
TD – 10: Foto.																					
																					
TD – 10 Diagrama Unifilar.																					
<p>TABLERO FUERZA (TD-10) 380V, 60 HZ, 3Ø.PARA ADOSAR</p>  <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">C-1</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">3*25 A</td> <td style="padding: 5px;">COMPRESOR 1</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">X</td> <td style="padding: 5px;">NOH 3*1*4(L) + 1*4 mm2 (N) + 1*4mm2 (T)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">C-2</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">3*20 A</td> <td style="padding: 5px;">COMPRESOR 2</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">X</td> <td style="padding: 5px;">NOH 3*1*4 mm2+ 1*4 mm2 (N) + 1*4mm2 (T)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">C-3</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">3*20 A</td> <td style="padding: 5px;">COMPRESOR 3</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">X</td> <td style="padding: 5px;">NOH 3*1*4mm2 (L) + 1*4 mm2 (N) + 1*4mm2 (T)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">C-4</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">X</td> <td style="padding: 5px;">RESERVA</td> </tr> </table>	C-1	3*25 A	COMPRESOR 1		X	NOH 3*1*4(L) + 1*4 mm2 (N) + 1*4mm2 (T)	C-2	3*20 A	COMPRESOR 2		X	NOH 3*1*4 mm2+ 1*4 mm2 (N) + 1*4mm2 (T)	C-3	3*20 A	COMPRESOR 3		X	NOH 3*1*4mm2 (L) + 1*4 mm2 (N) + 1*4mm2 (T)	C-4	X	RESERVA
C-1	3*25 A	COMPRESOR 1																			
	X	NOH 3*1*4(L) + 1*4 mm2 (N) + 1*4mm2 (T)																			
C-2	3*20 A	COMPRESOR 2																			
	X	NOH 3*1*4 mm2+ 1*4 mm2 (N) + 1*4mm2 (T)																			
C-3	3*20 A	COMPRESOR 3																			
	X	NOH 3*1*4mm2 (L) + 1*4 mm2 (N) + 1*4mm2 (T)																			
C-4	X	RESERVA																			

Tabla 24: Diagrama Unifilar – TD-10 – Área de Compresoras – HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 24., identificamos datos técnicos del TD-10

- Del T.G.:
 - $ITM_{trif.}: 3 \times 50 \text{ A.}$
- Del TD – 10:
 - *Compresor 01:* $ITM_{trif.}: 3 \times 25 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - *Compresor 02:* $ITM_{trif.}: 3 \times 10 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - *Compresor 03:* $ITM_{trif.}: 3 \times 10 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$

TD – 11: Área de Envasado.


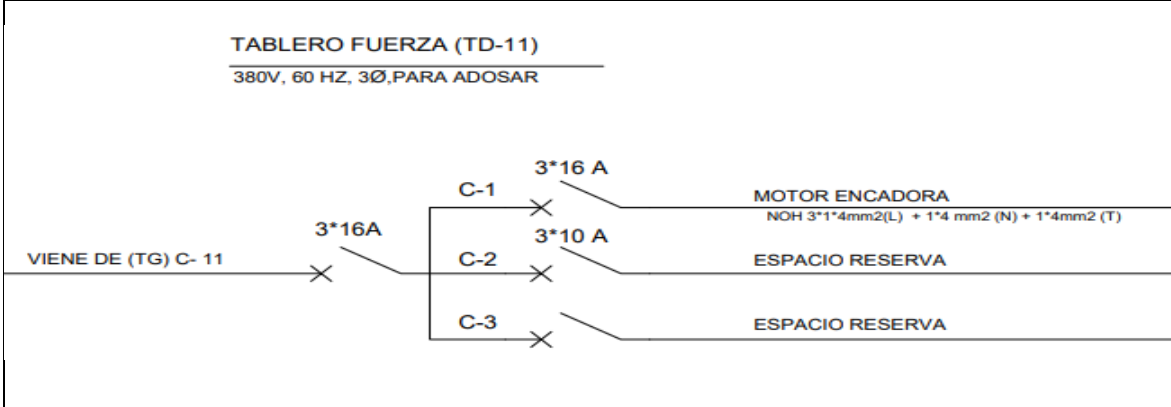
TD – 11: Foto.	
	
TD – 11 Diagrama Unifilar.	
<p>TABLERO FUERZA (TD-11) 380V, 60 HZ, 3Ø, PARA ADOSAR</p> 	

Tabla 25: Diagrama Unifilar – TD-11 – Área de Envasado – HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 25., identificamos datos técnicos del TD-11

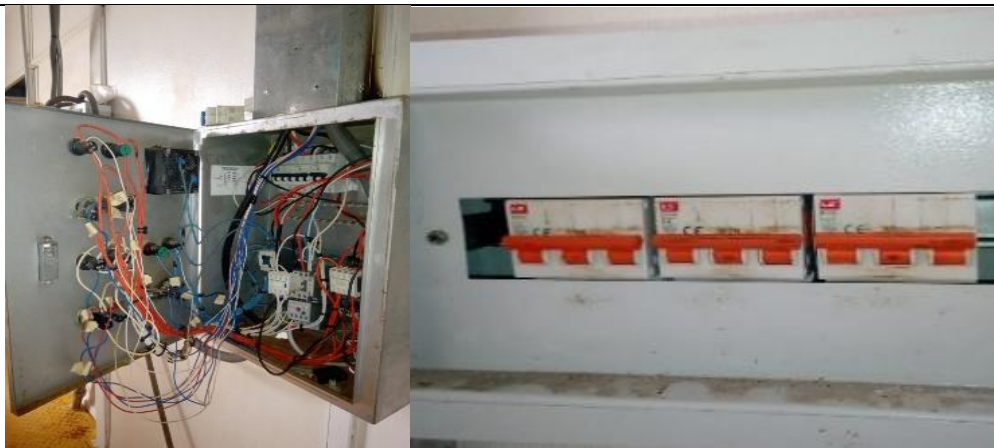
- Del T.G.:
 - $ITM_{trif.}: 3 \times 16 \text{ A.}$
- Del TD – 11:
 - *Envasadora:* $3 \times 16 \text{ A.}$
 - *Cable NOH – 80:* $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$

TD – 12: Área de Etiquetado.

Fuera de uso.

TD – 13: Área de Incubación.

TD – 13: Foto.



TD – 13 Diagrama Unifilar.

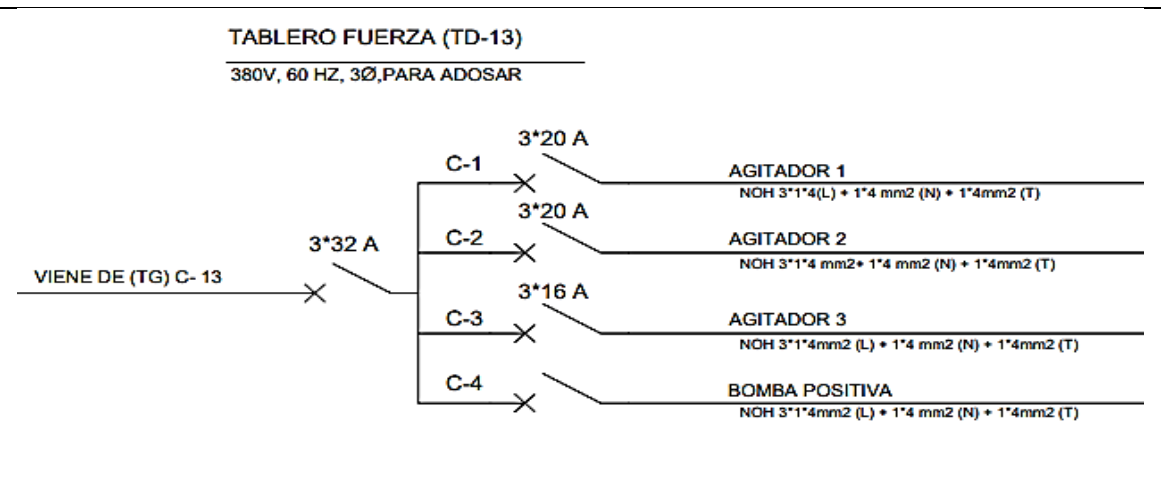


Tabla 26: Diagrama Unifilar – TD-13 – Área de Incubación – HULAC SAC.
Fuente: Propia de los autores.

En la Tabla 26., identificamos datos técnicos del TD-13

- Del T.G.:
 - $ITM_{trif.}: 3 \times 32 A.$
- Del TD – 13:
 - *Agitador 01*: $ITM_{trif.}: 3 \times 20 A.$
 - *Cable NOH – 80*: $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - *Agitador 02*: $ITM_{trif.}: 3 \times 20 A.$
 - *Cable NOH – 80*: $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$
 - *Agitador 03*: $ITM_{trif.}: 3 \times 16 A.$
 - *Cable NOH – 80*: $3 \times 4 \text{ mm}^2(L) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(N) + 1 \times 4 \text{ mm}^2(T)$

Condiciones de cada máquina de la empresa HULAC SAC.

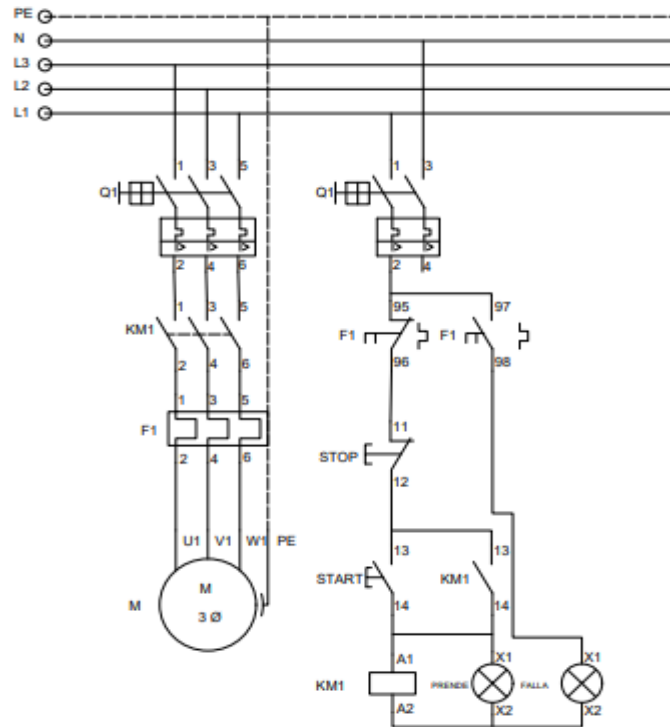
Tipos de arranque de motores empresa HULAC SAC					
Tablero	Máquina.	Tipo de arranque	Potencia (W)	Observación	Mejora
TD - 04	Electrobomba	Directo	373	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
	Ventilador radiador agua	Directo	180	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
TD - 05	Sopladora 1	Variador Frecuencia	5595	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
	Resistencia 1	Variador Frecuencia	6000	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
	Sopladora 2	Variador Frecuencia	4103	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
	Resistencia 2	Variador Frecuencia	6000	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
TD - 06	Molino.	Directo	7460	Incorrecto.	Variador de Frecuencia
TD - 07	Bomba 1	Directo	1119	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
	Bomba 2	Directo	1119	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
TD - 08	Homogenizador	Variador Frecuencia.	7460	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
	Soplado y Producción.	Directo	1492	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
TD - 09	Bomba de petróleo	Directo	746	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
	Bomba de agua	Directo	746	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
TD - 10	Compresor 1	Variador frecuencia	7460	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
	Compresor 2	Variador frecuencia	7460	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
TD - 11	Motor Encadara.	Directo	1119	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
TD - 13	Agitador 1	Directo	1119	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
	Agitador 2	Directo	1119	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento
	Bomba Positiva	Variador frecuencia	2200	Ok (Cableado desordenado)	Mantenimiento

Tabla 27: Tipo de arranque de los motores de la empresa HULAC SAC.

Fuente: Propia de los autores.

En la tabla 27, se puede observar los arranques de cada motor de máquina que hay en la empresa HULAC SAC. Tomando para mejorar el arranque del Molino.

Diagrama eléctrico de los motores trifásicos del Molino eléctrico de 10 Hp



Grafica 03: Diagrama Eléctrico de fuerza y control de motor trifásico Arranque Directo del Molino.

En la gráfica 3, mostramos un diagrama de fuerza y control, que nos indica el arranque directo del motor de la maquina Molino de 10 Hp

Descripción del circuito de fuerza y control del arranque directo del molino.

Circuito de fuerza.

Potencia del motor del molino: 10 HP = 7460 W.

Intensidad Nominal: 12.59 A

Llave termo magnética: 3 * 25 A

Contactor: (16 – 25) A

Relé térmico: 16 A.

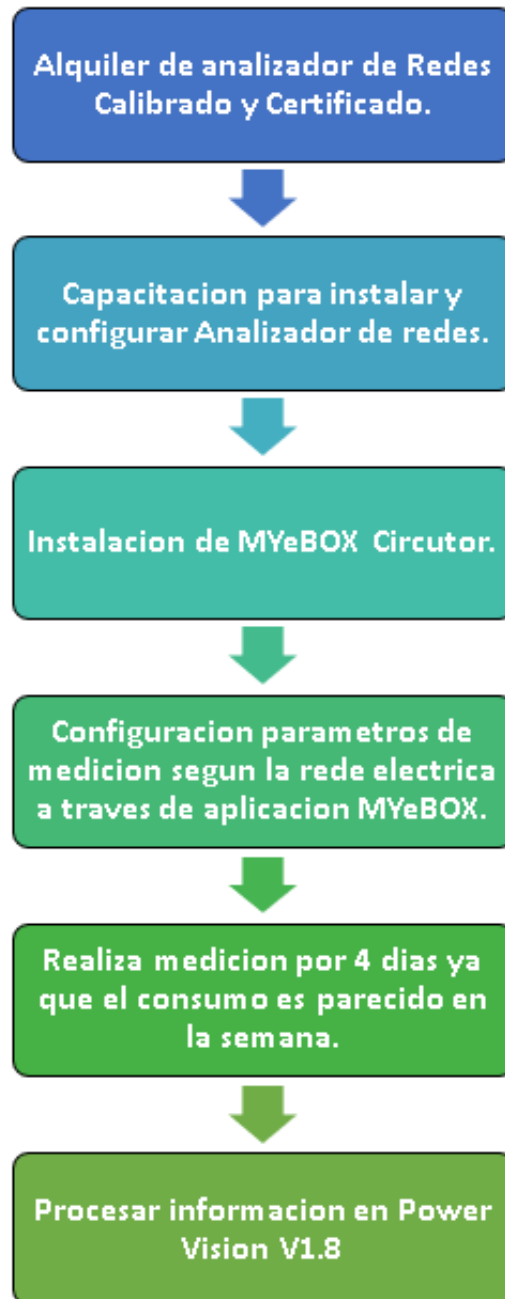
Circuito de control.

Llave termo magnética: 2 x 16 A.

1 pulsador NA, 1 Pulsador NC.

2 lámparas señalizadores rojo y verde.

4.2. 2º Objetivo: Registro de datos de los parámetros de los circuitos de baja tensión de la subestación particular SE0122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C. Huanchaco – La Libertad.



Grafica 04: Flujo grama de procesos del Objetivo 02.

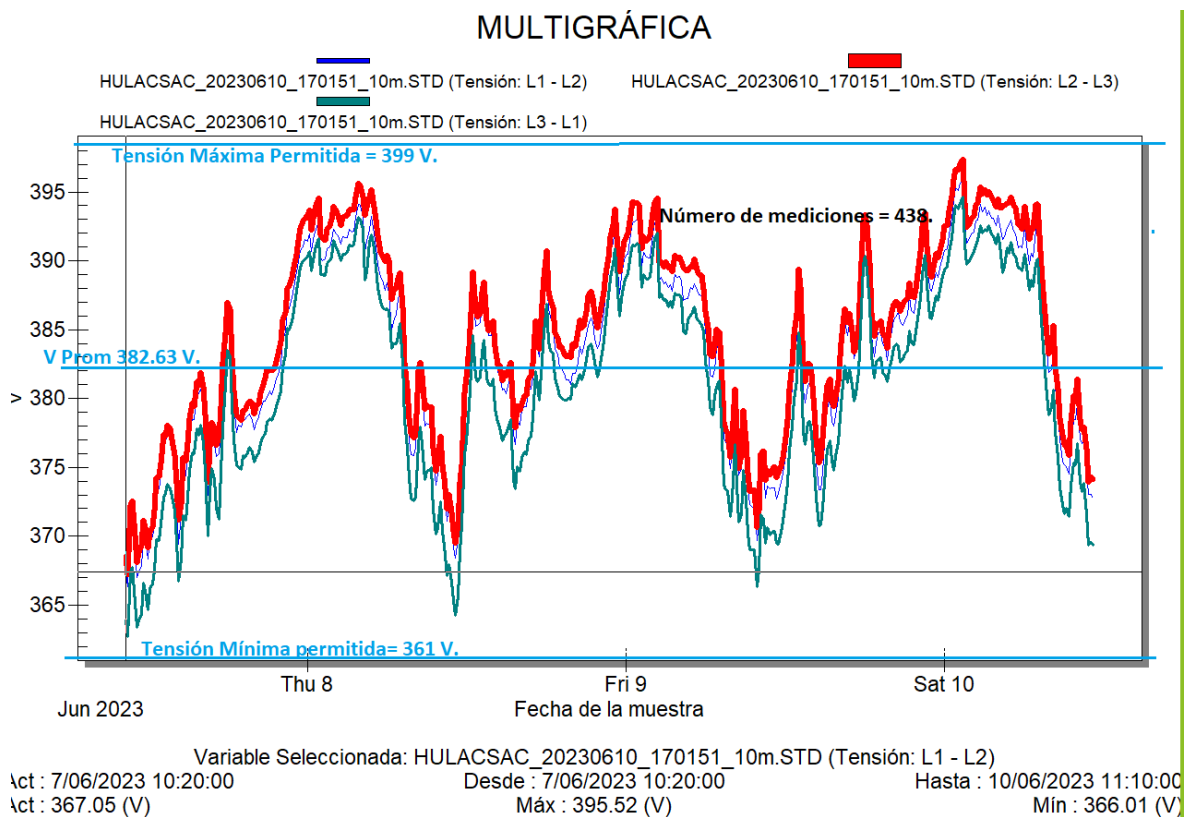
Fuente: Propia de los autores.

Reporte de Mediciones del Analizador MYeBOX 1500. Durante 4 días.

- ❖ **Instrumento:** Analizador de Redes.
 - **Marca:** Circutor.
 - **Número de Modelo:** MYeBOX 1500
 - **Número de serie:** 20410470
- ❖ **Calibración de MYeBOX 1500**
 - **Empresa de alquiler del analizador de redes:** TEKTRON SOLUTIONS PERU E.I.R.L.
 - **Orden de servicio:** 001-00002789
 - **Fecha de calibración:** 2023-02-07
 - **Fecha de emisión:** 2023-02-08
 - **Tiempo de validez:** 6 meses.
- ❖ **Información del software:**
 - **Software:** Power Visión.
 - **Versión:** v1.8c
- ❖ **Resumen de registros**
 - Registros RMS: 438
 - Registros de Frecuencia:438
 - Registros de Armónicos: 438
 - Registros de armónicos de potencia: 438
 - Registros de potencia: 438
 - Registros de energía: 438
 - Registros de parpadeos: 438
 - Registros de señalización de la red principal: 438
 - Registros de Tensión: 438
 - Registros de corriente: 438

Medición realizada desde miércoles 07 de junio 10:20 am hasta sábado 10 de junio. 11:10 am. Se realizó a tomar esta medición en un periodo de 4 días porque la empresa tiene el mismo consumo de energía durante toda la semana los 365 días del año, como lo demostró las mediciones del analizador de redes. Certificado de Calibración (Anexo 10)

Gráfica 05. Gráfica de Medición de tensión en Líneas.



Según el indicador en Tensión tiene una tolerancia de +- 5%

Tensiones Permitidas en tensión Nominal 380 V.

Tensión Máxima 105 % VN = 399 V

Tensión Mínima 95 % VN = 361 V

Las mediciones realizadas con el Analizador de Redes MYe-BOX 1500 durante 4 días. Tuvimos los siguientes resultados.

Tensión Máxima Medida 397 V

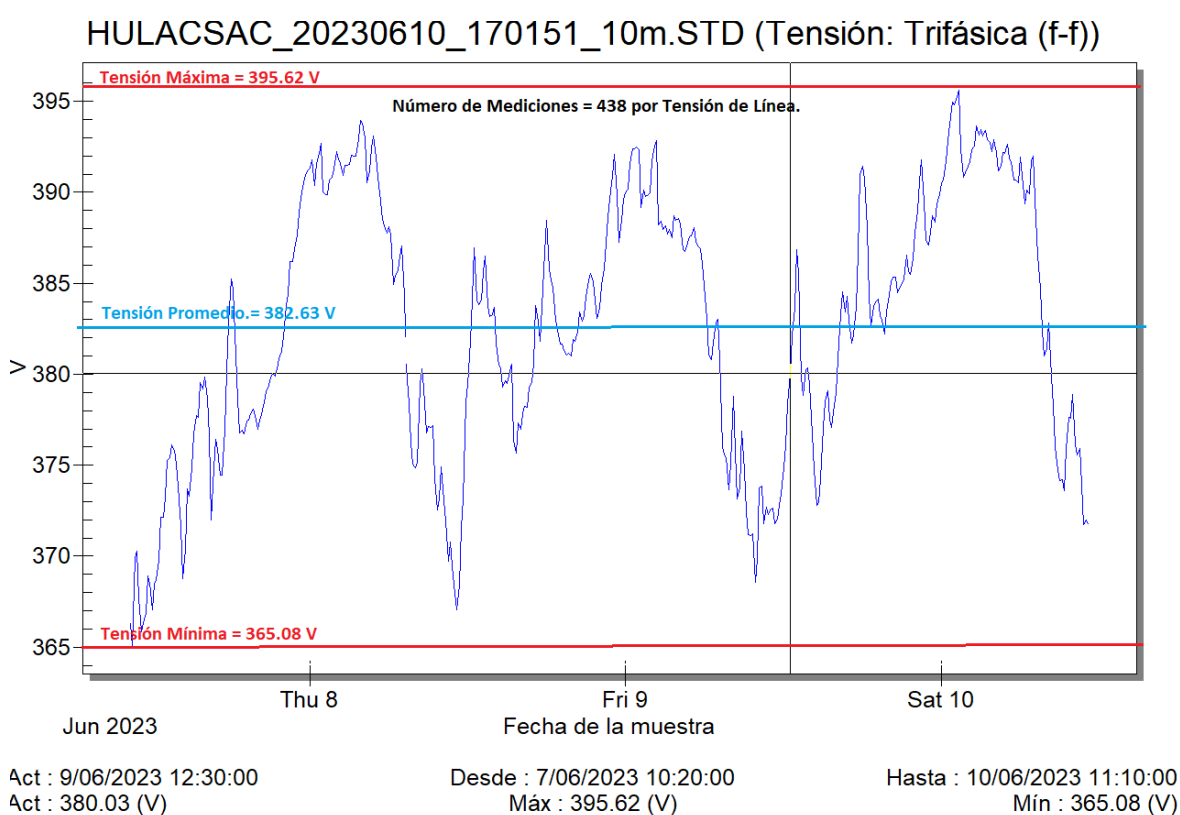
Tensión Mínima Medida = 362 V

Observación: La tensión Máxima medida es de 397 V y la tensión Mínima es de 362 V y estos se encuentran dentro del rango o la tolerancia del indicador de tensión. Analizando la gráfica se puede observar que la tensión más baja es donde existe mayor caída de tensión y es cuando la Industria está usando su Carga Máxima que es entre las 4:00 am y las 18:00 pm. Y las tensiones máximas

registradas son entre las 18:00 pm y 4: 00 am. Es cuando la Industria para su producción para hacer uso de la mínima energía ya que el costo en hora punta es mayor según su contrato con su proveedor de energía eléctrica Hidrandina la cual es en el horario de 6:00 pm hasta las 11:00 pm.

Recomendación: Se puede observar que la línea 3 está más sobrecargada que las líneas 1 y 2, se recomienda pasar una carga de 2 KW de la Línea 3 a la línea 2 para tener un equilibrio correcto.

Gráfica 06. Gráfica de Mediciones para Tensión Trifásica promedio de las tres Líneas.



En la tensión Trifásica saca un Promedio de las 3 Líneas Individuales. Estas se encuentran dentro del rango del +- 5% de la Tensión Nominal 380 V.

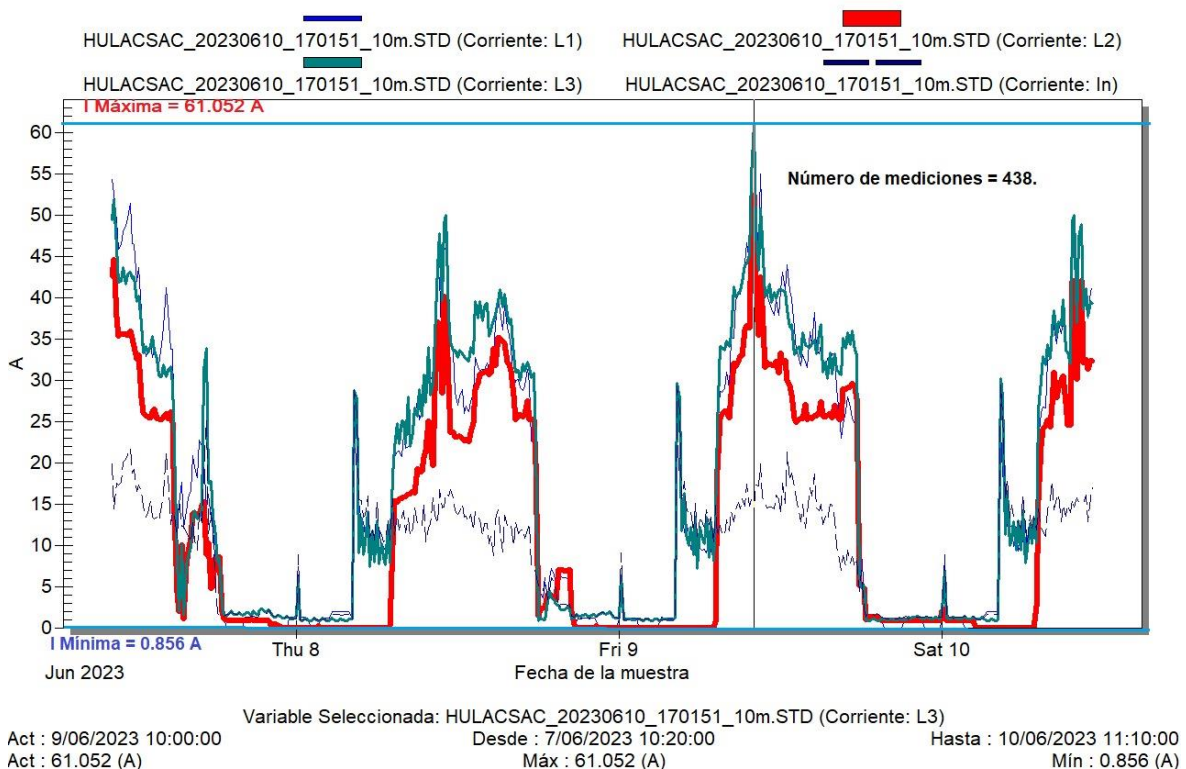
Tensión Máxima = 395.62 V

Tensión Mínima = 365.08 V

Tensión Promedio = 382.63 V

Observación: Se puede observar que la tensión mínima registrada por el analizador de redes, es cuando la industria trabaja con su máxima carga, y esto es entre las 10:00 am y las 11:00 am cuando se pone en funcionamiento el molino con una potencia de 10 HP = 7460 W. Y sus tensiones más altas son cuando el consumo de energía es mínimo en el horario de 6:00 pm hasta las 4:00 am. Horario donde se prenden las resistencias de las sopladoras con una potencia de 6 kW.

Gráfica 07. Gráfica de Mediciones por cada Línea en Corriente.
MULTIGRÁFICA



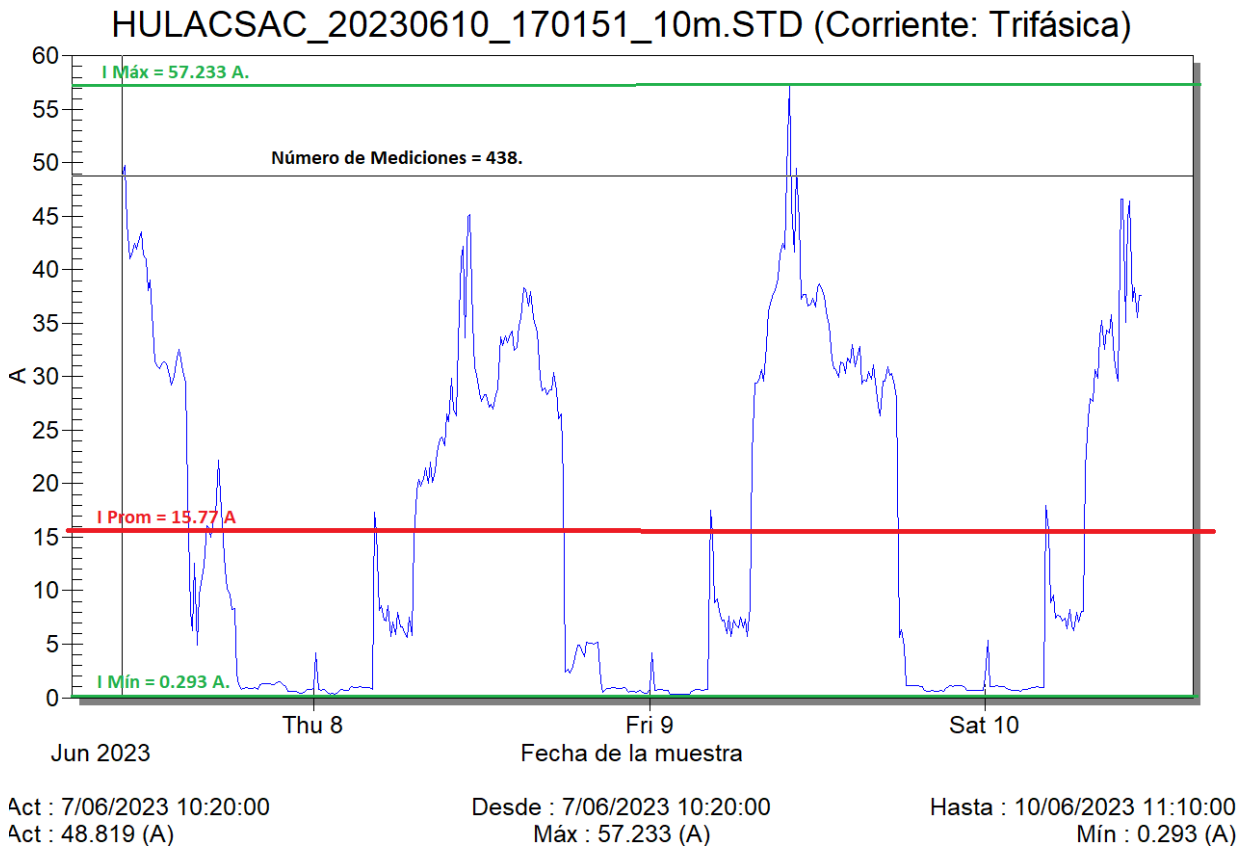
La corriente Máxima o donde hay mayor consumo de energía es entre las 4:00 am – 18:00 pm, la Corriente Mínima o donde hay el minino consumo de energía es entre las 18:00 pm – 4:00 am. Se puede Apreciar que el conductor neutro también tiene corriente porque las cargas no están balanceadas correctamente.

La corriente Máxima = 61.052 A en Línea 3.

La corriente Mínima = 0.856 A en Línea 2.

Recomendación: Pasar una carga de 2 kW de la Línea 3 a la Línea 2 para que el sistema este balanceado correctamente.

Grafica 08. Gráfica de Mediciones de Corriente Línea trifásica promedio de las 3 fases.



Intensidad Máxima = 57.233 A

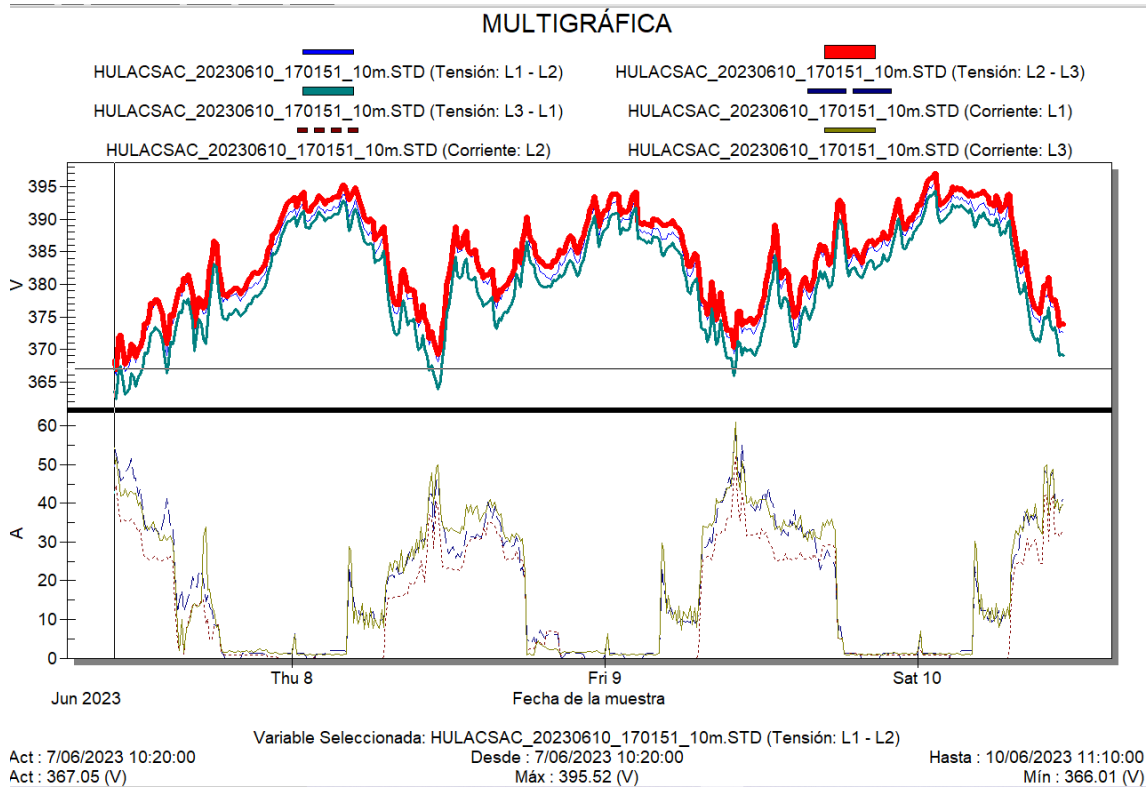
Intensidad Mínima = 0.293 A

Intensidad Promedio = 15.77 A

La corriente es directamente proporcional a la carga, es decir, a mayor consumo la corriente será mayor.

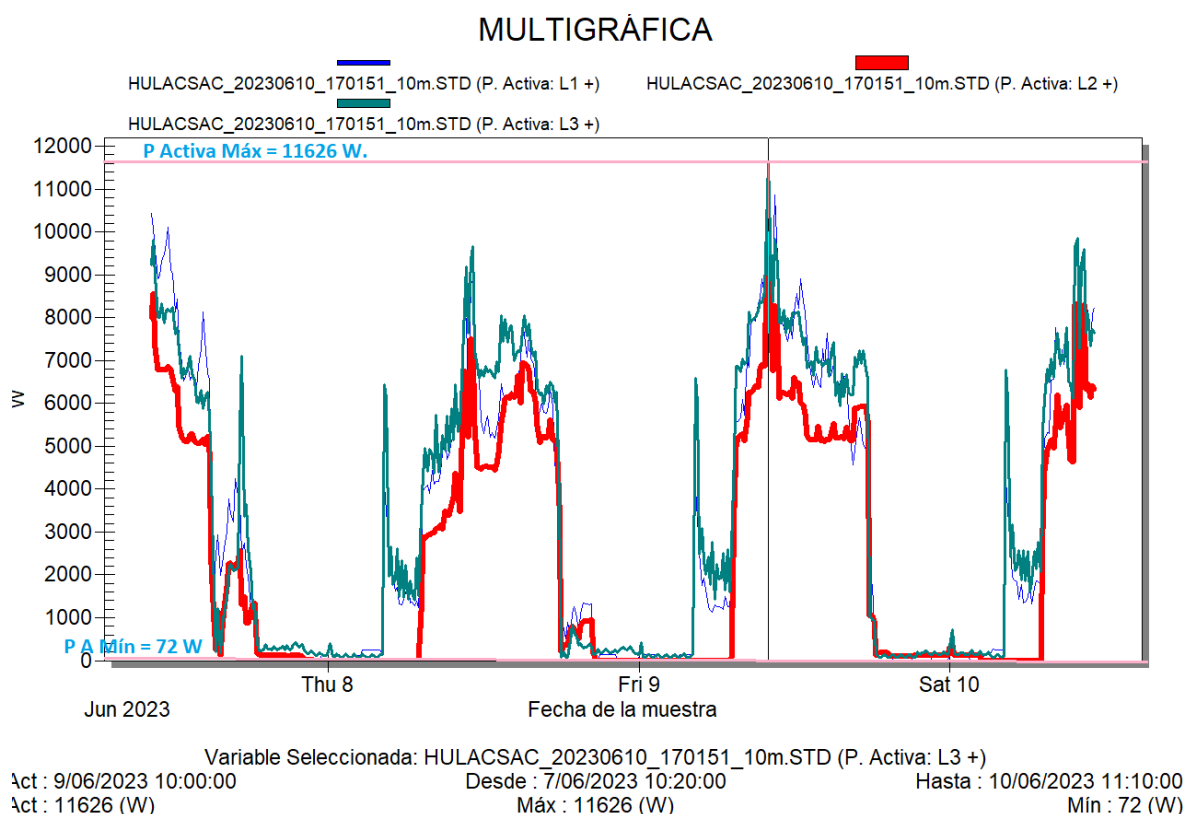
Se puede apreciar que las máximas corrientes de trabajo son entre las 4:00 am y las 18:00 pm. Y durante las noches 6:00 pm – 4:00 am, el consumo de energía es mínimo de 1 A. La corriente máxima registrada es entre las 10:00 am y las 11:30 am.

Grafica 09. Gráfica de Comparación tensión vs corriente



Descripción: El comportamiento de la Tensión y de la corriente son indirectamente proporcional, cuando la medición tiene mayor corriente, la tensión disminuye, lo que se llama caída de tensión y este fenómeno ocurre entre las 4:00 am y las 18:00 pm cuando las máquinas están en funcionamiento o llega a su carga máxima de trabajo. La tensión y la corriente son indirectamente proporcionales.

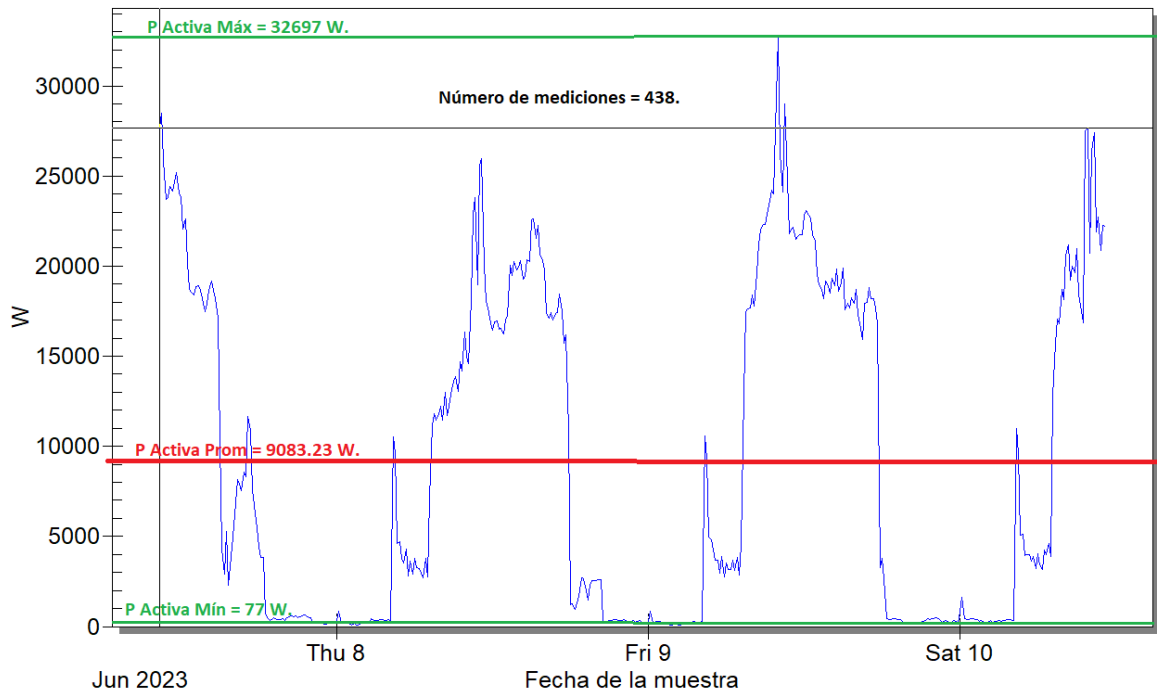
Gráfica 10. Gráfica de Mediciones de Potencia Activa por líneas.



- El mayor consumo de energía es cuando la industria está en producción y lo hace en horario fuera de punta que es de 4:00 am hasta las 6:00 pm.
- Las 3 Líneas se encuentran desbalanceadas, la línea 3 esta incrementada mínimamente.
- En el horario fuera de punta la empresa apaga toda sus máquinas y su consumo llega hacer mínimo hasta de 72 w.
- Potencia Activa Máxima. = 11626 W.
- Potencia Activa Mínima. = 72 W.
- **Recomendación:** Pasar una carga de 2 kW de la Línea 3 a la Línea 2.

Gráfica 11. Gráfica de Mediciones de Potencia Activa Trifásica.

HULACSAC_20230610_170151_10m.STD (P. Activa: Trifásica +)



Act : 7/06/2023 10:20:00
Act : 27674 (W)

Desde : 7/06/2023 10:20:00
Máx : 32697 (W)

Hasta : 10/06/2023 11:10:00
Mín : 77 (W)

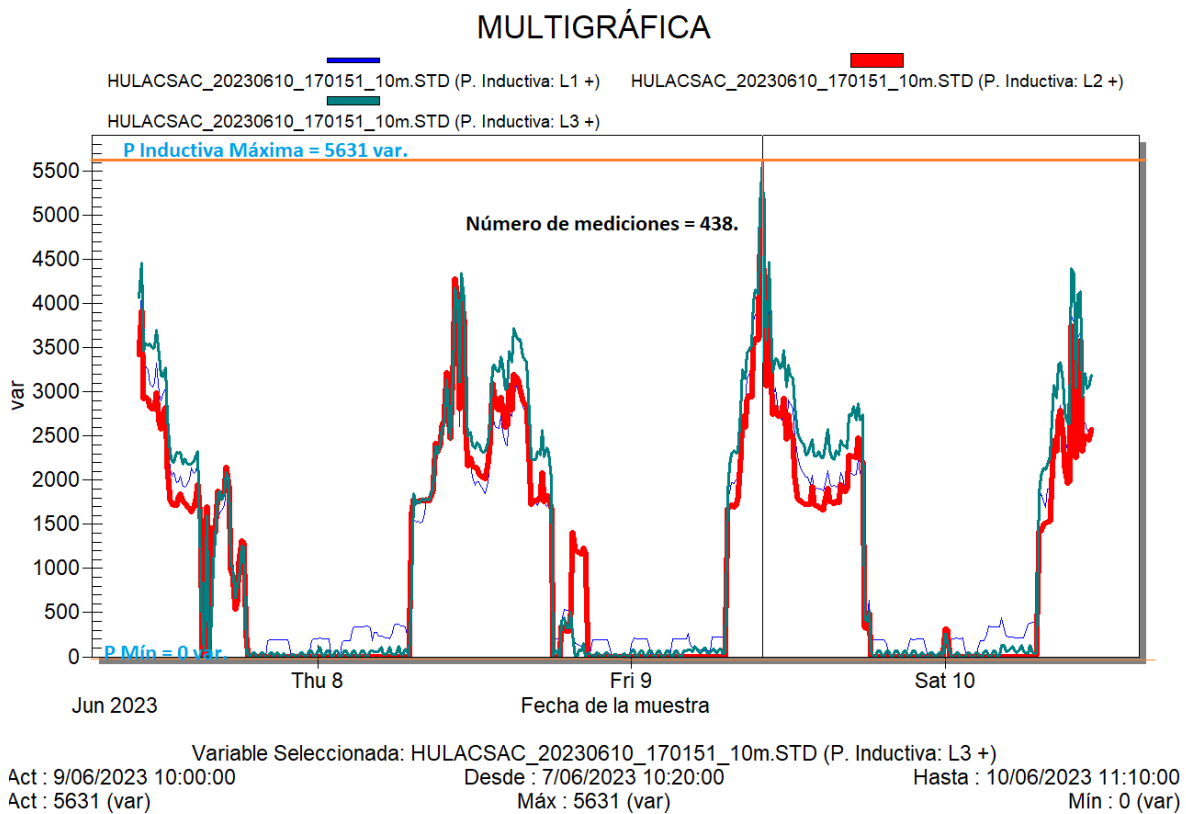
La potencia trifásica es igual a la suma de las potencias de las tres líneas (L1, L2, L3)

La Potencia Activa Máxima = 32697 W.

La potencia Activa Mínima = 77 W.

La potencia Activa Promedio. = 9083.23 W.

Gráfica 12. Gráfica de Mediciones Potencia Inductiva por Línea.



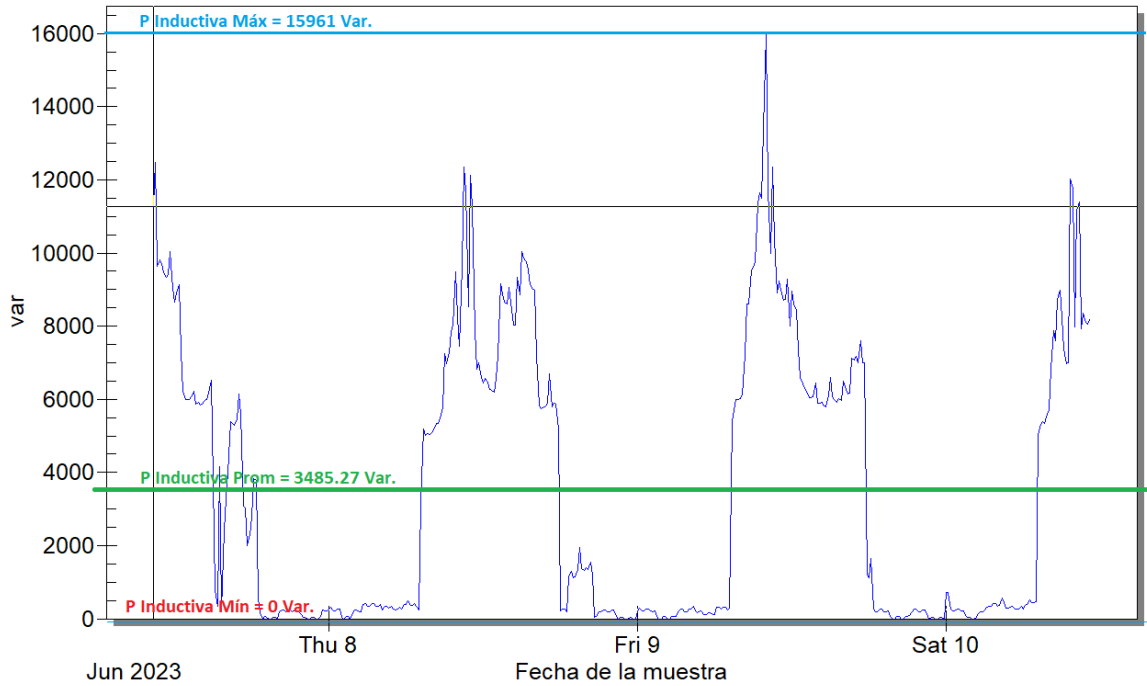
Potencia Inductiva Máxima = 5631 Var.

Potencia Inductiva Mínima = 0 Var.

La línea 3 está ligeramente cargada en comparación a las demás líneas y se recomienda pasar la carga de 2 kW de la línea 3 a la línea 2. Y el mayor consumo es entre las 4:00 am y las 6:00 pm, la potencia inductiva es directamente proporcional a la potencia activa.

Gráfica 13. Gráfica de Mediciones Potencia Inductiva Trifásica.

HULACSAC_20230610_170151_10m.STD (P. Inductiva: Trifásica +)



Act : 7/06/2023 10:20:00
Act : 11263 (var)

Desde : 7/06/2023 10:20:00
Máx : 15961 (var)

Hasta : 10/06/2023 11:10:00
Mín : 0 (var)

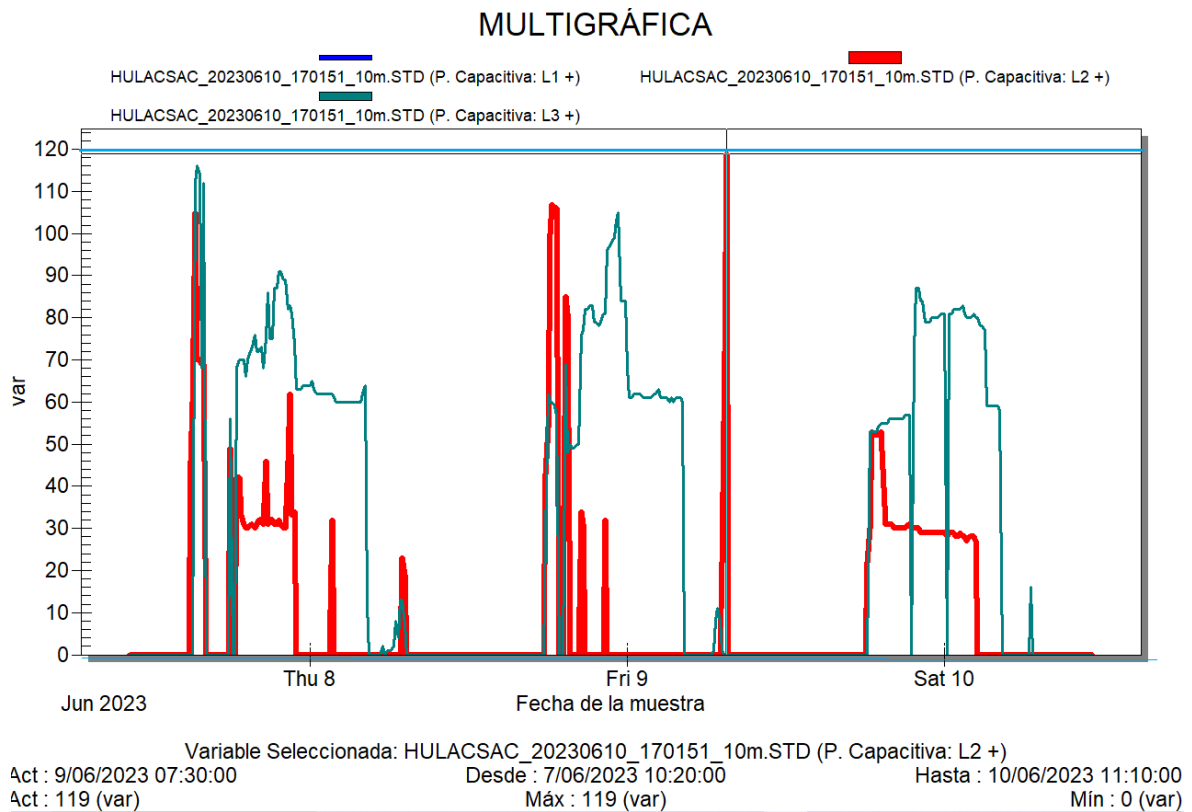
La potencia inductiva trifásica es la suma de las 3 líneas Individuales.

Potencia Inductiva Máxima = 15961 Var.

Potencia Inductiva Mínima = 0 Var.

Potencia Inductiva Promedio = 3485.27 Var.

Gráfica 14. Gráfica de Mediciones de Potencia Capacitiva por Líneas.



Potencia Capacitiva Máxima = 119 Var.

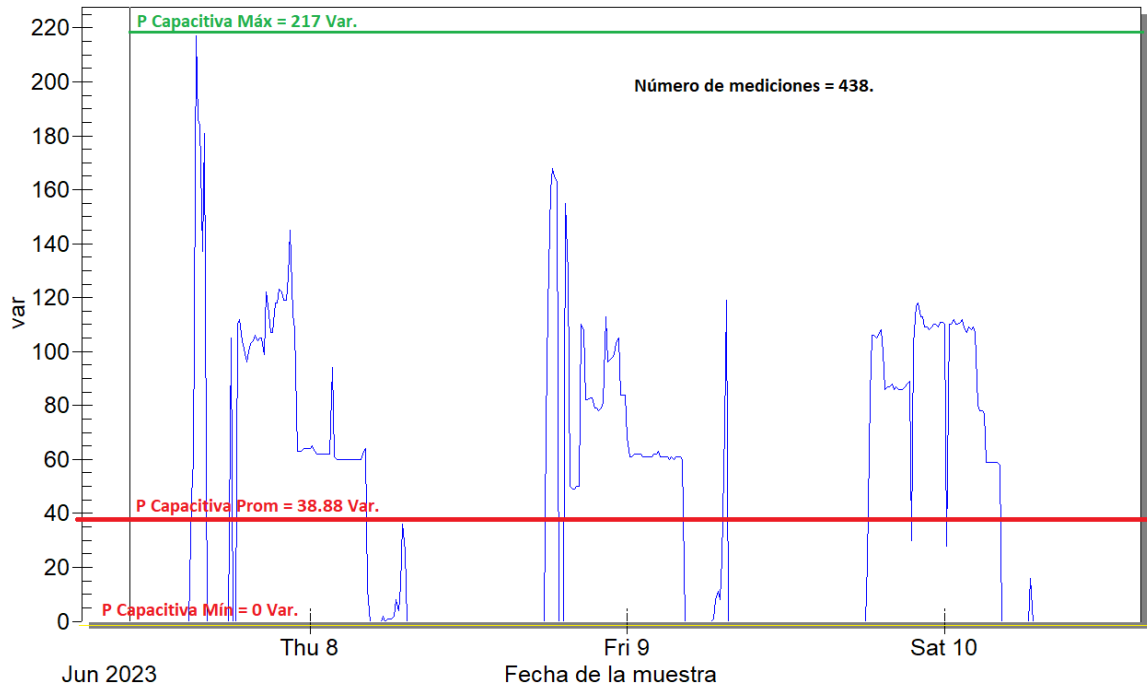
Potencia Capacitiva Mínima = 0 Var.

Potencia Capacitiva Mínima = 38.88 var.

Observación: Esta potencia capacitiva es registrada desde las 6:00 pm hasta las 7:00 am. Es pequeña comparando a la potencia activa y la inductiva, pero en la noche estas son mínimas, lo que al haber mayor energía capacitiva que inductiva el ángulo del triángulo de potencias se vuelve negativo y como resultado tenemos un factor de potencia negativo. Esta potencia es generada por condensadores y equipos electrónicos.

Gráfica 15. Gráfica de Mediciones Potencia Capacitiva trifásica.

HULACSAC_20230610_170151_10m.STD (P. Capacitiva: Trifásica +)



Act : 7/06/2023 10:20:00
Act : 0 (var)

Desde : 7/06/2023 10:20:00
Máx : 217 (var)

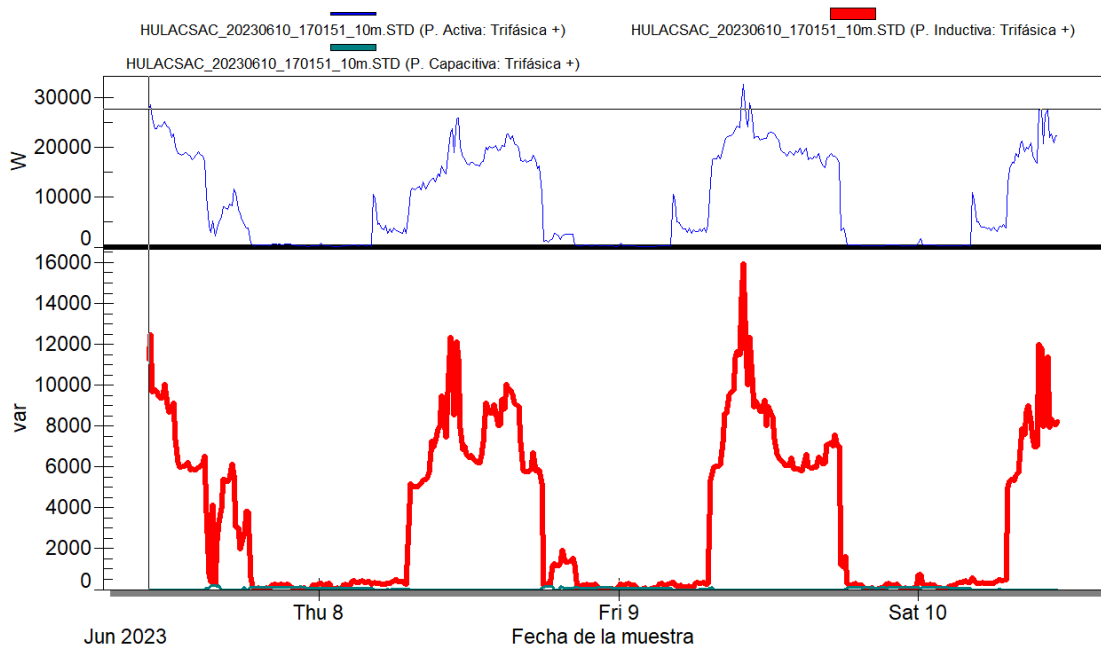
Hasta : 10/06/2023 11:10:00
Mín : 0 (var)

Potencia Capacitiva Máxima = 217 Var.

Potencia Capacitiva Inductiva Mínima = 0 Var.

Potencia Capacitiva Promedio = 38.88 Var.

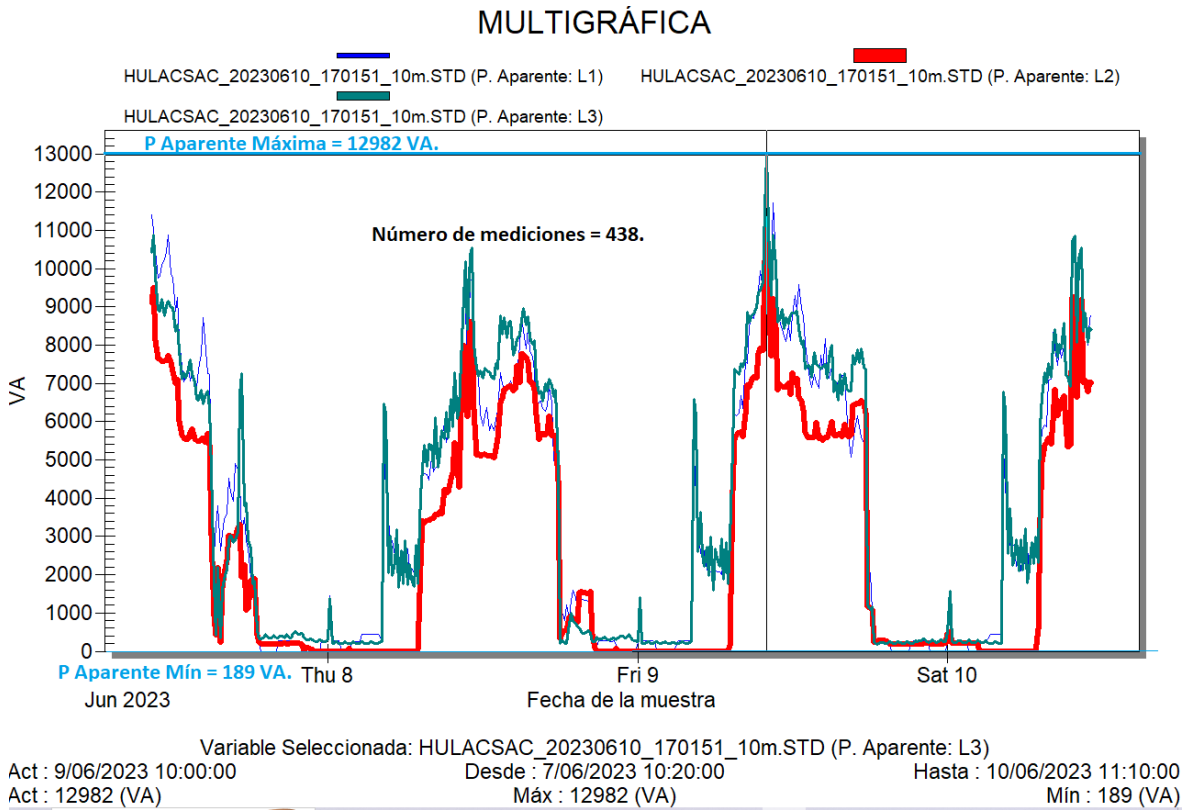
Gráfica 16. Gráfica de Comparación de potencia activa y reactiva trifásica. MULTIGRÁFICA



Variable Seleccionada: HULACSAC_20230610_170151_10m.STD (P. Activa: Trifásica +)
 Act : 7/06/2023 10:20:00 Desde : 7/06/2023 10:20:00 Hasta : 10/06/2023 11:10:00
 Act : 27674 (W) Máx : 32697 (W) Mín : 77 (W)

Descripción: Se puede observar que la potencia activa y la inductiva son directamente proporcional y cuando la industria está produciendo en el horario de 4:00 am hasta las 6:00 pm mantiene un factor de potencia entre 0.80 y 0.91 Con un promedio de $FP = 0.87$.

Gráfica 17. Gráfica de Mediciones de Potencia Aparente por Líneas.



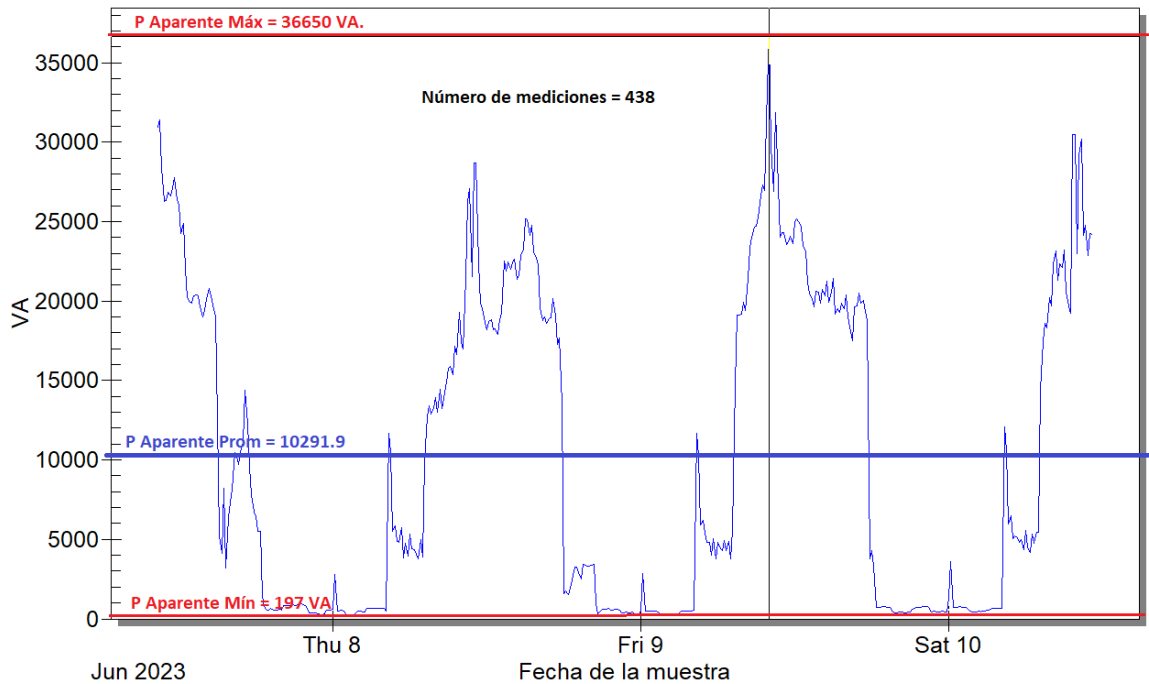
Potencia Aparente Máxima = 12982 VA.

Potencia Aparente Mínima = 189 VA.

Observación. El mayor consumo de energía es cuando la industria está produciendo, y mantiene un factor de potencia entre 0.8 y 0.91, al mejorar el factor de potencia cercano a la unidad 1 habrá mayor disponibilidad de potencia activa en el suministro del transformador y la corriente del sistema se reduce en un 10 %.

Gráfica 18. Gráfica de Mediciones de Potencia Aparente Trifásica.

HULACSAC_20230610_170151_10m.STD (P. Aparente: Trifásica)



Act : 9/06/2023 10:00:00
Act : 36650 (VA)

Desde : 7/06/2023 10:20:00
Máx : 36650 (VA)

Hasta : 10/06/2023 11:10:00
Mín : 197 (VA)

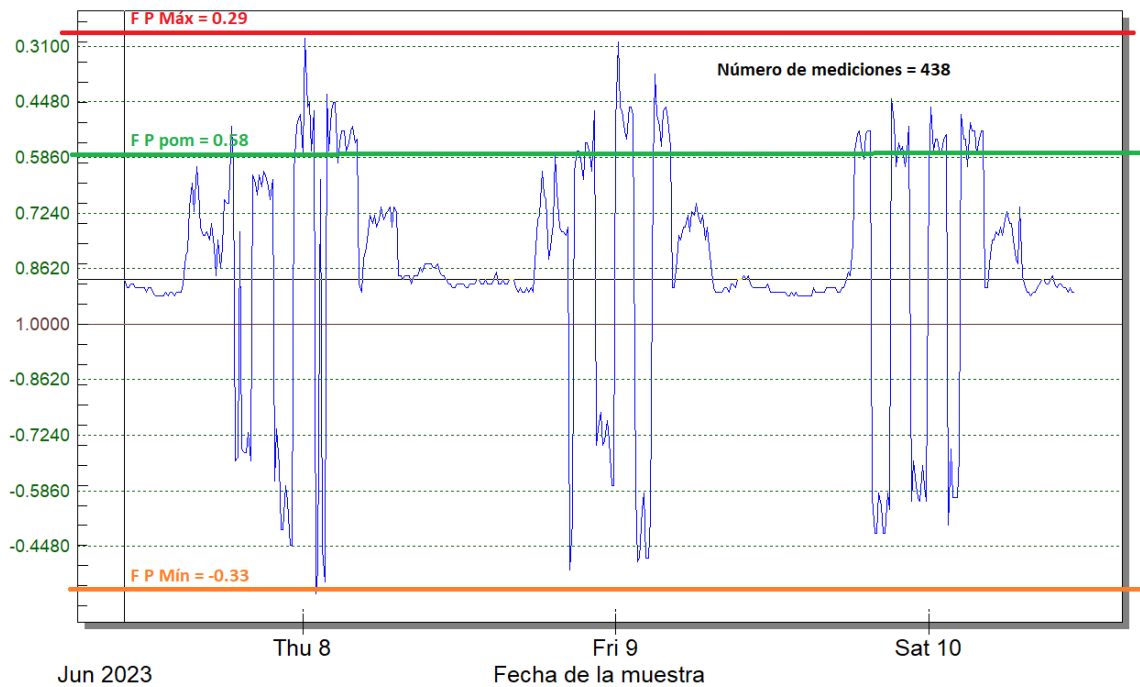
Potencia Aparente Máxima = 36650 VA.

Potencia Aparente Mínima = 197 VA.

Potencia Aparente Promedio = 10291.9 VA.

Gráfica 19. Gráfica de Mediciones Factor de Potencia Trifásica.

HULACSAC_20230610_170151_10m.STD (Factor de potencia: Trifásica +)



Act : 7/06/2023 10:20:00
Act : 0.89

Desde : 7/06/2023 10:20:00
Máx : 0.29

Hasta : 10/06/2023 11:10:00
Mín : -0.33

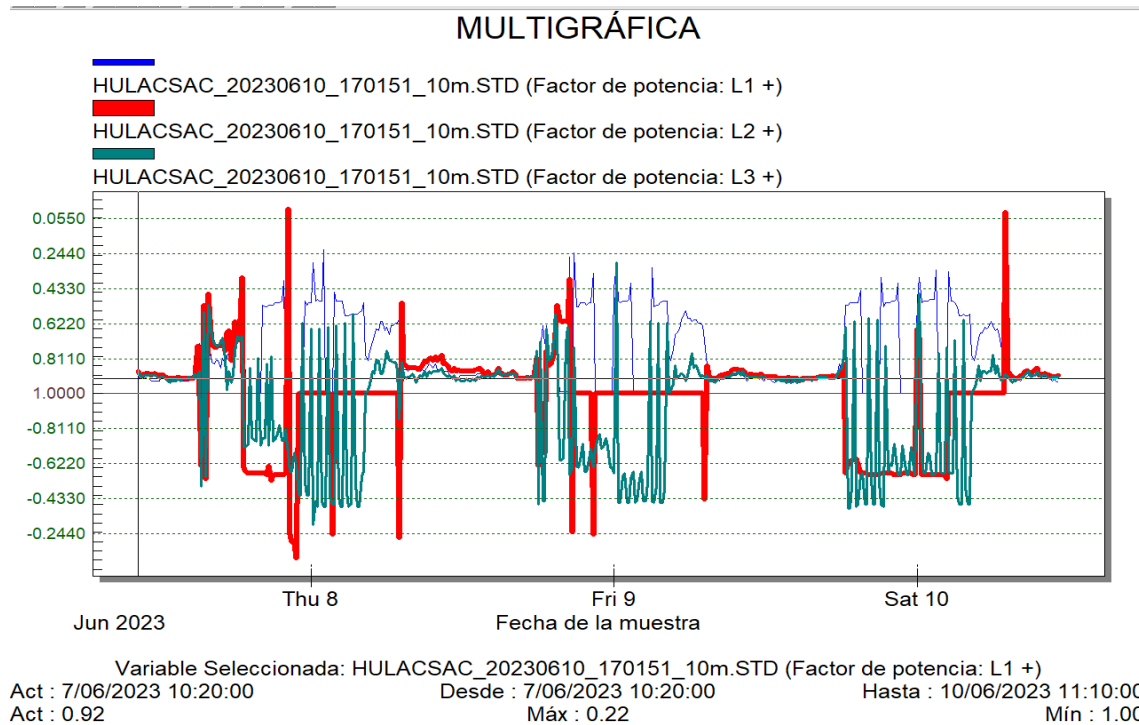
Factor de potencia Máximo = 0.29.

Factor de potencia Mínimo = -0.33.

Factor de potencia Promedio = 0.58.

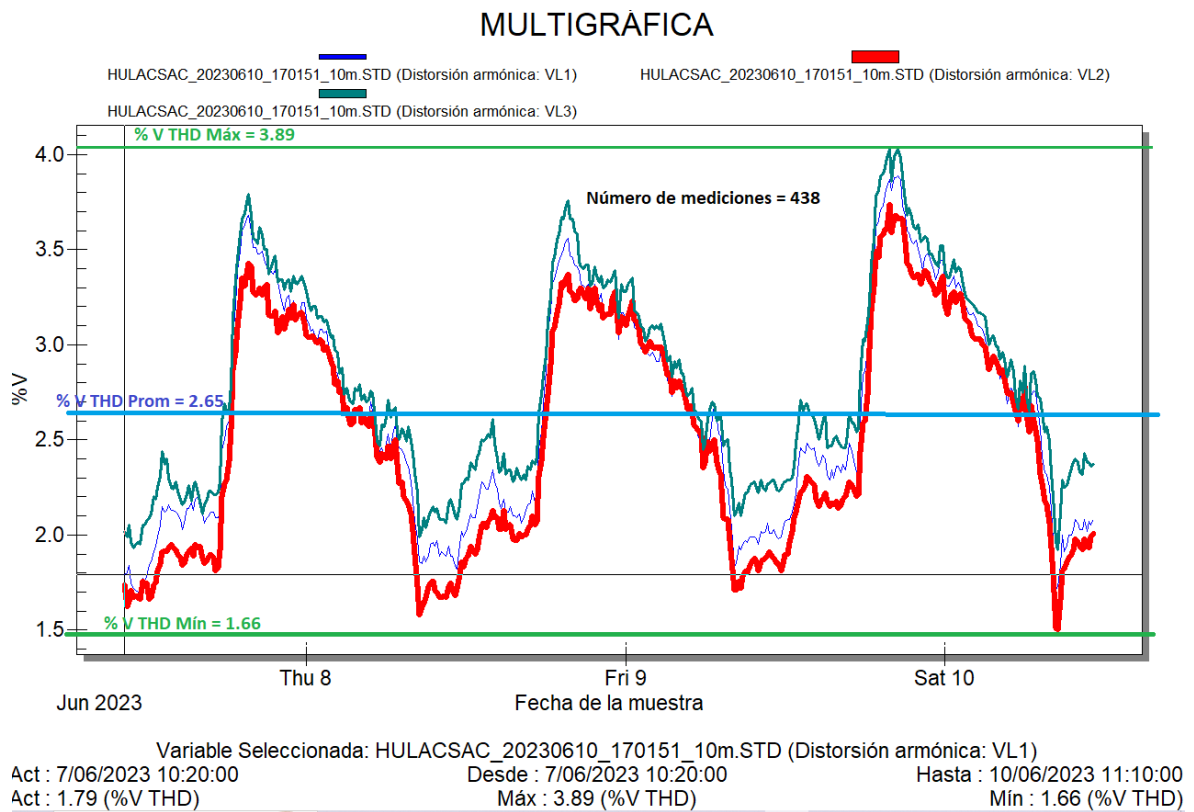
Observación. El factor de potencia cuando la empresa está produciendo tiene un valor mínimo de 0.7 y un Máximo de 0.91, y este es en el horario desde las 4:00 am hasta las 6:00 pm., en la noche el factor de potencia tiene valores hasta de 0.29 y en algunos casos valor negativo, esto debido a que la potencia capacitiva es mayor que la inductiva como resultado es un factor de potencia negativo. Otro indicio de este comportamiento es la falta de mantenimiento a las máquinas, fugas de energía, y el uso de equipos electrónicos como son televisores, radios, y toda conversión AC-DC, etc.

Gráfica 20. Gráfica de Mediciones del Factor de Potencia por cada línea.



El factor de potencia cuando la empresa está en su máxima producción que es de 4:00 am hasta las 6:00 pm. FP Mínimo 0.70 y FP Máximo 0.91 y como factor de potencia promedio es $FP=0.87$. El factor de Potencia se encuentra por debajo de lo permitido por la norma técnica peruana 0.96. por lo tanto, se necesita compensar con energía reactiva, instalando un banco de condensadores.

Gráfica 21. Gráfica de Distorsión Armónica en Tensión %V THD.



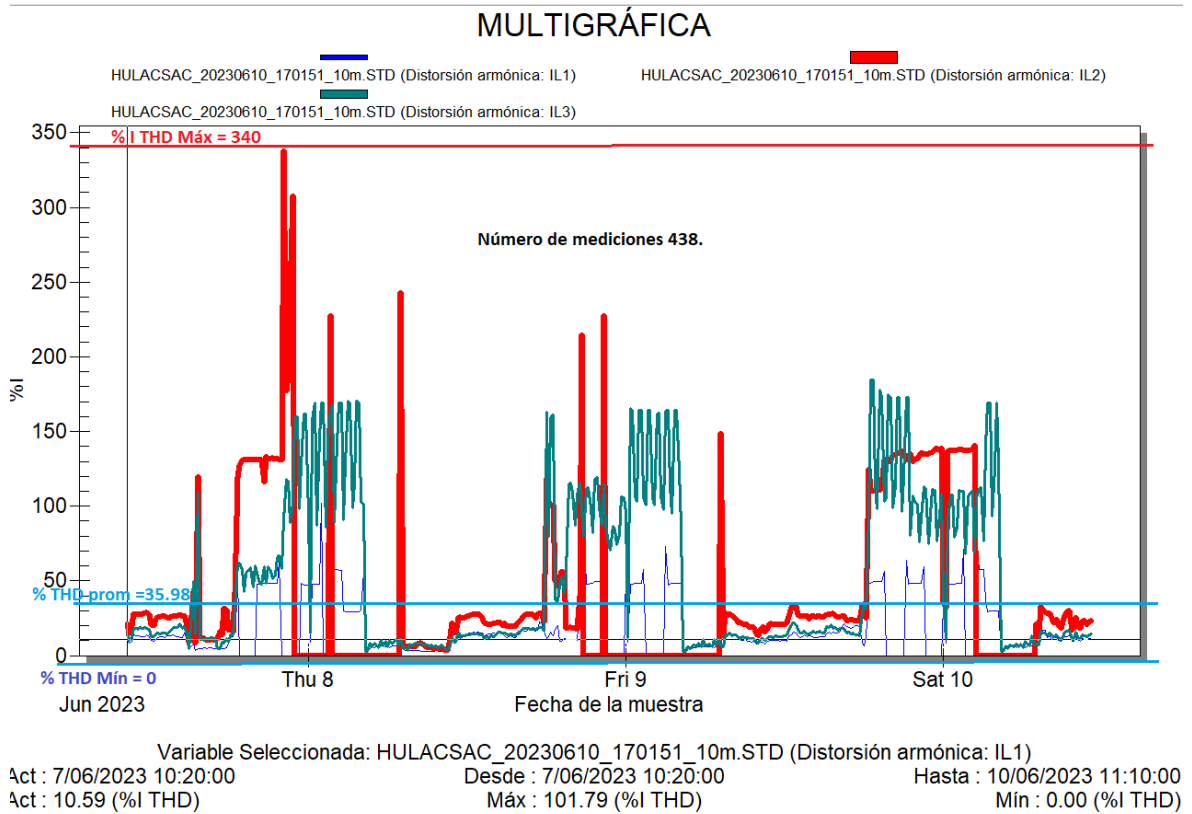
Si se encuentra dentro del rango permitido que es 5 %.

Distorsión Armónica Máxima %V THD. = 3.89 %

Distorsión Armónica Mínima %V THD. = 1.66 %

Distorsión Armónica Promedio %V THD. = 2.65 %

Gráfica 22. Gráfica de Distorsión Armónica de Corriente %I THD



Distorsión Armónica %I THD Permitida no debe superar el 15 %

%I THD Maxima = 340

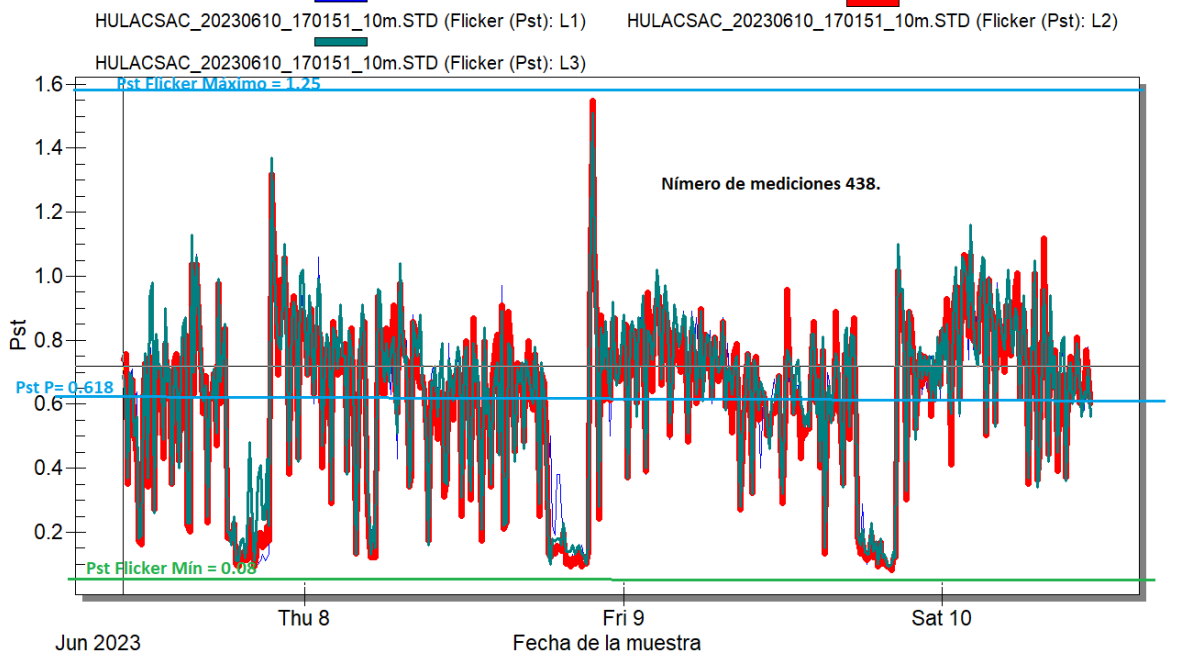
%I THD Minima = 0

%I THD Promedio= 35.98

Observación: Se puede observar que hay una considerable distorsión armónica que está por encima de lo permitido 15 %. En la medición por el analizador de redes el sistema eléctrico mide %I THD % 35.98.

Gráfica 23. Gráfica de mediciones - Flickers por cada línea. (Parpadeo en corto periodo)

MULTIGRÁFICA



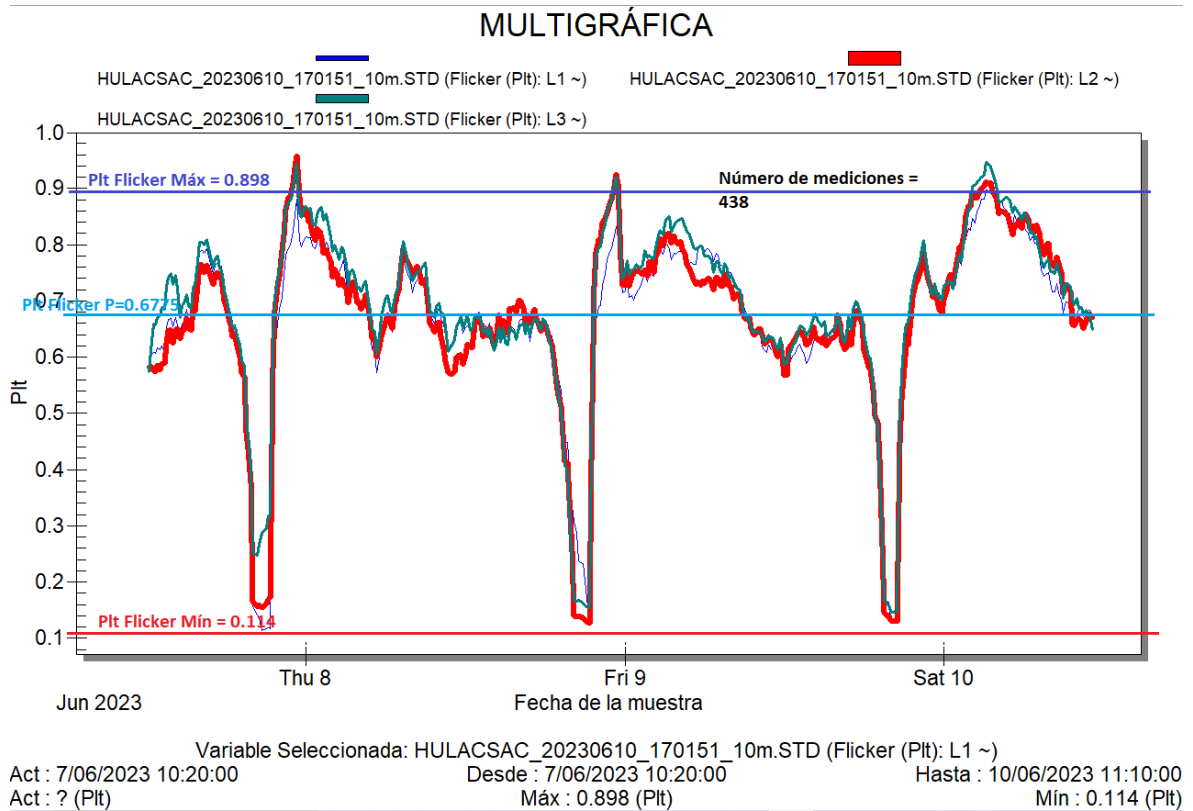
Variable Seleccionada: HULACSAC_20230610_170151_10m.STD (Flicker (Pst): L1)
Act : 7/06/2023 10:20:00 Desde : 7/06/2023 10:20:00 Hasta : 10/06/2023 11:10:00
Act : 0.72 (Pst) Máx : 1.25 (Pst) Min : 0.08 (Pst)

Pst Flicker Máximo = 1.25

Pst Flicker Mínimo = 0.08

Pst Flicker Promedio = 0.618

Gráfica 24. Gráfica de medición – Flickers por cada línea. (Parpadeo en largo periodo)



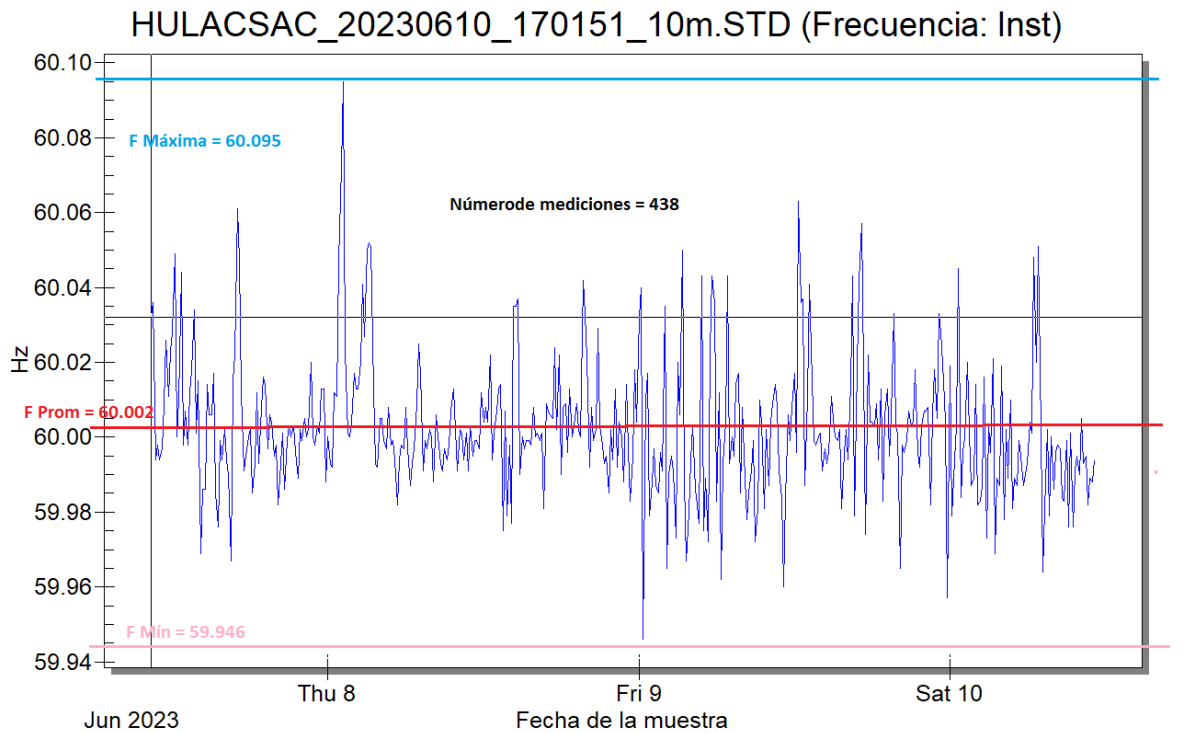
Plt Flicker Máximo = 0.898

Plt Flicker Mínimo = 0.114

Plt Flicker Promedio = 0.6775

Observación: Los Flickers en *Pst* y *Plt* Si está dentro del rango permitido según la norma técnica es < 1 .

Gráfica 25. Gráfica de mediciones de Frecuencia.



Act : 7/06/2023 10:20:00

Desde : 7/06/2023 10:20:00

Hasta : 10/06/2023 11:10:00

Act : 60.032 (Hz)

Máx : 60.095 (Hz)

Mín : 59.946 (Hz)

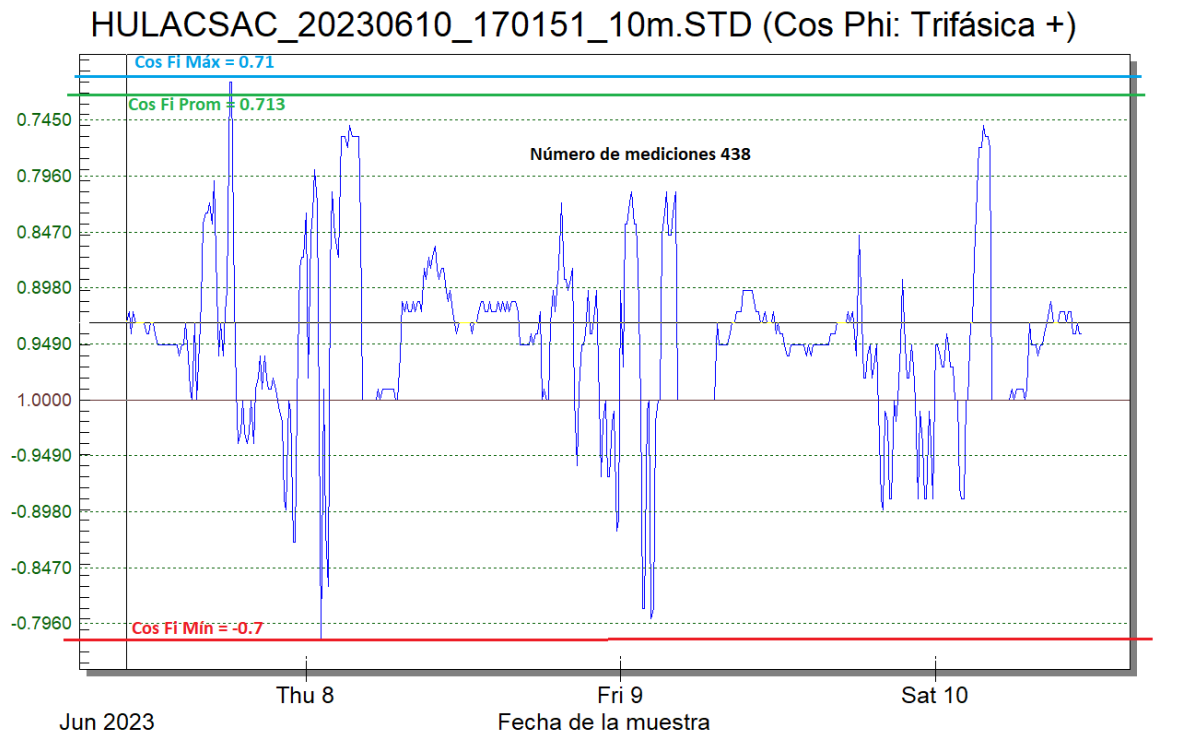
Frecuencia Máxima = 60.095 HZ

Frecuencia Máxima = 59.946 HZ

Frecuencia Promedio = 60.002 HZ

Observación: La frecuencia si se encuentra dentro de los parámetros de tolerancia, según la Norma NTCSE que es el $\pm 0.6\%$ FN.

Gráfica 26. Gráfica de Líneas - Coseno fi.



Act : 7/06/2023 10:20:00

Desde : 7/06/2023 10:20:00

Hasta : 10/06/2023 11:10:00

Act : 0.93

Máx : 0.71

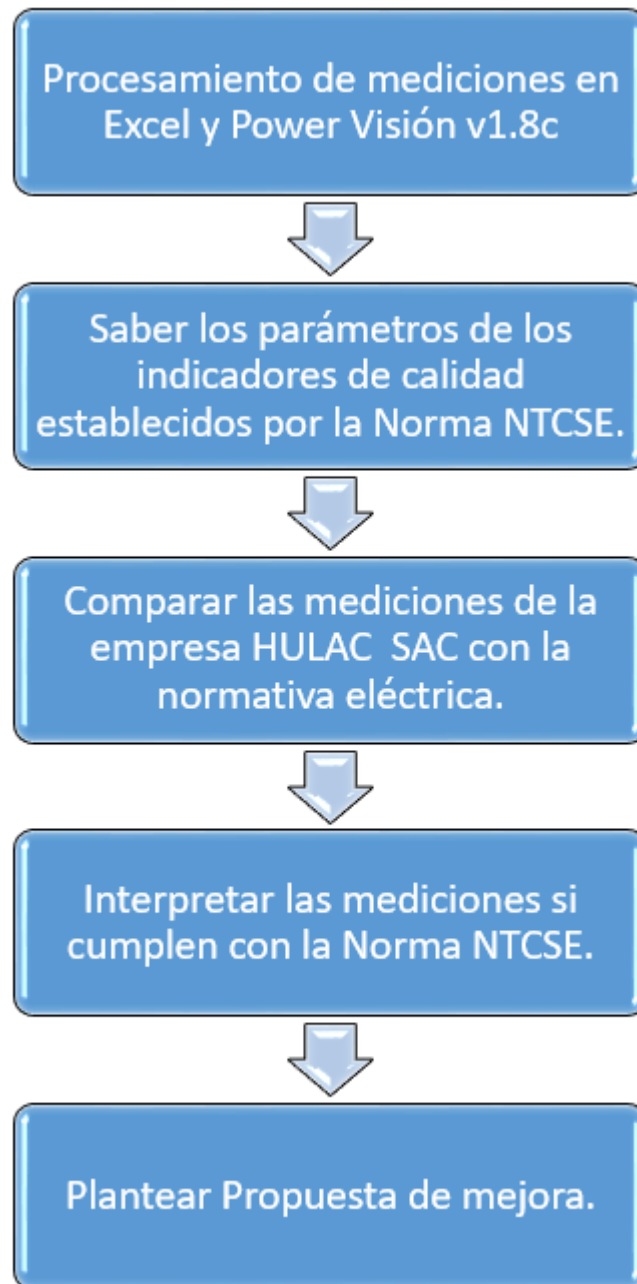
Mín : -0.78

Cos fi Máximo. = 0.71

Cos fi Mínimo. = 0.71

Cos fi Promedio. = 0.71

4.3. 3º Objetivo: Procesamiento y análisis de los datos registrados por el analizador de redes.



Grafica 27: Flujo gram de procesos del Objetivo 03.

Fuente: Propia de los autores.

Analisis de Resultados:

- De acuerdo con la tabla 10, la Máxima Demanda que tiene la empresa HULAC SAC. es $MD = 52307.8 W$. Y según el anexo 02, recibo de Hidrandina, la empresa HULAC SAC tiene una potencia contratada de $P_{Cont} = 53000 W$. Por lo tanto la máxima demanda mostrada en la tabla 10, está dentro de la potencia contratada por Hidrandina.
- Según los datos previos mostrados en la tabla 11. Antes de usar el analizador de redes, se hicieron mediciones en base a la tensión y corriente medida de fase a fase.

Obtenemos:

- $L_1 - L_2 = 374 V$.
- $L_1 - L_3 = 376 V$
- $L_1 - L_2 = 370 V$

Obtenemos una tensión trifásica promedio de: $T_{Trif.} = 373.33 V$

En corriente:

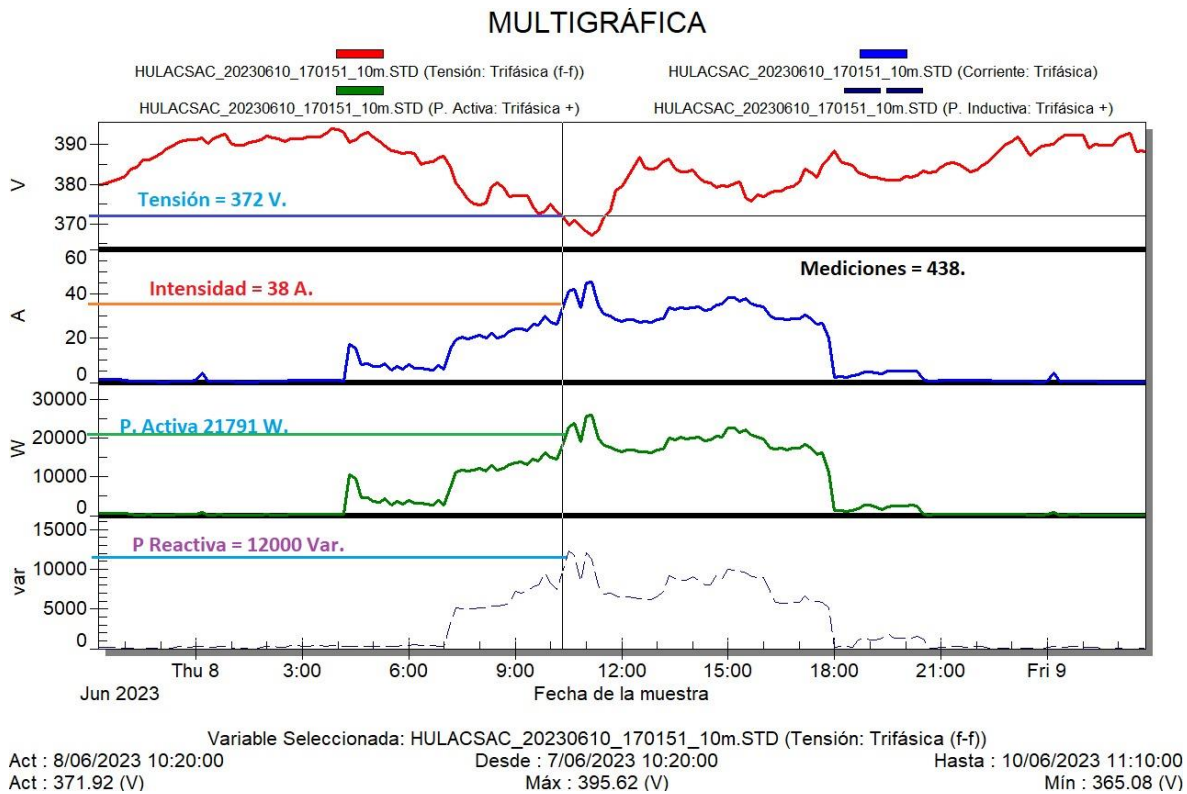
- $L_1 = 34.5 A$.
- $L_2 = 32 A$.
- $L_3 = 43.5 A$.

Obtenemos una corriente trifásica promedio de: $I_{Trif.} = 36.67 A$.

Potencia:

$$P = \sqrt{3} * 373.33 * 36.67 * 0.9 = 21\ 340.615 W.$$

Los valores obtenidos previamente con la pinza amperimétrica fueron realizados a las 10: 30 am, que, al comparar con los resultados con el analizador de redes, si concuerda o tiene una diferencia mínima.



Gráfica 28: Gráfica de Líneas – tensión, Corriente, Potencia activa y reactiva.

Datos registrados por el analizador de redes, a la misma hora 10:30 am:

Tensión: $T = 372 \text{ V}$.

Corriente: $A = 38 \text{ A}$.

Potencia activa: $P = 21\,791 \text{ W}$

Potencia Reactiva: $Q = 12\,000 \text{ var}$.

Factor de potencia: $\text{Cos}\varphi = 0.89$

Con los valores obtenidos, podemos analizar que la potencia trifásica: $P = 21\,340.615 \text{ W}$. de los valores previos si se encuentran dentro de los parametros obtenidos por el analizador de redes que es de $P = 21\,791 \text{ W}$. Con esta comparación queremos demostrar que las mediciones son reales y que la empresa tiene un consumo de energía que es similar a todos los días. Por lo tanto, los resultados previos por la pinza amperimétrica y del analizador de redes en el mismo horario, tiene una variación mínima aceptable del 2 %.

La potencia máxima obtenida por el analizador $P = 32.697 \text{ kW}$ se encuentra dentro de la potencia contratada de $P_{\text{Cont}} = 53.00 \text{ kW}$.

Análisis de los Indicadores de Calidad.

Indicador de Calidad	V. Nominal	Unidad	Tolerancia NTP	Valor máx. adm.	Valor máx. medido	Valor mín. adm.	Valor mín. medido
Tensión Trifásica	380	V.	$\pm 5\%$	399	395.62	361	365.08
Frecuencia	60	Hz	$\pm 0.6\%$	60.36	60.095	59.64	59.946
Flicker		Pst	$\leq 1.$		0.8		0.1
Tasa de Distorsión Armónica en Tensión		TDH (V.) %	5%	TDH _v % L ₁	TDH _v % L ₂	TDH _v % L ₃	TDH _v % Promedio.
				2.64	2.520	2.792	2.7
Tasa de Distorsión Armónica en Corriente		TDH (A.) %	15%	TDH _i % L ₁	TDH _i % L ₂	TDH _i % L ₃	TDH _i % Promedio.
				17.534	38.09	52.33	35.981
Factor de Potencia		Factor	1 > 0.96		Máx. medido	V. promedio	V. mín. medido
					0.91	0.87	0.70

Tabla 28. Valores de los indicadores de Calidad obtenidos del analizador de redes.

Fuente: Propia de los autores.

En la tabla 28, podemos identificar los valores obtenidos por el analizador de redes donde podemos identificar que indicadores de calidad cumple con lo establecido en NTCSE y que indicadores no cumple con los valores de tolerancia y atentan contra la calidad de energía eléctrica.

Se observa los datos de la tensión trifásica en la tensión mínima se reduce en un 3.93 % de su valor nominal que es 380 V. y el máximo valor aumenta en un 4.11% de su valor nominal, por lo consiguiente, se encuentra dentro de la tolerancia permitido por la norma NTCSE., que es de $\pm 5.00\%$.

Los valores de frecuencia se observan que su valor aumenta un 0.158 % de su valor nominal que es de 60Hz, y disminuye a un 0.09 %. de su valor nominal. Según la

norma NTCSE su tolerancia es $\pm 0.6\%$, por lo tanto, se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

Los valores de Flicker se observa que su valor máximo es de $0.8 Pst$ y su valor mínimo es de $0.1 Pst$. Según la NTCSE nos menciona que el $Pst \leq 1$, por lo tanto, se encuentra dentro de los valores establecidos.

Los valores de la Tasa de Distorsión Armónica en Tensión (TDH_V) se observa por línea es: $TDH_V L_1 = 2.64 \%$, $TDH_V L_2 = 2.52 \%$ y $TDH_V L_3 = 2.79 \%$, su valor promedio trifásica es $TDH_V. Trif. = 2.7 \%$. Según lo establecido en la NTCSE – con D.S. N°:040 – 2001-EM. Su tolerancia es de 5% , por lo tanto, se encuentra dentro de los valores permitidos.

Los valores de Tasa de Distorsión Armónica en Corriente (TDH_I) se observa por línea es: $TDH_I L_1 = 17.534 \%$, $TDH_I L_2 = 38.09 \%$ y $TDH_I L_3 = 52.33 \%$, su valor promedio trifásica es $TDH_I. Trif. = 35.981 \%$. Según lo establecido en la NTCSE su tolerancia es de 15% , por lo tanto, no cumple con lo establecido en la norma. Por lo tanto, se puede concluir que se necesita un filtro para armónicos para estabilizar la tasa de distorsión armónica de acuerdo a los parámetros establecidos.

Los valores de Factor de potencia ($\cos\phi$), se observa que su valor máximo es de 0.91 y el valor mínimo es de 0.70 . datos obtenidos en horas de producción de la empresa HULAC SAC. De $4:00$ am a $6:00$ pm, Obteniendo un factor de potencia promedio de 0.87 , de acuerdo con el Código Nacional de Electricidad, un factor de potencia < 0.96 se considera de mala calidad. Por lo tanto, el valor mínimo y máximo del factor de potencia, se encuentra por lo bajo del límite de tolerancia.

Ante ese análisis que se ha desarrollado con la ayuda de la tabla 28, podemos dar paso a la solución para moderar los valores de distorsión armónica de corriente y factor de potencia según los valores de tolerancia que menciona la Norma NTCSE.

Análisis de Calidad de Energía, Factor de potencia.

Valores Trifásicos	Potencia Activa (kW).	Factor de potencia	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Inductiva. (kvar)
Máximo y tercer paso.	32.697	0.890	36.650	
Primer Paso.	11.167		12.712	5.198
Segundo Paso.	21.239		23.358	8.615

Tabla 29. Valores para dimensionamiento para banco de condensadores.

Fuente: Propia de los autores.

La tabla 29 Cuenta con los datos obtenidos del analizador de redes, cuyos valores son trifásico en máximo valor, primero y segundo paso.

Para que el banco de condensadores sea variable, se calcula la potencia del condensador en máximo valor, en primer paso y segundo paso.

Cálculo de diseño para banco de condensadores, con valor trifásico máximo (Anexo 13).

Para disminuir el pago de la energía reactiva:

Según el CNE, $\cos\varphi < 0.96$, indica pérdidas de energía, afectando la eficiencia de trabajo de un circuito eléctrico. Por lo tanto, queremos mejorar un factor de potencia a 0.97 para disminuir la recarga adicional en la factura eléctrica.

Cálculo de diseño para banco de capacitores, Primer Paso:

Valores del Analizador de redes:

- Potencia Activa: $P = 11167 W$.
- Potencia Aparente: $S = 12712 va$.

$$\text{Factor de Potencia: } \cos\varphi = \frac{11167}{12712} = 0.878$$

Se quiere mejorar a un factor de potencia de: $\cos\varphi = 0.970$

$$\text{Ángulo Inicial: } \varphi_i = \cos^{-1}(0.878) = 28.6^\circ$$

$$\text{Ángulo Final: } \varphi_f = \cos^{-1}(0.970) = 14.069^\circ$$

$$\text{Potencia Reactiva Inicial: } Q_i = 12712 * \text{sen}(28.6) = 6.085 \text{ kVAR.}$$

Potencia Reactiva Final: $Q_f = 12712 * \text{sen}(14.069) = 3.090 \text{ kVAR}$

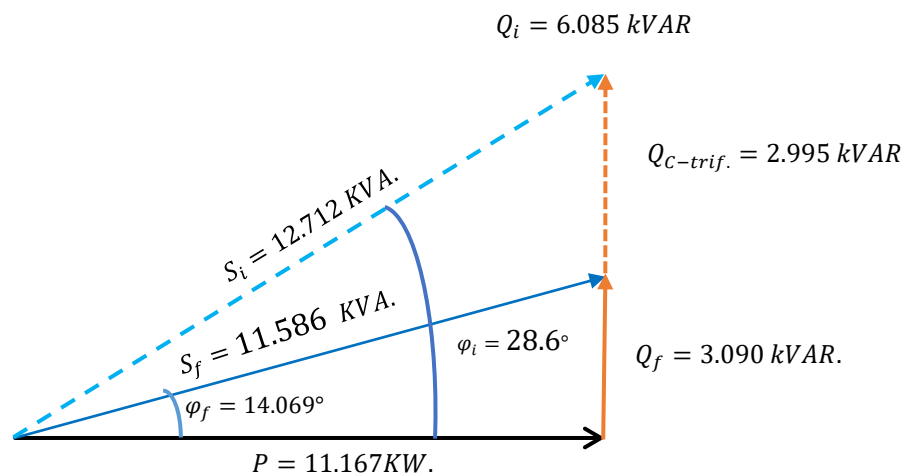
Potencia para el Banco de Capacitores: $Q_{C-trif.} = Q_i - Q_f$

Reemplazamos valores:

$$Q_{C-trif.} = 6085 - 3090$$

$$Q_{C-trif.} = 2.995 \text{ kVAR}$$

Diagrama de Triangulo de potencia con Banco de Capacitores:



Gráfica 29. Triangulo de Potencia con Banco de Capacitores, en primer paso.

Fuente: Propia de los autores.

Observación. Según el cálculo para el primer paso del banco de condensadores será de 3 Kvar. Mejorará el factor de potencia de 0.87 a 0.97.

Cálculo de diseño para banco de capacitores, Segundo Paso:

Potencia Activa: $P = 21.239 \text{ kW}$.

Potencia Aparente: $S = 23.358 \text{ kW}$.

$$\text{Factor de Potencia: } \text{Cos}\varphi = \frac{21.239}{23.358} = 0.909$$

Se quiere mejorar a un factor de potencia de: $\text{Cos}\varphi = 0.970$

$$\text{Ángulo Inicia: } \varphi_i = \text{cos}^{-1}(0.909) = 24.632^\circ$$

$$\text{Ángulo Final: } \varphi_f = \text{cos}^{-1}(0.970) = 14.069^\circ$$

Potencia Reactiva Inicial: $Q_i = 23.358 * \text{sen}(24.632) = 9.735 \text{ kVAR}$.

Potencia Reactiva Final: $Q_f = 23.358 * \text{sen}(14.069) = 5.67 \text{ kVAR}$

Potencia para el Banco de Capacitores:

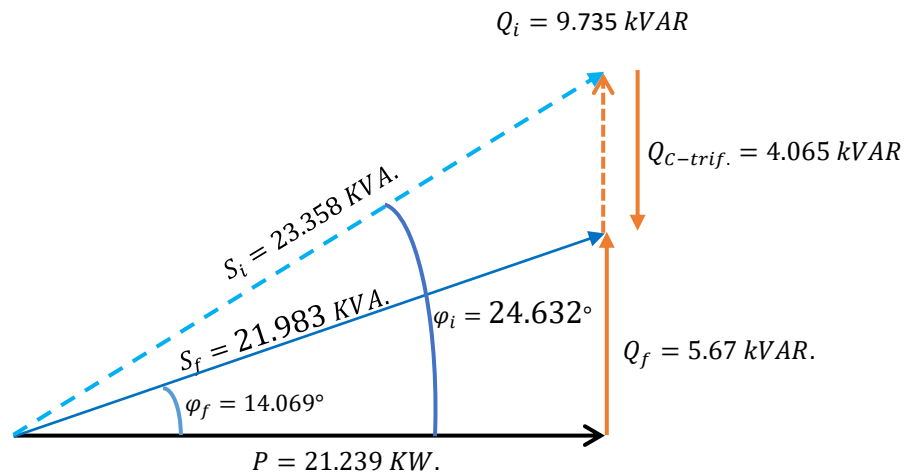
$$Q_{C-trif.} = Q_i - Q_f$$

Reemplazamos valores:

$$Q_{C-trif.} = 9.735 - 5.67$$

$$Q_{C-trif.} = 4.065 \text{ kVAR}$$

Diagrama de Triangulo de potencia con Banco de Capacitores:



Gráfica 30. Triangulo de Potencia con Banco de Capacitores, en segundo paso.

Fuente: Propia de los autores

Observación: Para el segundo paso se dimensiono un banco de condensadores de 4.065 Kvar para mejorar el factor de potencia de 0.909 a 0.97.

Cálculo del Tercer paso para banco de condensadores.

Ángulo Inicia: $(\varphi_i): \varphi_i = \cos^{-1}(0.890) = 27.127^\circ$

Ángulo Final: $\varphi_f = \cos^{-1}(0.970) = 14.069^\circ$

Potencia Reactiva Inicial: $Q_i = 36.650 \text{ VA} * \text{sen}(27.127) = 16.711 \text{ kvar}$.

Potencia Reactiva Final: $Q_f = 36650 \text{ VA} * 0.24 = 8.909 \text{ kvar}$

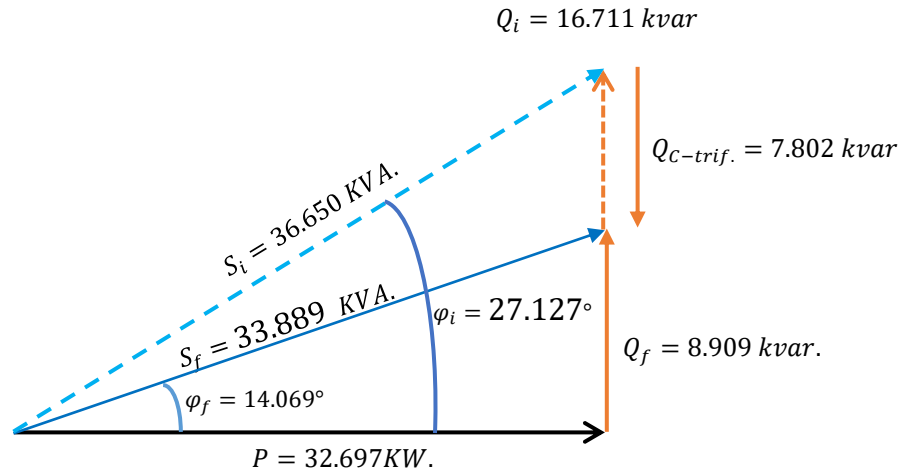
Potencia para el Banco de Capacitores: $Q_{C-trif.} = Q_i - Q_f$

Reemplazamos valores:

$$Q_{C-trif.} = 16.711 - 8.909$$

$$Q_{C-trif.} = 7.802 \text{ kVAR}$$

Diagrama de Triangulo de potencia con Banco de Capacitores:



Gráfica 31. Triángulo de Potencia con Banco de Capacitores.

Fuente: Propia de los autores.

Observación: Para el tercer paso cuando la potencia es la máxima se calculó un banco de condensadores de 7.802 Kvar. Para mejorar el factor de potencia de 0.89 a 0.97.

Comparación de banco de condensadores calculado en 3 pasos con respecto a las mediciones de energía reactiva.

Nro. de pasos.	Q Calculado FP 0.97	Q MYeBOX FP 1
1er paso.	2995 var	5198 var
2do paso.	4065 var	8615 var
3er paso.	7802 var	16711 var

Tabla 30 Grafica para dimensionamiento de banco de condensadores.

Fuente: Propias de los autores.

La tabla 30, nos indica la potencia que debe tener el banco de condensadores de tipo variable.

Según lo mostrado en la tabla 29, los valores de potencia que debe tener el banco de condensadores variables de acuerdo a nuestro analisis de cálculo son de 2 995 var, 4 065 var y 7 802 var.

Analisis de Calidad de Energía, Distorsión Armónica en corriente.

Cálculo para Filtros de Armónicos

Intensidad RMS: $I_{RMS} = 54.348 \text{ A}$.

Intensidad fundamental $I_1 = 54.05 \text{ A}$. (Dato obtenido del Analizador de Redes)

Intensidad residual (de armónicos). $I_{RES} = \sqrt{54.348^2 - 54.05^2} = 5.684 \text{ A}$.

Tensión Nominal: 380 V .

Factor de potencia: 0.87

Potencia Activa: $P = 32.697 \text{ kW}$.

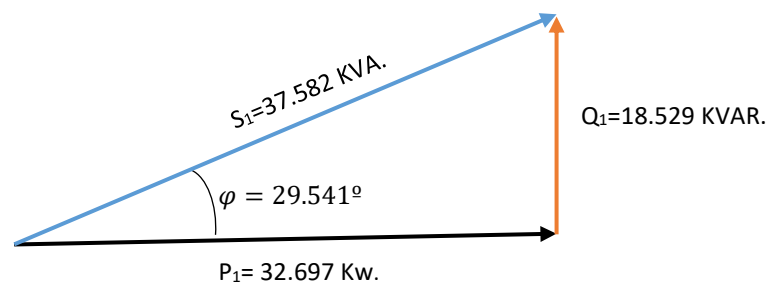
Ángulo de desfase Intensidad Tensión: $\varphi = \cos^{-1}(0.87) = 29.541^\circ$

Potencia Reactiva $Q = 32.697 * \tan 29.541 = 18.529 \text{ Kvar}$.

Potencia Aparente, sin distorsión armónica, S_1 :

De la fórmula de Potencia aparente, $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$, obtenemos: $S = 37.582 \text{ kVA}$.

Diagrama de triangulo de potencia sin armónicos.



Grafica 32. Gráfica de triangulo de potencia sin armónicos.

Fuente: Propias de los autores.

Potencia de distorsión armónica (D):

De la ecuación $D = \frac{\sqrt{3} * U_1(V) * I_{res}(A)}{1000}$ ($kvar$), Obtenemos: $D = 3.741 \text{ Kvar}$.

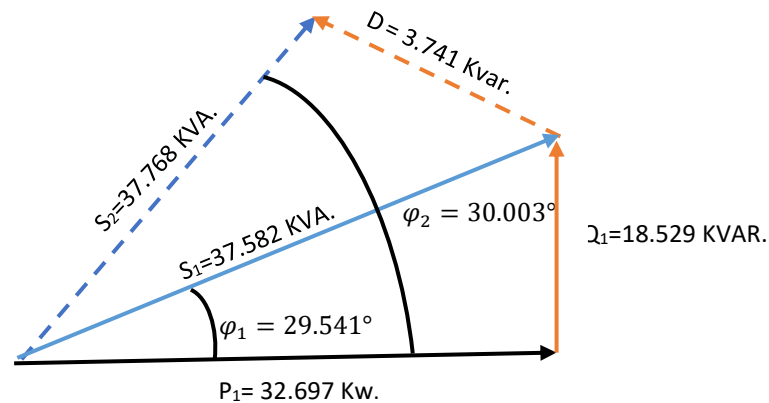
Potencia Aparente, con distorsión armónica, S_2 :

De la ecuación: $S_2 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2 + D^2}$, Obtenemos: $S_2 = 37.768 \text{ kVA}$.

Factor de potencia del Circuito con distorsión armónica:

De la ecuación, $Fp = \frac{P}{S_2}$, obtenemos: $Fp = 0.866$

Gráfica de Triangulo de Potencia con armónicas



Grafica 33. Gráfica de triangulo de potencia con armónicos.

Fuente: Propias de los autores.

Según la gráfica 33. Se debe instalar un filtro de armónicos con una potencia de 3.741 Kvar .

Selección del Conductor de Protección, Cable Puesto a Tierra. (Anexo 13)

Para el caso de HULAC SAC, pertenece al régimen industrial, por lo tanto, la resistencia a tierra, según el CNE – Suministro 2011. debe ser $\leq 25 \Omega$

La corriente máxima: $I = 57.233 \text{ A}$.

Según la tabla de la Norma Técnica peruana de puesta a tierra, se elige el conductor más cercano a $I = 57.233 \text{ A}$., que sería $I = 60 \text{ A}$., cuyo cable de cobre es de 5 mm^2

Dimensionamiento de puesta a tierra

Datos técnicos

- Resistividad del suelo. = $55 \Omega - m$
- Longitud del electrodo de cobre electrolítico: $L_{elect} = 2.40 \text{ m}$.
- Diámetro del electrodo (19 mm), $d_{elct.} = 0.019 \text{ m}$
- Profundidad del pozo a tierra: $h = 2.40 \text{ m}$.
- Resistividad de la puesta a tierra sector industrial = 25Ω .

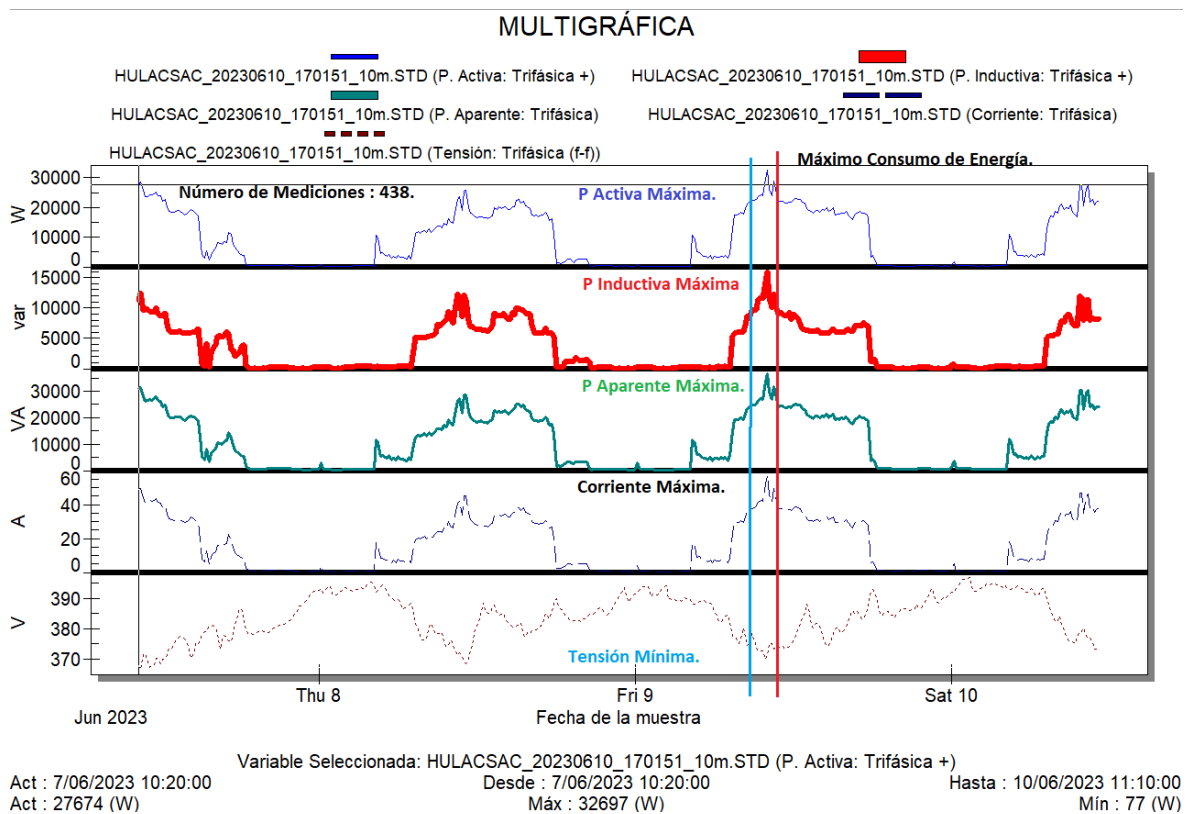
La resistencia obtenida por la puesta tierra, con las características anteriormente mencionadas, tiene: $R_t = 20 \Omega$

La resistencia válida para la puesta a tierra en sector industrial es: $R_T = 25\Omega$.

Por lo tanto, la resistencia de la puesta a tierra si cumple con la Norma, ya que la resistencia calculada de la puesta a tierra $R_t = 20\Omega$, es menor a $R_T = 25\Omega$.

El dimensionamiento y tablas de resistividad de tipos de suelos se encuentra en el **Anexo 13**.

Gráfica 34. Gráfica de Líneas - Mediciones donde se da el mayor consumo de energía para nuestro análisis del cable alimentador.



Cable alimentador = NYY 3*1*50 mm² (L) + 1*35 mm² (N) + 1*25 mm² (T).

Corriente Ducto = 186 A

Potencia Activa Máxima medida por MYeBOX 1500 = 32697 W

Potencia Inductiva Máxima medida por MYeBOX 1500 = 15961 VAR

Potencia Aparente Máxima medida por MYeBOX 1500 = 36650 VA

Tensión Mínima medida por MYeBOX 1500 = 365.08 V

Corriente Máxima medida por MYeBOX 1500 = 57.233 A

Analizamos el cable alimentador. = NYY 3*1*50 mm² (L) + 1*35 mm² (N) + 1*25 mm² (T). con respecto a la corriente.

Corriente de Diseño

$$I_d = I_{Nom} \times 1.25.$$

$$I_d = 57.233 \times 1.25.$$

$$I_d = 71.54 \text{ A}$$

El conductor tiene que soportar la corriente de diseño y la caída de tensión.

Fórmula para Cálculo de caída de tensión.

$$\Delta V = K * I_d * \frac{\rho * L}{S} * \cos\phi$$

Donde

ΔV = Caída de tensión.

K = Constante 1 para monofásico, $\sqrt{3}$ si es trifásico.

I_d = Corriente de diseño. 125 % de la Nominal por Norma.

ρ = Resistividad del cobre.

L = Longitud del conductor.

S = Sección del conductor en mm².

Cos ϕ = Factor de potencia.

Calculamos la caída de tensión con el alimentador existente.

$$\Delta V = 1.732 * 71.54 \text{ A} * \frac{0.0175 \Omega/\text{m} * 30}{50} * 0.9$$

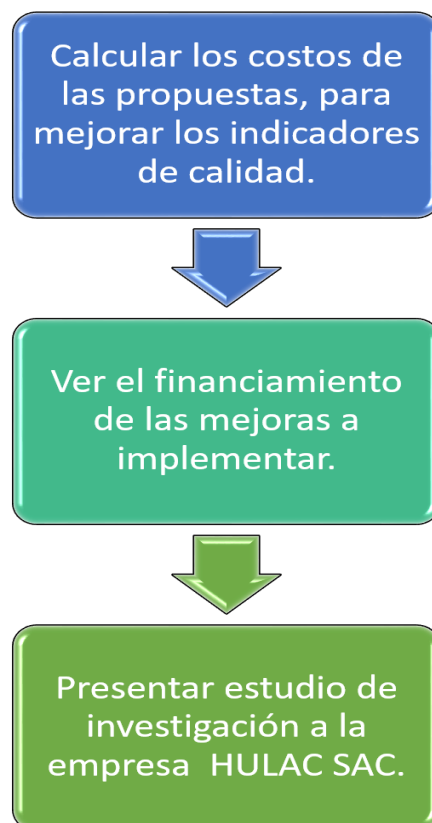
$$\Delta V = 1.17 \text{ V}$$

Caída de Tensión = 0.30 % < 2.5 % Exigido por el CNE

La tabla usada para analizar el conductor NYY se encuentra en el **Anexo 14**

- Según la gráfica 33, del Triángulo de Potencia con Filtros armónicos, el filtro debe tener una potencia de 3.741 *Kvar* para disminuir la tasa de distorsión armónica en corriente a niveles aceptables.
- Para la compensación de la energía reactiva, se dimensiono un banco de condensadores paso a paso, con las siguientes características que se encuentran en la tabla 27.

4.4. 4º Objetivo: Evaluación económica de los costos de las propuestas de mejora a implementar.



Grafica 35: Flujo grama de procesos del Objetivo 04.

Fuente: Propia de los autores.

En este Objetivo Específico N.º 04, mostramos el valor monetario que invertiría la empresa HULACC SAC, para mejorar su circuito eléctrico, para la implementación y mantenimiento de la puesta a tierra, y el costo por implementar un banco de condensadores variable y un filtro armónico reactivo.

Mejora de los 14 tableros de control.				
Descripción	Observación	Cantidad	Costo unitario	Costo Total.
Tableros metálicos de (500*400*200) mm	Deteriorados	2	S/ 250.0	S/ 500.0
Canaleta ranura (40*40*2000) mm	Implementación	12	S/ 12.3	S/ 147.6
Riel Din 35*7.5*1mm *2 m	Implementación	4	S/ 12.0	S/ 48.0
Cable GPT 18 AWG	Implementar	2	S/ 80.0	S/ 160.0
Cable NH-80 4 mm² (100 m)	Implementar	1.5	S/ 310.0	S/ 465.0
Bornera de 10 mm	Implementar	25	S/ 1.8	S/ 45.0
Cable espiral de 6 mm *10 m	Implementar	2	S/ 5.0	S/ 10.0
Terminal aislado 0.75 mm²	Implementar	1	S/ 5.0	S/ 5.0
Terminal aislado 4 mm²	Implementar	1	S/ 8.5	S/ 8.5
Llaves termomagnéticas 2*16 A	Implementar	2	S/ 25.0	S/ 50.0
Lámparas señalizadoras R, V	Implementar	10	S/ 5.0	S/ 50.0
Pulsadores (NA, NC)	Implementar	10	S/ 6.0	S/ 60.0
Cinta aislante	Implementar	3	S/ 5.0	S/ 15.0
Cintillos blancos 200 mm	Implementar	2	S/ 10.0	S/ 20.0
Mano de obra	Ejecutar.	1	S/ 1,000.0	S/ 1,000.0
Costo total				S/ 2,584.1

Tabla 31. Valor Monetario para mejorar tableros de control.

Fuente: Propias de los autores.

Arranque por variador de frecuencia para Molino 10 HP				
Descripción	Observación	Cantidad	Costo unitario	Costo Total.
Variador de frecuencia ALLEN-BRADLEY	Implementar	1	S/ 2,200.0	S/ 2,200.0
Pulsadores NA, NC	Implementar	2	S/ 5.0	S/ 10.0
Pulsador de emergencia.	Implementar	1	S/ 10.0	S/ 10.0
Selector	Implementar	1	S/ 12.0	S/ 12.0
Mano de obra	Ejecutar.	1	S/ 250.0	S/ 250.0
Costo total.				S/ 2,482.0

Tabla 32. Valor Monetario para implementar el tablero del Molino de 10 Hp

Fuente: Propias de los autores.

Implementación de 2 puestas a tierra.				
Descripción	Observación	Cantidad	Costo unitario	Costo Total.
Varilla cobre 2.4m* 19 mm		2	S/ 218.0	S/ 436.0
Conector AB 5/8 in		2	S/ 4.5	S/ 9.0
Cemento conductivo Electrocem		6	S/ 52.0	S/ 312.0
Bentonita Sódica		10	S/ 20.0	S/ 200.0
Caja de registro Propileno		2	S/ 29.5	S/ 59.0
Dosis Thorgel		2	S/ 100.0	S/ 200.0
Protector antirrobo		2	S/ 20.0	S/ 40.0
Sal industrial 50 Kg		2	S/ 35.0	S/ 70.0
Cable desnudo cobre 16 mm ²		6	S/ 8.5	S/ 51.0
Cable CPT INDECO 5 mm ²		20	S/ 5.0	S/ 100.0
Tierra de chacra		2	S/ 100.0	S/ 200.0
Mano de obra		2	S/ 500.0	S/ 1,000.0
Costo Total				S/ 2,677.0

Tabla 33. Valor Monetario para Implementar dos puestas a tierra.

Fuente: Propias de los autores.

Mantenimiento de puesta a tierra existente.				
Descripción	Observación	Cantidad	Costo unitario	Costo Total.
Dosis de thorgel		1	S/ 100.0	S/ 100.0
Alquiler de telurómetro		1	S/ 40.0	S/ 40.0
Mano de obra.		1	S/ 30.0	S/ 30.0
Certificado		1	S/ 80.0	S/ 80.0
Costo total				S/ 250.0

Tabla 34. Valor Monetario para Mantenimiento a puesta a tierra.

Fuente: Propias de los autores.

Banco de condensadores 3 pasos 9 Kvar				
Descripción	Observación	Cantidad	Costo unitario	Costo Total.
1 tablero de (1.5*0.8*0.45) m		1	850	850
Cables y ferretería.		1	S/ 200.0	S/ 200.0
Regulador de FP DCRL3 3 pasos		1	S/ 650.0	S/ 650.0
Llave term. 80 A.		1	S/ 350.0	S/ 350.0
Llave Term 60 A.		3	S/ 200.0	S/ 600.0
Contactador para Cond. 3 Kvar.		3	S/ 135.0	S/ 405.0
Condensador varplus 3 Kvar		3	S/ 480.0	S/ 1,440.0
Transformador de corriente 250/5		1	S/ 125.0	S/ 125.0
Otros		1	S/ 250.0	S/ 250.0
Mano de obra		1	S/ 1,500.0	S/ 1,500.0
Costo total				S/ 6,370.0

Tabla 35. Valor Monetario para Banco de Condensadores variable.

Fuente: Propias de los autores.

Filtro de armónicos reactivo.				
Descripción	Observación	Cantidad	Costo unitario	Costo Total.
Reactor inductivo de línea 3 Kvar .		3	S/ 1,250.0	S/ 3,750.0
Mano de obra		1	S/ 600.0	S/ 600.0
Ferretería eléctrica		1	S/ 180.0	S/ 180.0
Tablero de (90*50*40) cm		1	S/ 600.0	S/ 600.0
Costo total				S/ 5,130.0

Tabla 36. Valor Monetario para Filtro de Armónicos Reactivo.

Fuente: Propias de los autores.

Implementación y mantenimiento:	Costo Total.
Mejora de los 14 tableros de control.	S/ 2,584.1
Arranque por variador de frecuencia para Molino 10 HP	S/ 2,482.0
Implementación de 2 puestas a tierra.	S/ 2,677.0
Mantenimiento de puesta a tierra existente.	S/ 250.0
Banco de condensadores de tres pasos 9 Kvar	S/ 6,370.0
Filtro de armónicos reactivo.	S/ 5,130.0
Costos totales	S/ 19,493.1

Tabla 37. Valor Monetario total de inversión.

Fuente: Propias de los autores.

La tabla 37, contiene los costos totales de cada tabla desde la tabla 31 hasta la tabla 36, donde menciona que mejorar 14 tableros de control, sale un valor monetario de S/. 2 584.10, Arranque por variador de frecuencia para molino de 10 Hp, tiene un valor monetario de S/. 2 482.00, realizar una implementación en dos puestas a tierra, sale un valor monetario de S/. 2 677.00. Realizar mantenimiento a puesta a tierra existente, tiene un costo de S/. 250.00, Implementar un banco de condensadores de tres pasos 9Kvar, tiene un costo de S/. 6 370.00, e Implementar un filtro de armónicos reactivo, tiene un costo de S/. 5 130.00. En total la empresa HULAC SAC debe invertir un valor monetario de S/. 19 493.10, para mejorar su circuito eléctrico y mantener eficiente sus equipos y máquinas eléctricas.

V. DISCUSIÓN

Después de realizar el análisis del circuito eléctrico en la empresa HULAC SAC., con el analizador de redes:

- Marca: CIRCUITOR.
- Modelo: MYeBOX 1 500
- Número de Serie: 20410470.

Información de Software: Power Vision, Versión: v1.8c.- App: MYeBOX (Aplicación para celular)

Teniendo los siguientes resultados.

Indicadores de Calidad	V. Nominal	Unidad	Tolerancia NTP	Valor máx. admisible	Valor máx. medido	Valor min. admisible	Valor mín. medido	Observación	Conclusión
Tensión Trifásica	380	V.	±5%	399	395.62	361	365.08	399 V. > 395 V. y 361 V.< 365.08 V., tolerancia es ±5% del valor nominal.	Si cumple con la tolerancia de la NTCSE.
Frecuencia	60	Hz	±0.6%	60.36	60.095	59.64	59.946	60.36 Hz > 60.095 Hz y 59.64 Hz < 59.946 Hz, tolerancia es ±0.60% del valor nominal.	Si cumple con la tolerancia de la NTCSE.
Flicker		Pst	≤ 1.		0.8		0.1	0.8 Pst < 1 Pst. y 0.1 Pst < 1 Pst., tolerancia es ≤ 1.	Si cumple con la tolerancia de la NTCSE.

Tasa de Distorsión Armónica en Tensión	TDH (V.) %	5%	TDH _v % L ₁	TDH _v % L ₂	TDH _v % L ₃	TDH _v % Promedio.	Con su valor promedio de 2.7 % < 5%, tolerancia 5%.	Esta dentro de los parámetros establecidos, si cumple con la tolerancia de la NTCSE.
			2.64	2.520	2.792	2.7		
Tasa de Distorsión Armónica en Corriente	TDH (A.) %	15%	TDH _i % L ₁	TDH _i % L ₂	TDH _i % L ₃	TDH _v % Promedio.	Con su valor promedio de 35.98 % > 15%, tolerancia es de un 15%.	De acuerdo a su tolerancia debe ser menor al 15%. Por lo tanto, no cumple con la tolerancia de la NTP.
			17.534	38.09	52.33	35.981		
Factor de Potencia	Factor	0.96		Valor máx. medido	Valor promedio medido.	Valor mín. medido	Con su valor promedio de 0.87 % < 0.96%, su valor de tolerancia permitida es de 0.96	Los valores del factor de potencia en mínimo y máximo están por debajo del 0.96, por lo tanto, no cumple con la tolerancia de la NTP.
				0.91	0.87	0.70		

Tabla 38. Resultados de Indicadores de Calidad con su valor de tolerancia

Fuente: Propia de los autores

Los valores mostrados en la tabla 38, son los resultados obtenidos del analizador de redes MYeBOX 1 500, y fueron comparados con los valores de tolerancia de que menciona la Norma NTCSE.

Para obtener estos resultados nuestra metodología fue la siguiente: el tipo de investigación es aplicada por el uso de teorías existente, por ejemplo, el uso de los valores de tolerancia de cada indicador de calidad que menciona la norma NTCSE.

El diseño de investigación es de tipo no experimental, porque el uso de programas para llevar a cabo el análisis de los indicadores de calidad de energía eléctrica. Utilizamos la técnica de análisis documental donde recolectamos datos reales de los indicadores de calidad de energía en la ficha de registro con la ayuda del analizador de redes, y utilizamos la técnica de observación, donde utilizamos evidencias fotográficas describimos las condiciones en las que se encuentra la red eléctrica, utilizando la ficha de observación. Ya con el análisis de estos resultados, recomendamos el uso de un filtro de armónicos reactivo de 3.74 Kvar, para reducir los armónicos que se encuentra en la red eléctrica y la implementación de un banco de condensadores de tres pasos de 2.9 Kvar, 4.06 Kvar y 7.8 Kvar, para compensar el factor de potencia y regularizar la potencia reactiva.

Comparando nuestra metodología con el trabajo realizado por Bustamante y Huingo (2022)⁵ Al igual que nuestro trabajo el tipo de investigación es aplicada porque se hace uso de teorías enfocados en el mejoramiento. La técnica que emplearon es la entrevista y recolección de datos obtenidos por el analizador de redes. Sus resultados obtenidos, fueron comparados con la NTCSE y con ello definen que factores no cumplen de acuerdo con la norma, y por ello, como medio de solución, recomiendan llevar un filtro de armónicos con una potencia de 3.28 Kvar. Y una potencia de condensador por fase de 2.953 Kvar. Además, recomienda implementar planes de mantenimiento preventivo a los dispositivos eléctricos.⁵

Huanca (2020)³, Las técnicas e instrumentos para recolectar sus datos es la inspección del campo, Formatos de medición para registrar los parámetros eléctricos, con la ayuda del Analizador de redes, y evidencias fotográficas de cada sub estación eléctrica. Luego pasa a comparar sus resultados con la NTCSE

obteniendo como resultado una elevada distorsión armónica en tensión y corriente. Por lo tanto, recomienda balancear las cargas para mejorar su sistema eléctrico y hacer un estudio de armónico para mejorar el sistema con filtros de armónicos y recomienda hacer un plan de mantenimiento de las redes de baja tensión.³

Corzo (2021) en su trabajo de tesis “*Descripción de los parámetros de la Calidad de Energía Eléctrica del Sistema de Utilización de la Clínica Rebagliati – Huancayo en el año 2020*”. La técnica e instrumento para recolectar sus datos es el uso del analizador de redes, para que los valores que obtenga sean analizados y comparados por la NTCSE. El informe no lo menciona, pero su trabajo de investigación es de tipo aplicada ya que hace uso de teorías existentes y su diseño de investigación es no experimental por el uso de programas el análisis de sus resultados. Su metodología es simple ya que solo usa la obtención de datos por medio del analizador de redes y los compara con la norma. Por lo tanto, solo recomienda un “banco de condensadores automático de seis pasos, realizar un balance de cargas monofásicas y mantenimiento de puesta a tierra.”²³

Gonzales Chacon (2022)⁷, “su trabajo de investigación es de carácter descriptivo por el análisis actual de la empresa a partir de información recopilada de memorias anuales, entrevistas realizadas y revisión bibliográficas. Además, además el autor realiza una método interesante para fundamentar sus conclusiones y dar su recomendaciones y es el uso del diagrama de Ishikawa para determinar las causas y consecuencias que impide mejorar el suministro de energía, con el análisis del FODA identifica las fortalezas y debilidades de la empresa con respecto a al calidad de energía eléctrica, y con el Benchmarking, le permite compara los resultados del Ishikawa y el FODA con las condiciones en las que se encuentran otras empresas del mismo rubro.”⁷ Se considera interesante la metodología para poder comparar los resultados con otras empresas, pero para dar una recomendación mas aceptable se debe realizar una auditoría de los resultados de indicadores de calidad, y con valores técnicos dar conclusiones más certeras, para la solución del problema.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones que llegamos a obtener, están en coherencia con los objetivos de estudio.

Del levantamiento de información técnica de las instalaciones eléctricas, objetivo específico N°01. se concluye que la empresa HULAC SAC, tiene una potencia instalada de $72\,732.5\text{ W}$ y su máxima demanda se presenta en los valores registrados por el analizador de redes y es $MD = 32\,697\text{ W}$. Y su potencia contratada es $P_{Cont} = 53\,000\text{ W}$, por lo tanto, su máxima demanda se encuentra dentro de potencia contratada por Hidrandina, Además se observó que los tableros metálicos de distribución están deteriorados y presenta oxido, y se concluye que es por la falta de mantenimiento. También, existen tableros de polietileno sin su cubrimiento transparente, poniendo a exposición las llaves diferenciales y termomagnéticas al polvo y humedad, y los cables se encuentran mal distribuidas sin orden ni estética de instalación, por lo tanto, se concluye que deben cambiar los tableros de distribución de polietileno, y ordenar estéticamente los cables para un mejor mantenimiento, o cambio de dispositivos eléctricos.

La potencia trifásica, obtenida previamente al medir con la pinza amperimétrica la tensión y corriente de cada línea, nos sale $P = 21\,340.615\text{ W}$. Y con el analizador de redes obtenemos una potencia de $P = 21\,794\text{ W}$. Por lo tanto se concluye que los valores obtenidos antes de usar el analizador de redes son valores reales y los resultados previos por la pinza amperimétrica y del analizador de redes en el mismo horario $10 : 30\text{ am}$, tiene una variación mínima aceptable del 2% .

Del registro de datos de los parámetros de los Circuitos en baja tensión, Objetivo específico N° 02, se llega a obtener los resultados de los indicadores de calidad por medio del analizador de redes. Donde su tensión en máximo y mínimo es de 395.62 V y 365.08 V . Por lo tanto, se concluye que se encuentra dentro de los parámetros de tolerancia que exige la NTCSE que es de $\pm 5.0\%$ de su valor nominal que es 380 V . La frecuencia en su valor máximo y mínimo es 60.095 Hz y 59.676 Hz , se concluye que si está dentro de los valores de tolerancia que dice la Norma que es de $\pm 0.6\%$ de su valor nominal que es de 60 Hz . Los flickers en su valor máximo y mínimo es de 0.8 Pst y 0.1 Pst , por lo tanto, se concluye que se encuentra dentro

de los parámetros establecidos por la norma que debe ser ≤ 1 . La tasa de Distorsión Armónica en Tensión en su valor promedio trifásico es de $TDH_V = 2.7 \%$ por lo que se considera que se encuentra dentro de los valores establecidos por la norma que es 5%. La Tasa de Distorsión Armónica en Corriente en su valor promedio trifásico es $TDH_I = 35.981 \%$, de acuerdo con el valor de tolerancia que dice la norma que debe ser menor a 15 %, se concluye que no cumple con la norma y se debe regular la tasa de distorsión armónica en corriente a valores tolerables por la norma. El Factor de Potencia en valores máximo y mínimo es 0.91 y 0.70 y un factor de potencia promedio de 0.87. Según el Código Nacional Eléctrico su valor de tolerancia es 0.96. con estos resultados se concluye que el factor de potencia no cumple con el valor de tolerancia lo que significa que hay pérdida de energía afectando la eficiencia de la operación del sistema eléctrico.

Del Procesamiento y análisis de los datos obtenidos del analizador de redes, Objetivo específico N° 03, después de analizar los resultados del analizador de redes y verificar que la tasa distorsión armónica en corriente y el factor de potencia no cumple con los valores de tolerancia según la Norma. Se concluye que para disminuir el THDi, a valores tolerables según norma se debe instalar un filtro armónico con una potencia de 3.741 *Kvar* y para regular el factor de potencia a valores considerables por la norma, se ha propuesto instalar en el tablero general de distribución un banco de condensadores variable tipo paso a paso de 2.995 *Kvar*, 4.065 *Kvar*, y de 7.802 *Kvar*. Para mejorar el factor de potencia de 0.87 a 0.97. Realizar mantenimiento al puesto tierra existente, e implementar dos puestas a tierra con un valor de 25 Ω , para una mejor protección de las máquinas y el personal de trabajo.

En la Evaluación Económica de los Costos de Mejora a la implementación, Objetivo específico N° 04. Se realizó la evaluación del valor monetaria a invertir para mejorar los indicadores de calidad de energía eléctrica y tener una mejor eficiencia en las máquinas de la empresa HULAC SAC. Teniendo un costo total a invertir de S/. 19 493.10

VII. RECOMENDACIONES

- 1) Levantamiento de la información técnica de las instalaciones eléctricas.
 - En la visita técnica se observó que los tableros metálicos se encuentran deteriorados y tienen muestra de oxido, por lo tanto, se les recomienda mantenimiento a los tableros metálicos de distribución.
 - Se encontró un tablero de polietileno sin su cubierta quedando expuestos las llaves termomagnéticas y el interruptor diferencial expuesto al polvo y humedad, por lo tanto, se le recomienda cambiar los tableros defectuosos.
 - Los cables que se encuentran dentro de los tableros de distribución no tienen un orden ni estética en el cableado de las llaves termomagnéticas, contactores y relés. Por lo tanto, se debe realizar un orden y buena distribución eléctrica con el cableado.
 - La puesta a tierra no tiene mantenimiento desde hace 2 años.
- 2) Procesamiento y análisis de los datos registrados por el analizador de redes.
 - Según las mediciones es necesario balancear las cargas, de la línea 3 pasar una carga de 2 kW a la línea 2, para que el sistema esté balanceado correctamente, que circule una corriente mínima en el conductor neutro.
 - Según las mediciones es necesario implementar un banco de condensadores variable de $2\,995\text{ var}$, $4\,065\text{ var}$, y de $7\,802\text{ var}$. Para mejorar el factor de potencia de 0.87 Kvar a 0.97 .
 - El sistema eléctrico tiene alto contenido de armónicos es por eso que se dimensiono un filtro de armónicos Reactivo de 3.741 Kvar .
 - El área techada de la empresa industrial HULAC SAC tiene un área de $A_T = 3\,000\text{ m}^2$, por lo tanto, se considera dividir la instalación eléctrica en tres sectores y cada uno con su respectiva puesta a tierra, para tener una mejor protección de las máquinas y el personal. De tal manera, es necesario implementar dos puestas a tierra.

REFERENCIAS

1. YURIVILCA ROJAS, J. *Evaluación de la calidad de energía eléctrica dentro de horarios punta y fuera de punta en la estación de fibra óptica en la ciudad de Tayacaja - Huancavelica 2020* [en línea]. Tesis. Universidad Continental, 2020. [Consultado 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10380>
2. MANTARI INOCENTE, K. *Análisis de la calidad de tensión en el suministro de energía eléctrica a la Localidad de Panti, Distrito de Pariahuanca* [en línea]. Tesis. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019. [Consultado 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5214>
3. HUANCA VELA, J. *Análisis de la calidad de energía eléctrica para mejorar el servicio en suministro de baja tensión Huari – Ancash*. [en línea]. Tesis. Universidad Cesar Vallejo, 2020. [Consultado 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58199>
4. ALVARADO RAMOS, D. *Evaluación De La Calidad De Producto Según La Norma Técnica De Calidad De Los Servicios Eléctricos En La S.E. Industriales 220 Kv En El Mes De Abril Del 2021*. [en línea]. Tesis. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2021. [Consultado 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.untels.edu.pe/xmlui/handle/123456789/804>
5. BUSTAMANTE ORTIZ, E. y HUINGO VILLARREAL, C. *Análisis de los indicadores de calidad de energía eléctrica de las instalaciones de la empresa ETRAL SAC*. [en línea]. Tesis. Universidad Cesar Vallejo, 2022. [Consultado 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/103140>
6. ROBLES VALVERDE, W. *Análisis técnico económico del Sistema Eléctrico de Potencia de la Granja Alessandra para aumentar la eficiencia y seguridad operacional en base a auditoría eléctrica y normas*. [en línea]. Tesis. Universidad Cesar Vallejo, 2019. [Consultado 05 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33344>
7. GONZALES CHACON, Kevin J. *Análisis y propuesta de mejora de la calidad de suministro de energía eléctrica de la empresa de distribución Electronorte S.A* [en línea]. Tesis. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2022. [Consultado 13 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10262>
8. REVELO AGUILAR, Fabián R. *Analizador de Calidad de Energía Eléctrica con Supervisión en Tiempo Real* [en línea]. Tesis. Universidad Técnica de Ambato, 2018. [Consultado 13 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28203>

9. GONZALES RETAMOSO, Cirilo. *Evaluación y análisis de la calidad de producto bajo los efectos de las tensiones y corrientes armónicas en un punto de acoplamiento común (PAC)* [en línea]. Tesis. Universidad Tecnológica del Perú, 2019. [Consultado 13 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2969>
10. LÓPEZ VILLANUEVA, Cesar G. *“Estudio de Calidad de la Energía”* [en línea]. Tesis. INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, 2017. [Consultado 13 mayo 2023]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/28038>
11. Energios. *Calidad de Energía, Mediciones y Estudios de Calidad de Energía*. [en línea]. [fecha de consulta: 27 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.grupoenergios.com/calidad-energia>
12. ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA. LICITACIÓN PÚBLICA N° 01 – 2021 – OSINERMIN. *ADQUISICIÓN DE ANALISADORES DE REDES (EQUIPOS PARA MEDICIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO, CLASE A DE ACUERDO CON LA NORMA IEC – 4 – 30*. [en línea]. [fecha de consulta: 27 mayo 2023]. Disponible en: <https://prodapp.seace.gob.pe/SeaceWeb-PRO/SdescargarArchivoAlfresco?fileCode=fbf3c7bc-0562-4c87-a27f-3c25af3023ab>
13. CHAUVIN ARNOUX. *La Norma IEC 61000 – 4 – 30. La homogeneización de la medida*. [en línea]. [fecha de consulta: 27 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.chauvin-arnoux.es/sites/default/files/documents/wp-lanorma-clasea.pdf>
14. Decreto Supremo N° 020 – 97 – EM. *Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos*. [en línea]. [fecha de consulta: 27 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.enel.pe/content/dam/enel-pe/ayuda/normas-legales/Norma%20Tecnica%20de%20Calidad%20de%20los%20Servicios%20Electricos.pdf>
15. Osinermin. *Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final*. [en línea]. [fecha de consulta: 28 mayo 2023]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1222861/Informe-No.0384-2013-GART20200809-2289235-1wflitd.PDF>

16. NTP 370.055:1999. SEGURIDAD ELÉCTRICA. Sistema de puesto a tierra. Glosario de términos. Perú: 1º Edición, 1999. Pp.4 – 5.
17. NTP 370.053:1999. SEGURIDAD ELÉCTRICA. Elección de los materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesto a tierra. Conductores de protección de cobre. Perú: 0 Edición,1999. Pp. 4 – 6.
18. Circutor. *Analizador de redes Portátiles*. [en línea]. [fecha de consulta: 09 junio 2023]. Disponible en: [https://circutor.com/productos/medida-y-control/analizadores-de-redes-portatiles/product/M84033./](https://circutor.com/productos/medida-y-control/analizadores-de-redes-portatiles/product/M84033/)
19. Corzo Hormaza, Alexandra S. *Descripción de los Parámetros de la Calidad de Energía Eléctrica del Sistema de Utilización de la Clínica Rebagliati – Huancayo en año 2020* [en línea]. Tesis. Universidad Continental, 2021. [Consultado 16 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8725>
20. G.E. *Banco de Capacitores*. [en línea]. [fecha de consulta: 17 junio 2023]. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/508554463/PRESENTACION-GE-DE-BANCO-DE-CAPACITORES>
21. Ministerio de Energía y Minas. *Código Nacional Eléctrico – Utilización*. [en línea]. [fecha de consulta: 18 junio 2023]. Disponible: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898623/C%C3%B3digo_Nacional_de_Electricidad_Utilizaci%C3%B3n_.pdf
22. Ministerio de Energía y Minas. *Código Nacional de electricidad – (Suministro 2011)*. [en línea]. [fecha de consulta: 18 junio 2023]. Disponible: <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/R%20M%20%20y%20CNE%202011.pdf>
23. CORZO HORMAZA, Alexandra S. *Descripción de Parámetros de la Calidad de Energía Eléctrica del Sistema de Utilización de la Clínica Rebagliati _ Huancayo en el año 2020*. [en línea]. Tesis. Universidad Continental, 2021. [Consultado 08 julio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8725>
24. Lovato Electric. *Manual de Instrucciones par la Selección de Banco de Condensadores Variable*. [en línea]. [fecha de consulta: 09 julio 2023].

Disponible en: <https://manualzz.com/doc/5435320/dcr13-%E2%80%93-dcr15-dcr13-%E2%80%93-dcr15>

25. Agencia Internacional de Energía. *Consumo de Electricidad*. [en línea]. [fecha de consulta: 11 julio 2023]. Disponible: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/electricity>

ANEXOS

Anexo 01. Permiso para facilitar el acceso a la Red Eléctrica y hacer mediciones con el Analizador de redes.



Universidad
César Vallejo

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Trujillo, 29 de mayo de 2023

Señor: RAMÓN CARRANZA CEPEDA.

Gerente General de HULAC S.A.C.
Mz. L Lote 49 AA.HH. Las Lomas 1-A Etapa

Asunto: Autorización para realizar estudio de investigación, recolección de información del sistema eléctrico, que tendrá uso en el Proyecto de Investigación de Ingeniería Mecánica Eléctrica

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Trujillo y en el mío propio, desearle la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el Bach. Luis Manuel Quiroz Villanueva, con DNI 70009456 y Carlos Marcel Smith Vásquez., con DNI 74292891, de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, pueda extraer datos para su investigación titulada: "**Análisis de los indicadores de Calidad de Energía de la subestación particular, SEO 122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C. Huanchaco – La Libertad**", en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente.

Dr. JORGE ANTONIO INCISO VASQUEZ.
Docente de Ingeniería Mecánica Eléctrica UCV.

JNE 1796923

Anexo 02. Recibo de Energía Eléctrica de la empresa HULAC S.A.C

Recibo N° S501-62072091

Huanchaco/Trujillo

Recibo por Consumo del 01/04/2023 al 30/04/2023



Hidrandina
RUC: 20132023540



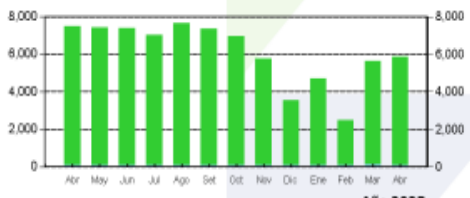
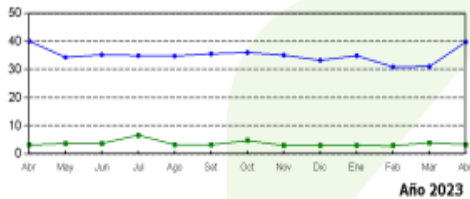
Abril-2023

CÓDIGO 63289489

Cliente	HULAC S.A.C.		
R.U.C.	20481049084		
Dirección	Mz. L Lote 49 AA.HH. Las Lomas 1-A Etapa		
Referencia			
Ruta	16-150-14		
Tarifa	MT2	Serie Medidor	00000002850100 - Electrón.
Medición	Media Tension	N° Hilos Medidor	4
Tensión y SED	10 kV / E-314355	Modalidad	Potencia Variable
Sist. Eléctrico	SE0122 Trujillo (ST2)	Inicio Contrato	05/12/2018
Tipo Suministro	Trifásica-Aérea(C5.1)	Termino Contrato	04/12/2023

Promedio Máxima Demanda		Potencia Contratada	
Fuera Punta	Punta	Fuera Punta	Punta
37.4295	3.7114	53.0000	7.0000

Magnitud Leída	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda	Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Energía Activa Total (kWh)	4,347.1488	4,476.3857	129.2369	5,874.3967	Cargo Fijo		14.7360	14.74
Energía Activa Hora Punta (kWh)	75.6611	77.9310	2.2699	103.1772	Cargo por Reposición y Mantenimiento			19.30
Energía Activa Fuera Punta (kWh)	4,271.4877	4,398.4547	126.9670	5,771.2215	Energía Activa HP	103.1772	0.3380	34.87
Energía Reactiva (kVarh)	3,068.5931	3,158.8912	90.2981	4,104.4550	Energía Activa FP	5771.2215	0.2815	1624.60
Potencia Hora Punta (kW)	0.0887	0.0746	0.0746	3.3909	Energía Reactiva	2342.1354	0.0485	113.59
Potencia Fuera Punta (kW)	0.6828	0.8749	0.8749	39.7681	Pot. Uso Redes Distrib. HP	3.7114	12.9900	48.21
					Pot. Activa Generación HP	3.3909	64.4000	218.37
					Exc. Pot. Uso Redes Dist. FP	33.7181	13.9470	470.27
					Alumbrado Público (Alícuota : S/ 0.5641)			141.03
					Interés Compensatorio	1.0000	16.7318	16.73
					SUB TOTAL			2701.71
					Imp. Gral. a las Ventas			488.31
					Interés Moratorio	1.0000	1.4267	1.43
					Saldo por redondeo	1.0000	0.0300	0.03
					Diferencia de redondeo			-0.04
					Aporte Ley Nro. 28749	0.0099	5874.3987	58.16
					TOTAL RECIBO DE ABRIL-2023			3247.60
					Deuda Anterior (1 Mes.)			3210.10
					Total a Pagar incluye Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 85.12			



Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Feb - 2023 S/ 1971.30	Mar - 2023 S/ 3210.10

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
EAFP kWh	7392	7333	7284	6933	7533	7236	6858	5650	3442	4605	2376	5507	5771
EAHP kWh	504	119	110	100	115	112	104	102	106	509	102	135	103
FFP kW	40.0500	34.3363	35.2363	34.9272	34.7863	35.5727	36.0409	35.0909	33.2981	34.9091	30.9363	31.0363	39.7681
PHP kW	3.2318	3.8091	3.8045	6.7182	3.3273	3.3000	4.7727	3.0982	3.1227	3.0136	2.9818	4.0318	3.3909

Emisión 05/05/2023 Vencimiento 22/05/2023 TOTAL S/*****6,457.70

Su AMT es : A3191 - TOE105

de SE de Potencia : S.E. TRUJILLO NOROESTE

Son : TRES MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y SIETE Y 60/100 SOLES

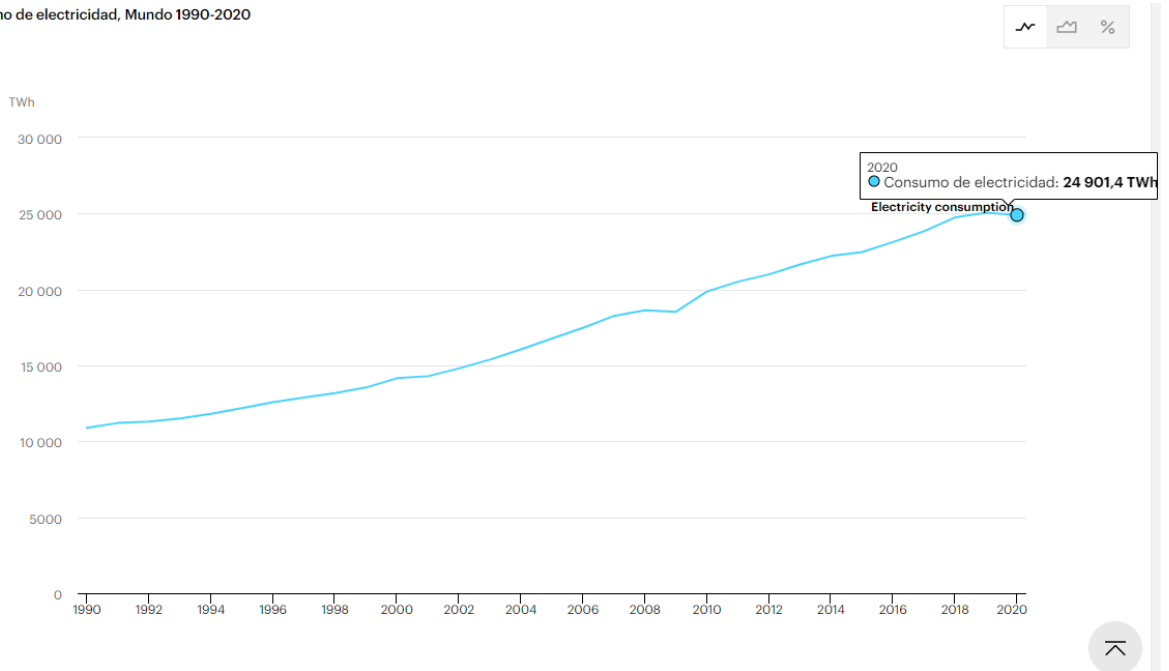
(*) El Importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Abril-2023 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I, Inciso 6.1.d.

Si realiza el pago via transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagoshdna@distriluz.com.pe
Revise el estado de cuenta de su recibo en:
<https://servicios.distriluz.com.pe/OficinaVirtualConsulta/Consultas/Consultas/ConsultaMiRecibo/>

Fecha Corte:23/05/2023

Anexo 03. Gráfica estadística entre consumo de energía (TWh) y los años 1990 – 2020 a nivel mundial.

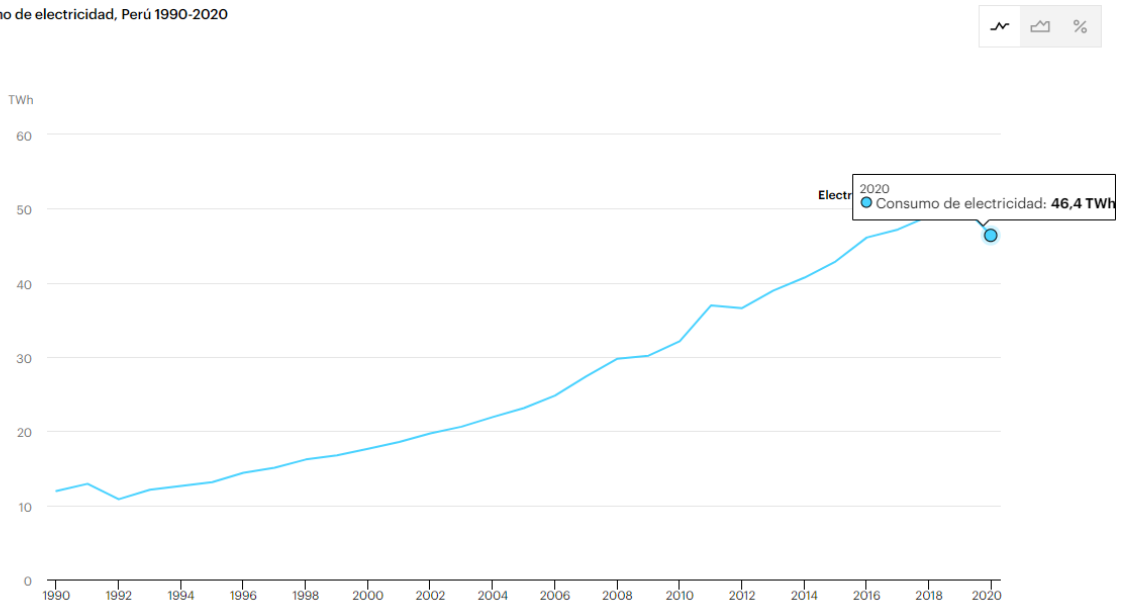
Consumo de electricidad, Mundo 1990-2020



Fuente: Agencia Internacional de energía (2023)

Anexo 04. Gráfica estadística entre consumo de energía (TWh) y los años 1990 – 2020 en el Perú.

Consumo de electricidad, Perú 1990-2020



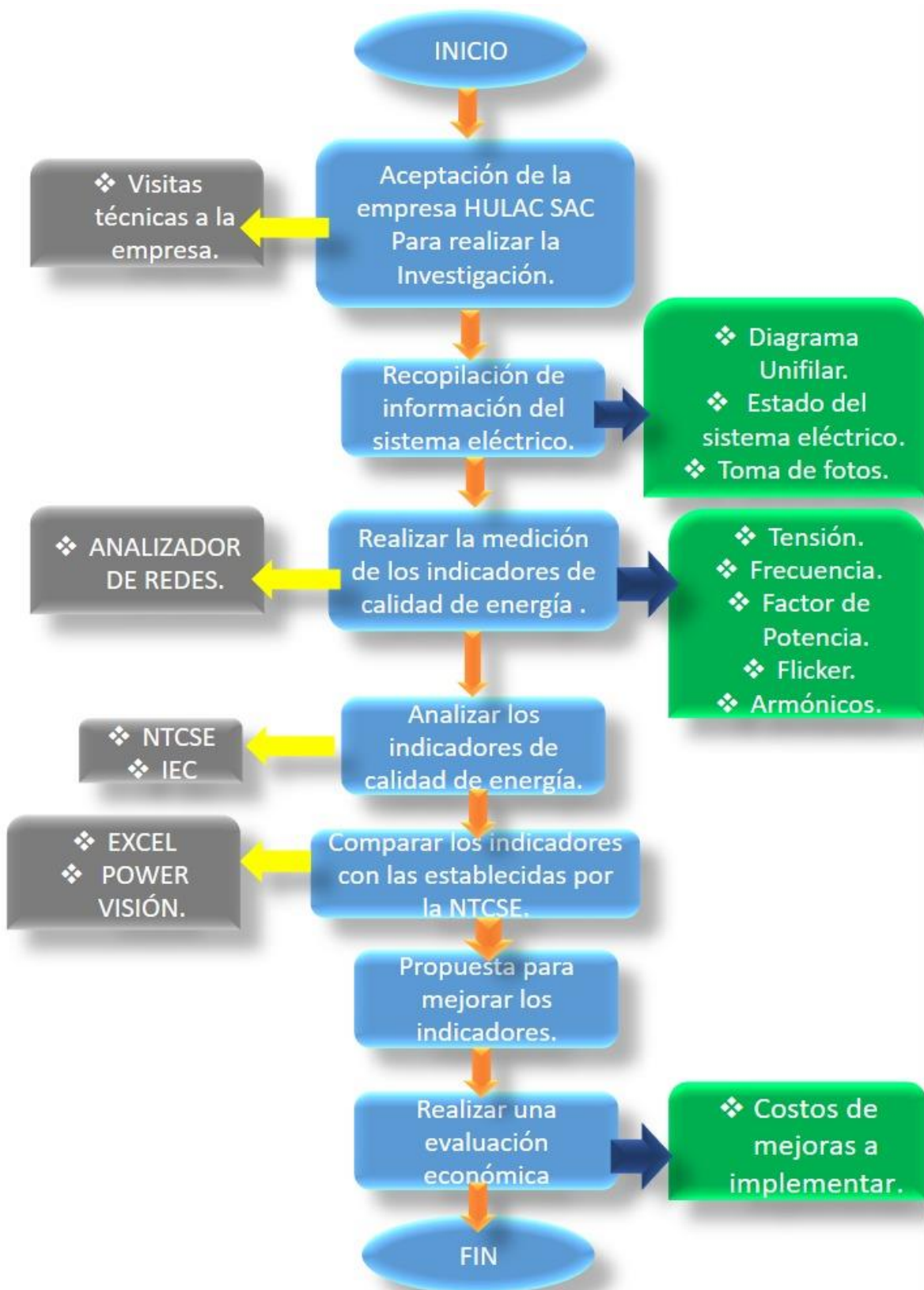
Fuente: Agencia Internacional de energía (2023)

Anexo 05. Tabla de operacionalización de variables.

Variables	Tipo	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Indicadores de calidad.	Variable Independiente.	Se encargan de evaluar de acuerdo a la Norma, y miden exclusivamente la calidad de producto, suministro, servicio comercial y alumbrado público que entrega un Suministrador a sus Clientes. (NTCSE)	Evalúa las transgresiones de las tolerancias en los niveles de tensión, frecuencia y perturbaciones en los puntos de entrega. (NTCSE).	Armónicos (Hz) Flicker (%) Factor de Potencia (%) Distorsión Armónica en Voltios. (%) Distorsión Armónica en Corriente. (%) Valor eficaz.	Razón.
Calidad de Energía Eléctrica.	Variable Dependiente.	Es el conjunto de características técnicas y comerciales, inherentes al suministro eléctrico exigible en las normas técnicas y legales para el cumplimiento de las empresas eléctricas. (Osinermin).	Se expresa en función de la continuidad del servicio eléctrico entregado a los clientes, y está relacionada con las interrupciones eléctricas caídas de tención y que la energía entregada se encuentre dentro de los parámetros establecidos. (Yurivilca, 2020)	Armónicos (Hz) Flicker (%) Factor de Potencia (%) Distorsión Armónica en Voltios. (%) Distorsión Armónica en Corriente. (%) Valor eficaz.	Razón.

Fuente: elaboración propia del autor

Anexo 06. Diagrama de Flujo del procedimiento en la empresa HULAC SAC



Fuente: elaboración propia del autor.

Anexo 07. Carta de Valoración de los Instrumentos.

VALORACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:


	sí	no
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para su respuesta adecuadamente	X	
El número de criterios es el adecuado.	X	
Los Ítems, responde a los objetivos de la investigación (en el supuesto de contestar NO, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)	X	

Ítems que el experto considera no cumplen con las exigencias de la investigación	
N.º de Ítems	_____
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	_____

	Evaluación general del Instrumento			
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido del Instrumento		X		

Observaciones y recomendaciones en general de la ficha registro:	
Motivos por los que se considera no adecuada	_____
Motivos por los que se considera no pertinente	_____
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	_____

Identificación del experto

Nombre y apellidos	Jorge Antonio Inciso Vásquez.
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Doctor de Administración. Docente a tiempo completo de la Universidad Cesar Vallejo.
e-mail	jinciso@ucv.edu.pe
Teléfono o celular	976914508
Fecha de la validación (día, mes y año):	20/07/2023
Firma	

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este instrumento.

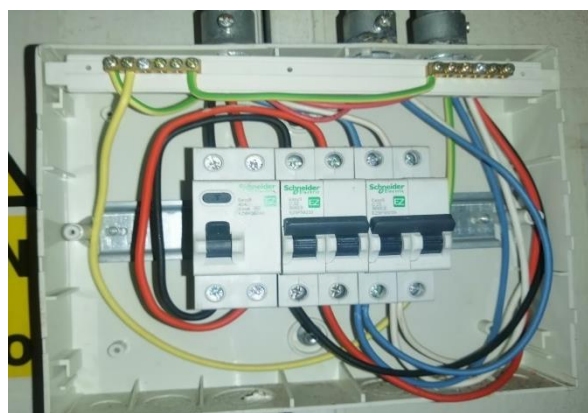
**Anexo 08. Datos Técnicos del Circuito en el Tablero General de Distribución
– HULAC SAC.**

Descripción	Circuito. (A)	Descripción	Conductores.
ITM	3 * 200	Viene Tabla. SE	NYN 3*1*50 mm ² (L) + 1*35 mm ² (N) + 1*25 mm ² . (T)
C-1	2 * 40	TD1 Luminarias y tomacorrientes.	LSOH 1*6 mm ² (L) + 1*6 mm ² (N) + 1*6 mm ² (T)
C-2	2 * 40	TD2 Luminarias y tomacorrientes.	LSOH 1*6 mm ² (L) + 1*6 mm ² (N) + 1*6 mm ² (T)
C-3	2 * 25	TD3 Luces de Emergencia	LSOH 1*6 mm ² (L) + 1*6 mm ² (N) + 1*6 mm ² (T)
C-4	3 * 20	TD4 HALL De Ingreso	LSOH 3*1*10 mm ² (L) +1*6 mm ² (N) +1*6 mm ² (T)
C-5	3 * 60	TD5 Sala de Soplado.	LSOH 3*1*10 mm ² (L) +1*6 mm ² (N) +1*6 mm ² (T)
C-6	3 * 50	TD6 Área de Molino.	LSOH 3*1*10 mm ² (L) +1*6 mm ² (N) +1*6 mm ² (T)
C-7	3 * 32	TD7 Descarga de PROVEEDURIA.	LSOH 3*1*10 mm ² (L) +1*6 mm ² (N) +1*6 mm ² (T)
C-8	3 * 50	TD8 Recepción de Leche.	LSOH 3*1*10 mm ² (L) +1*6 mm ² (N) +1*6 mm ² (T)
C-9	3 * 32	TD9 Área de Calderas.	LSOH 3*1*10 mm ² (L) +1*6 mm ² (N) +1*6 mm ² (T)
C-10	3 * 50	TD10 Área de Compresores.	LSOH 3*1*10 mm ² (L) +1*6 mm ² (N) +1*6 mm ² (T)
C-11	3 * 20	TD11 Área de envasado.	LSOH 3*1*10 mm ² (L) +1*6 mm ² (N) +1*6 mm ² (T)
C-12	3 *32	TD12 Área de etiquetado.	LSOH 3*1*10 mm ² (L) +1*6 mm ² (N) +1*6 mm ² (T)
C-13	3 * 40	TD11 Área de Incubación.	LSOH 3*1*10 mm ² (L) +1*6 mm ² (N) +1*6 mm ² (T)
C-14	Reserva		

Anexo 09. Ficha de Observación _ Empresa HULAC S.A.C.

Descripción de los diferentes Subtablero

TD – 1. Luminaria y Tomacorriente - lado derecho de la empresa HULAC S.A.C.



Descripción:

Un tablero de distribución, empotrado en la pared.

Una llave Diferencial Monofásica: 40 a, 30 mA

Una Llave Termomagnética Monofásico: 32 A.

Una Llave Termomagnética Monofásico:25 A.

Observación:

- El diferencial, los termomagnéticos y los cables se encuentran expuestos al polvo y humedad.
- El tablero TD01 no cuenta con la cubierta transparente.
- El tablero TD 01 toma control de las luminarias y tomacorrientes de la cochera, área de Soplado, laboratorio, almacén de productos, almacén de máquinas, vestidor y baño.
- El tablero TD 01 se encuentra en un cuarto de doble entrada y cuenta con tres luminarias de 50W y un tomacorriente Universal Doble.
- Los cables de las luminarias y tomacorrientes se distribuyen dentro de tuberías metálicas IMC

NOTA:

- De acuerdo al diagrama unifilar mostrado en el tablero general de distribución el TD 01 es el área de mantenimiento, sin embargo, en las observaciones verificamos que es el tablero TD 01 es de luminarias y tomacorrientes de la empresa HULAC S.A.C. (DERECHO)



Área de Laboratorio:

Una luminaria: 50 W
Un refrigerador: 500 W.
Dos tomacorrientes Universal doble.



Almacén de Productos:

Dos luminarias 50 W
Dos Tomacorrientes Universal doble.



Almacén de Máquinas:

Una Luminaria 50W
Un tomacorriente Universal Doble.



Baño y Vestidor:

Una Luminaria 50W.
Un tomacorriente Universal Doble.

TD – 2. Luminaria y Tomacorriente - lado Izquierdo de la empresa HULAC S.A.C.



Descripción:

Un tablero de Distribución empotrable de poliestireno

Una Llave diferencial Monofásica: 40 A.

Una Llave Termomagnética Monofásico 40 A:

Una Llave Termomagnética Monofásico 25 A:

Observación:

- Se encuentra ubicado en el Área de empaquetado.
- El diagrama unifilar de TD 02 = TD 03.
- El TD 02, contrala las Luminarias y tomacorrientes de Recepción de leche, Área del caldero, área de compresores de aire, envasado, etiquetado y envasado.

Nota:

- De acuerdo al diagrama unifilar mostrado en el tablero general de distribución el TD 02 es el área de compresores, sin embargo, en las observaciones verificamos que es el tablero TD 02 es de luminarias y tomacorrientes de la empresa HULAC S.A.C. (IZQUIERDO)

TD – 3. Luminaria y Tomacorriente – Segundo y Tercer piso de la empresa HULAC S.A.C.



Descripción:

Un tablero de Distribución empotrable de poliestireno

Una Llave diferencial Monofásica:25 A.

Una Llave Termomagnética Monofásico 25 A:

Una Llave Termomagnética Monofásico 32 A:

Observación:

- Se encuentra ubicado en un pasadizo para subir al segundo piso
- El diagrama unifilar de TD 02 = TD 03.
- El TD 03, contrala las Luminarias y tomacorrientes del segundo y tercer piso.

Nota:

- De acuerdo al diagrama unifilar mostrado en el tablero general de distribución el TD 03 es el área de etiquetado, así mismo, en el propio tablero general de distribución tiene una llave monofásica de 25 A. para el TD 03 y especifica luces de emergencias, sin embargo, en las observaciones verificamos que es el tablero TD 03 es de luminarias y tomacorrientes del segundo y tercer piso de la empresa HULAC S.A.C.

TD – 4. HALL DE INGRESO.



Descripción:

Dos tableros empotrables de metal
Segundo Tablero de 200 mm de largo, 150 de alto y 100 mm de fondo.

- Una Llave termomagnética trifásica 20 A.

- Una llave termomagnética monofásica 20 A.
- Una llave termomagnética monofásica 25 A.

Primer Tablero de 400 mm de ancho, 500 mm alto y 200 mm de fondo

- Un temporizador
- Dos contactores
- Dos relés térmicos.

Cuenta con las siguientes máquinas

- Una bomba centrífuga 0.5 Hp
- Una bomba Centrífuga 1 Hp
- Un radiador con Ventilador 180 W
- Dos Luminarias 50W.

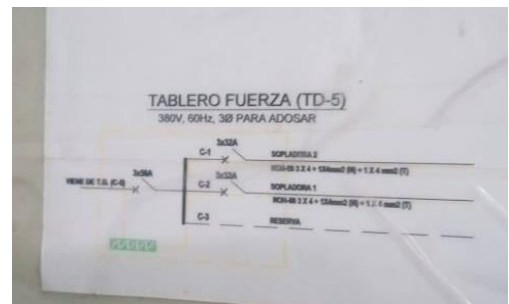
Observación:

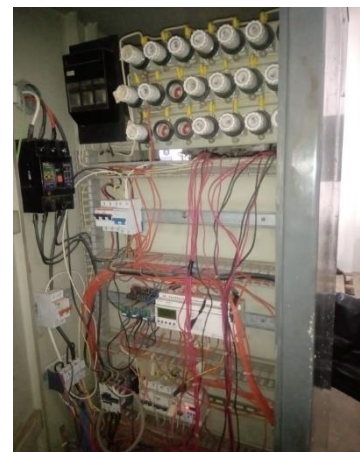
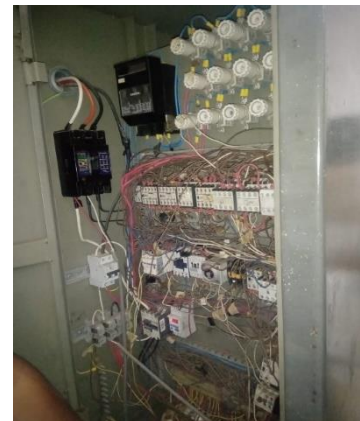
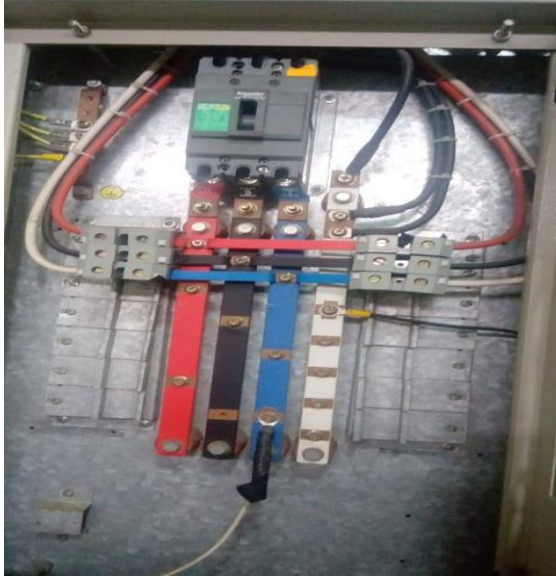
- Se encuentra ubicado en el patio de entrada de la empresa HULAC S.A.C.
- Falta de mantenimiento en los tableros
- Los tableros se encuentran con los bordes oxidados y desgaste de la pintura.
- El tablero donde están los arranques directos, no tiene orden ni estética en el cableado de los contactores y relés.

Nota:

- Por falta de espacio en el primer tablero se le atribuyo otro tablero para colocar la llave general (TD 04) y dos llaves termomagnéticas.

TD – 5. ÁREA DE SOPLADO.





Descripción:

Dos tableros empotrables metálicos

Primer Tablero de 400 mm de ancho, 500 mm alto y 200 mm de fondo

- Interruptor Automático Compacto Trifásico: 50 A.

Segundo Tablero de 200 mm de largo, 150 de alto y 100 mm de fondo

- Una llave diferencial: 45 A.
- Una llave termomagnética 25 A.

Cuenta con las siguientes máquinas:

- Sopladora 01: 7.5 Hp.
- 12 resistencias: 6 000 W. c/u.
- Sopladora 02: 5.5 Hp.
- 12 resistencias: 6 000 W. c/u.
- Tres luminarias 50 w.
- Un esmeril: 150 W.
- Una amoladora 2400 W.

Observación:

- El tablero TD 05 se encuentra ubicado en el área de Soplado.
- El tablero donde se encuentra el interruptor compacto de 50 A. abastece a las dos máquinas sopladoras.
- La carga de ambas maquinas sopladoras tienen un arranque progresivo con variador de frecuencia.
- El tablero monofásico es para el control de los tomacorrientes.
- El área de soplado cuenta con tres tomacorrientes
- Las máquinas sopladoras tienen un encendido automático que parte desde las 4 am (Esto lo podemos comprobar en los resultados que nos arroja el analizador de redes.)

TD – 6. ÁREA DE MOLINO.



Descripción:

Un Tablero de 400 mm de ancho, 500 mm alto y 200 mm de fondo

- Llave general trifásica: 20 A.
- Llave termomagnética monofásica: 4 A.
- Un contactor

- Un relé térmico

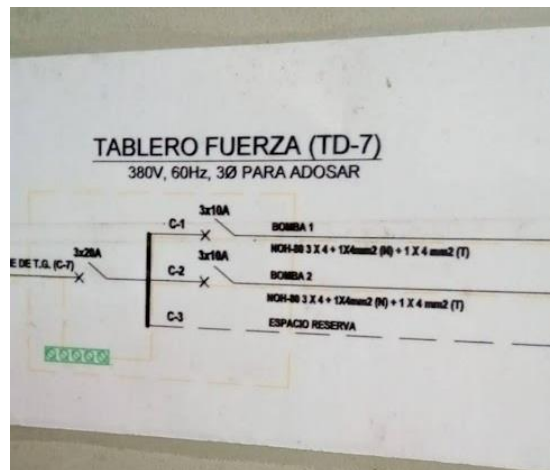
Máquinas:

- Molino: 10 Hp
- Una luminaria: 50 W.

Observación:

- El tablero TD 06se encuentra ubicado en el área de Molino.
- La máquina trituradora o molino tienen un encendido de arranque directo.
- Esta máquina se encarga de triturar los envases de yogur que salieron deficientes, para volver a reusarlo.

TD – 7. DESCARGA DE PROVEEDURA.



Descripción:

Dos tableros metálicos

Tablero de 200 mm de largo, 150 de alto y 100 mm de fondo.

- Una Llave termomagnética trifásica 20 A.
- Una Llave termomagnética trifásica 20 A.

Tablero de 400 mm de ancho, 500 mm alto y 200 mm de fondo

- Tres arranques directos
- Tres contactores
- Tres relés

Máquinas:

- Dos Bombas de agua: 3 Hp
- Un radiador con ventilador (Malogrado)

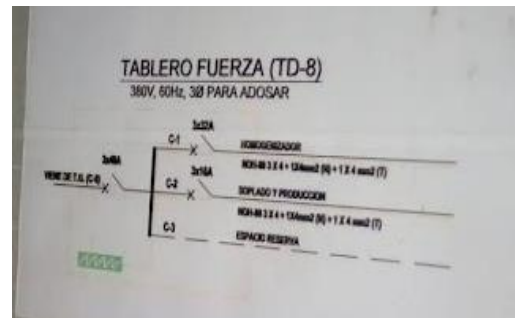
Observación:

- Los tableros TD 07 se encuentran ubicados en el área de proveeduría.
- El segundo tablero tiene tres arranques directos, pero uno está en desuso, por el ventilador malogrado y los dos arranques directos que están en funcionamiento, alimenta a las dos bombas centrifugas.
- El tablero donde están los arranques directos, no tiene orden ni estética en el cableado de los contactores y relés.

Nota:

- Por falta de espacio en el tablero de arranque directo se le atribuyo otro tablero para colocar las llaves termomagnéticas. (TD 07)

TD – 8. ÁREA DE RECEPCIÓN DE LECHE.





Descripción:

Tablero de 200 mm de largo, 150 de alto y 100 mm de fondo.

- Dos Llaves termomagnéticas trifásicas: 32 A.

Tablero de 400 mm de ancho, 500 mm alto y 200 mm de fondo

- Una Llave termomagnética trifásica: 32 A.
- Una llave termomagnética de 10 A
- Dos contactores
- Dos relés térmicos.

Máquinas:

- Una batidora de 2 Hp
- Homogenizador 10 Hp.
- Una luminaria 50 W.

Observación:

- Los tableros TD 08 se encuentran ubicados en el área de Recepción de leche.
- El tablero donde están los arranques directos, no tiene orden ni estética en el cableado de los contactores y relés.
- Por falta de espacio en el tablero de arranque directo se le atribuyo otro tablero para colocar las llaves termomagnéticas. (TD 08)

TD – 9. ÁREA DE CALDERAS.



Descripción:

Dos tableros metálicos empotrables

Tablero de 200 mm de largo, 150 de alto y 100 mm de fondo.

- Una Llave termomagnética trifásica: 16A.
- Una llave unipolar: 6 A.

Tablero de 400 mm de ancho, 500 mm alto y 200 mm de fondo

- Un temporizador
- Arranque directo de 25 A.
- Arranque directo de 12 A.
- Tres contactores

Máquina:

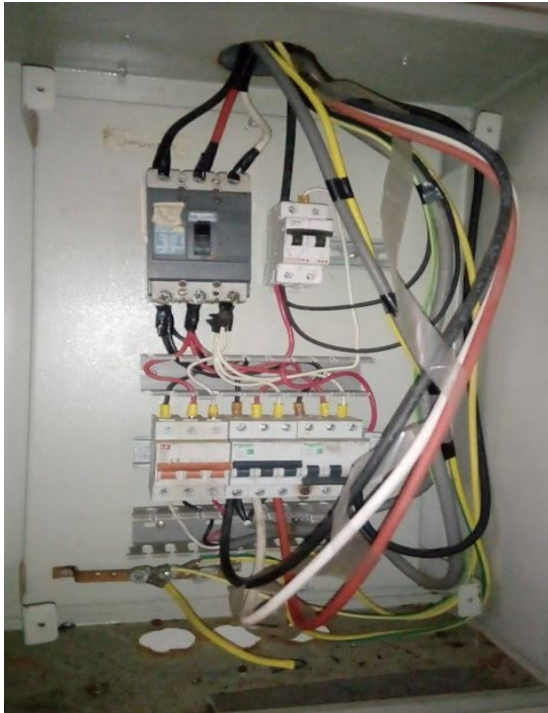
- Bomba de petróleo para el caldero: 1 Hp
- Una luminaria: 50 W.

Observación:

- Los tableros TD 09 se encuentran ubicados en el área de Recepción de leche.
- El tablero donde están los arranques directos, no tiene orden ni estética en el cableado de los contactores y relés.
- Por falta de espacio en el tablero de arranque directo se le atribuyo otro tablero para colocar las llaves termomagnéticas. (TD 09)

TD – 10. ÁREA DE COMPRESORAS





Descripción:

Tablero de 400 mm de ancho, 500 mm alto y 200 mm de fondo

- Un interruptor automático compacto trifásico de 50 A.
- Una llave termomagnética de 25 A.
- Tres llaves termomagnéticas que alimentan tres compresores de aire

Tablero de control de 400 mm de ancho, 500 mm alto y 200 mm de fondo

- Dos llaves termomagnético de 16 A.
- Un contactor
- Un relé termomagnético
- Arranque directo

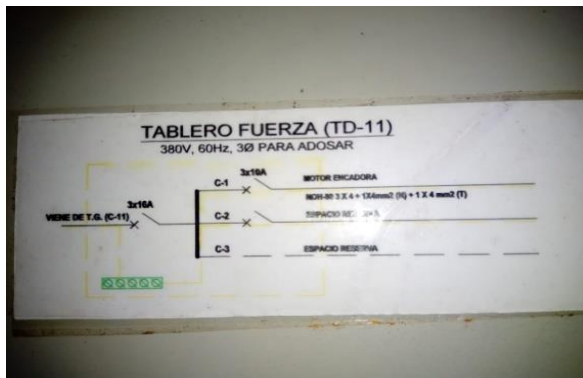
Máquinas:

- Almacén de aire: 0.5 Hp
- Dos compresores de aire de 10 Hp
- Una luminaria: 50 W.

Observación:

- Los tableros TD 10 se encuentran ubicados en el área de compresores.
- El tablero donde están los arranques directos, no tiene orden ni estética en el cableado entre llaves termomagnéticas.

TD – 11. ÁREA DE ENVASADO



Descripción:

Tablero de 400 mm de ancho, 500 mm alto y 200 mm de fondo

- Llave termomagnética trifásica de 16 A.
- Una llave termomagnética de 10 A.

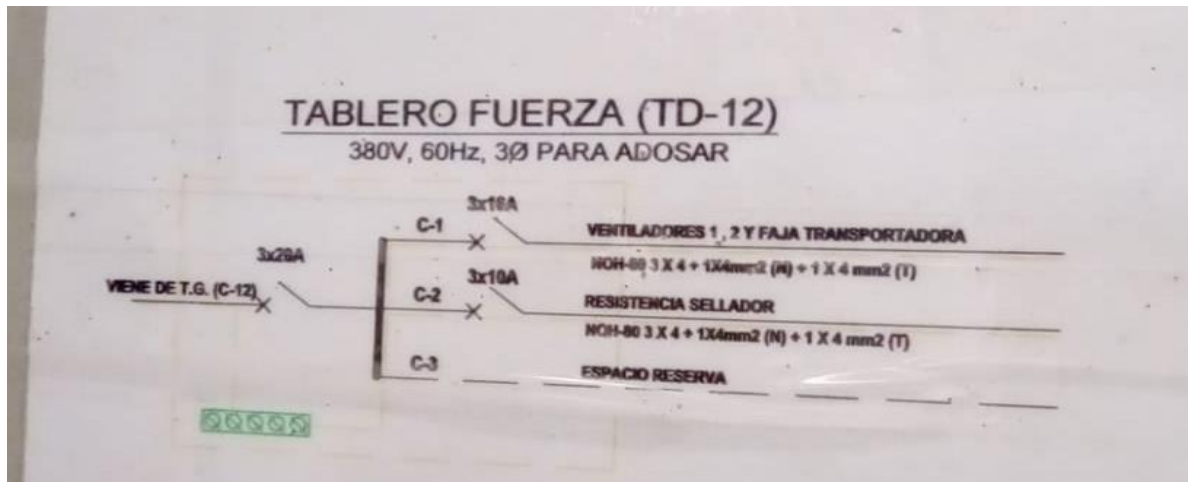
Máquinas:

- Envasadora: 1.5 Hp.
- Resistencia: 500 W.
- Faja etiquetadora ¼ Hp
- Una luminaria 50 W.

Observación:

- Los tableros TD 11 se encuentran ubicados en el área de envasados.
- El arranque de las máquinas es con variador de frecuencia.

TD – 12. ÁREA DE ETIQUETADO.



Descripción:

- Sellador: 200 W.
- ITMG: 3 x 20 A.
- ITMS: 3 x 10 A.

Observación:

- Los tableros TD 12 se encuentran ubicados en el área de etiquetado y empaquetado.
- El tablero TD 12, no se encuentra en uso.
- La máquina de etiquetado esta malograda.

TD – 13. ÁREA DE INCUBACIÓN





Descripción:

Área de enfriamiento (2º Piso)

un tablero metálico empotrable de 200 mm de largo, 150 de alto y 100 mm de fondo

- Una llave termomagnética trifásica de 20 A.
- Una llave termomagnética monofásica de 16 A.

Un tablero metálico de segunda mano, que se adoptó:

- Un variador de velocidad.

Máquinas:

- Dos depósitos de evacuación
- Dos tanques de enfriamiento
- Un radiador.
- Una bomba positiva 2.2 kW.
- Dos luminarias 20 W.

Área de enfriamiento (3º Piso)

Tablero de 200 mm de largo, 150 de alto y 100 mm de fondo.

- Tres Llaves termomagnéticas trifásicas: 20 A.

Tablero de 400 mm de ancho, 500 mm alto y 200 mm de fondo

- Una Llave termomagnética trifásica: 320A.
- Dos llaves termomagnéticas monofásicas de 16A

- Tres arranques directos.

Máquinas:

- Tres Agitadores: 1.5 Hp. c/u.
- Bomba Positiva: 2.2 Kw.
- Una luminaria 50W.

Observación:

- Los tableros TD 13 se encuentran ubicados en el área de Incubación.
- El Tablero TD 13 controla el Área de Enfriamiento y el Área de Incubación.
- El tablero donde están los arranques directos, no tiene orden ni estética en el cableado de los contactores y relés.
- Por falta de espacio en el tablero de arranque directo se le atribuyo otro tablero para colocar las llaves termomagnéticas. (TD 13)

Anexo 10. Certificado de Calibración del Analizador de Redes MYeBOX 1500

Laboratorio de Metrología



Certificado de Calibración N° 0184-19

PROMECA S.A.C.

Laboratorio de Calibración

Av. Guillermo Dansey 1094 Urb. Lima Industrial -Lima

Orden de Servicio: 001-00002789

Solicitante: TEKTRON SOLUTIONS PERU E.I.R.L.

Dirección: AV. AMERICA SUR NRO. 4125 URB. LOS PINOS LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO

Instrumento: ANALIZADOR DE REDES

Marca: CIRCUITOR

Modelo: MYeBOX 1500

Número de Serie: 20410470

Código: NO INDICA

Fecha de Calibración: 2023-02-07

Fecha de Emisión: 2023-02-08

Método de Calibración:

La calibración se realizó por comparación con nuestro equipo patrón.

Procedimientos Utilizados:

EL-004- Edición digital 1- "Procedimiento para la calibración de analizadores del OEM-España",

PC-021-Segunda Edición-Marzo 2016 "Procedimiento para calibración de Multímetros Digitales-INACAL".

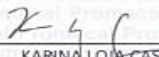
Condiciones Ambientales

Temperatura	24,00 °C	±	0,06 °C
Humedad Relativa	52,7 %hr	±	0,8 %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	Calibrador Multifunción Fluke 5320A	LE-203-2017
Patrón de INACAL	Calibrador Multifunción Fluke 5522A	LE-226-2017


KARINA LOJA CASTRO
Coordinador de Laboratorio de Calibración



Observaciones:

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.

PROMECA 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.

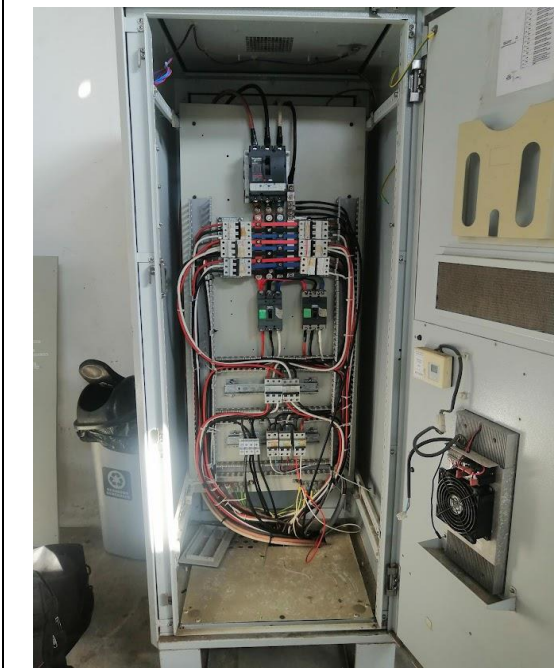
El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.

Incertidumbre:

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). Generalmente 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%.

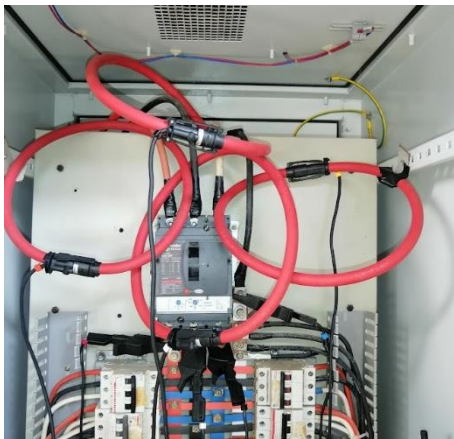
Anexo 11. Procedimiento para en análisis del Analizador de Redes MYeBOX 1500



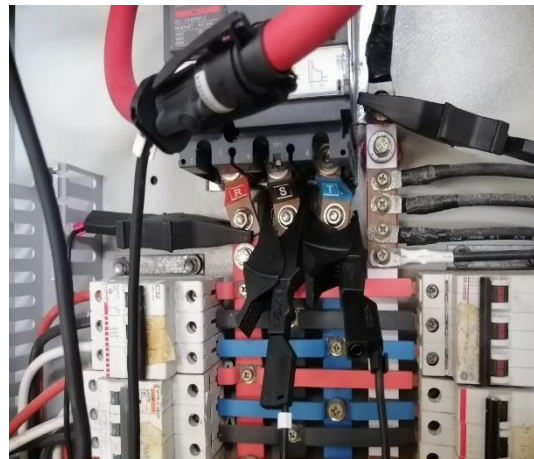
Escogimos el tablero General de distribución para poder instalar el analizador de redes



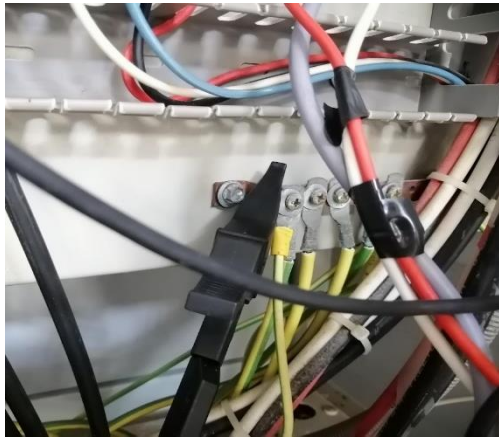
Colocamos el analizador con sus respectivos cables; los tres cables de color gris son cables amperimétricos, los tres cables negros con señalización de color rojo, blanco y negro son de tensión para las tres fases, el cable con señalización azul es de tensión en neutro el cable con señalización amarillo va conectado a tierra.



Los aros de color rojo que se muestra en la foto, son los cables amperimétricos, que van alejados en cada fase, el cuarto cable se encuentra ubicado en Neutro. Estos cables tienen una flecha de señalización que indica la dirección de como circula la energía eléctrica y bajo esa señalización colocamos estos cables.



Las pinzas tipo cocodrilo de color negro que se puede apreciar en la foto, pertenece a los cables que mide la tensión, cada pinza va colocada a cada fase y la cuarta pinza va colocada en neutro.



Existe una quinta pinza que va colocado en puetso a tierra, para proteger al equipo.



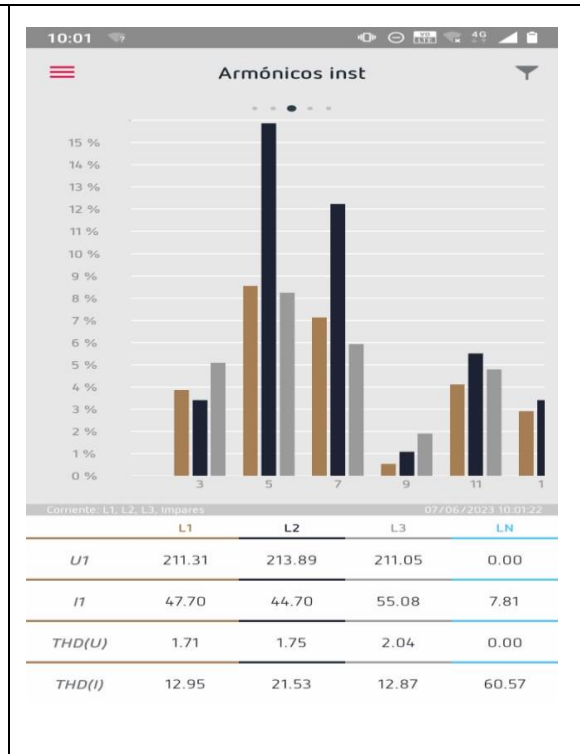
El analizador de redes se encuentra instalado en el tablero general distribuidor, alimentado a una tensión de 220 V.



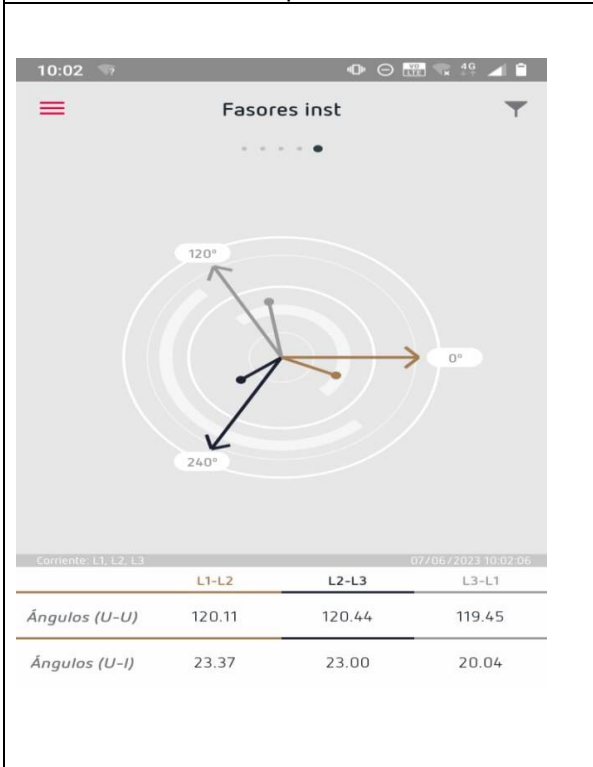
Encendemos el analizador y obtenemos los primeros datos de corriente que circula en cada fase.

Configuración medida	
Nombre	MEASURE_DEFAULT
Tipo de circuito	3PH+N
Primario Tensión	1
Secundario Tensión	1.00
Escala de fases	100A
Primario de Fases	5
Escala de neutro	100A
Primario de Neutro	5
Escala de fuga	100A
Primario de Fugas	5
Frecuencia	60 Hz
Configuración medida	
Granularidades	
Tensión f-f	g0

Con la app MYeBOX instalado en el celular, configuramos los datos y procedemos a guardar la información que va analizando el equipo.



En el celular podemos apreciar los primeros datos obtenidos a tiempo real.



Estos datos son verificados del momento, cumplido los cuatro días de monitoreo tendremos un analisis más eficiente.

Anexo 12. Tabla de registro de los Resultados Obtenidos en el Analizador de Redes.

Fecha Tiempo	Tensión: Trifásica (f-f) (V)	I: Trifásica (A)	P. Activa: Trifásica (W)	P. Ind: Trifásica (var)	P. Cap: Trifásica (var)	F P	Frecuencia: Inst (Hz)	P. Aparente: (VA)	VL1 (%V THD)	VL2 (%V THD)	VL3 (%V THD)	IL1 (%I THD)	IL2 (%I THD)	IL3 (%I THD)
9/06/2023 04:00	388.54	0.731	242	269	61	0.49	59.994	491	2.8	2.81	2.92	48.23	0	123.33
9/06/2023 04:10	388.25	0.795	300	265	60	0.56	60.003	533	2.77	2.77	2.85	48.23	0	87.93
9/06/2023 04:20	386.83	17.542	10589	349	0	0.91	59.986	11700	2.77	2.77	2.85	3.43	0	2.85
9/06/2023 04:30	386.75	15.359	9353	218	0	0.91	59.982	10242	2.68	2.71	2.76	3.8	0	2.93
9/06/2023 04:40	387.07	8.857	4983	155	0	0.84	59.977	5917	2.64	2.66	2.73	4.32	0	6.16
9/06/2023 04:50	387.57	9.255	4830	207	0	0.78	60.043	6193	2.64	2.68	2.75	5.14	0	4.64
9/06/2023 05:00	387.58	8.068	4256	180	0	0.79	59.975	5399	2.63	2.65	2.77	4.75	0	6.46
9/06/2023 05:10	388.07	7.169	3673	125	0	0.76	59.989	4803	2.58	2.58	2.66	5.05	0	7.27
9/06/2023 05:20	387.31	7.228	3688	119	0	0.76	59.972	4834	2.55	2.56	2.64	5.91	0	5.88
9/06/2023 05:30	387.05	6.014	2946	163	0	0.73	60.023	4019	2.51	2.55	2.61	6.02	0	8.62
9/06/2023 05:40	386.9	7.577	3901	157	0	0.77	60.043	5062	2.51	2.52	2.6	5.93	0	5.6
9/06/2023 05:50	386.05	5.682	2734	104	0	0.72	60.036	3788	2.37	2.35	2.45	5.6	0	10.74

9/06/2023 06:00	384.29	7.244	3503	117	0	0.73	59.983	4806	2.39	2.38	2.48	5.8	0	6.29
9/06/2023 06:10	383.03	6.815	3165	306	0	0.7	60.012	4507	2.47	2.49	2.61	5.93	0	7.11
9/06/2023 06:20	381.08	6.538	3154	311	0	0.73	59.962	4301	2.49	2.44	2.66	5.9	0	7.63
9/06/2023 06:30	380.81	7.505	3698	266	1	0.75	59.993	4933	2.62	2.47	2.7	6.18	0	5.92
9/06/2023 06:40	381.78	6.493	3133	310	8	0.73	60.004	4279	2.68	2.5	2.69	5.34	0	10.59
9/06/2023 06:50	382.85	7.354	3832	315	11	0.79	60.043	4859	2.61	2.38	2.6	6.12	0	7.06
9/06/2023 07:00	383	5.681	2852	249	8	0.76	59.993	3756	2.53	2.34	2.62	6.25	0	11.11
9/06/2023 07:10	380.79	8.468	4483	296	23	0.81	60	5564	2.52	2.32	2.63	5.38	148.93	6.17
9/06/2023 07:20	376.01	22.746	12879	5379	72	0.87	59.995	14802	2.34	2.09	2.47	5.05	13.06	5.82
9/06/2023 07:30	375.64	29.398	17437	5712	119	0.91	60.014	19115	2.26	2.08	2.49	14.88	28.41	14.11
9/06/2023 07:40	375.43	29.452	17624	5996	0	0.92	60.017	19141	2.24	2.08	2.5	14.56	27.11	13.27
9/06/2023 07:50	373.66	29.682	17681	5996	0	0.92	59.985	19199	2.13	1.97	2.34	15.23	28.2	14.98
9/06/2023 08:00	375.13	30.702	18402	6013	0	0.92	60.008	19933	2.04	1.87	2.29	12.9	26.61	13.26
9/06/2023 08:10	378.78	29.565	17774	6121	0	0.92	59.989	19384	1.83	1.71	2.1	14.21	25.78	13.56
9/06/2023 08:20	375.77	32.966	19607	7215	0	0.91	59.978	21441	1.85	1.71	2.12	13.02	24.45	13.92
9/06/2023 08:30	373.14	36.164	21239	8615	0	0.91	59.985	23358	1.94	1.76	2.17	12.61	21.66	11.72

9/06/2023 08:40	373.76	37.133	21995	8613	0	0.92	59.991	24020	1.92	1.72	2.1	9.93	21.89	12.28
9/06/2023 08:50	376.89	37.792	22287	9512	0	0.9	59.999	24652	1.95	1.78	2.15	10.32	21.07	12.35
9/06/2023 09:00	374.69	38.077	22326	9619	0	0.9	59.972	24694	1.97	1.81	2.22	10.56	20.66	11.93
9/06/2023 09:10	372.42	39.224	22879	9765	0	0.91	59.981	25278	1.96	1.8	2.22	9.76	20.64	11.91
9/06/2023 09:20	371.2	41.458	23657	11351	0	0.89	60.01	26635	1.99	1.84	2.26	9.46	18.98	11.34
9/06/2023 09:30	371.13	42.477	24194	11643	0	0.89	60.004	27283	1.99	1.86	2.27	8.89	18.68	11.28
9/06/2023 09:40	371.21	41.957	24006	11495	0	0.89	59.981	26957	1.99	1.88	2.28	9.38	19	11.13
9/06/2023 09:50	368.55	52.381	29420	14301	0	0.88	60.002	33416	1.98	1.86	2.25	7.7	14.56	9.17
9/06/2023 10:00	369.89	57.233	32697	15961	0	0.89	59.987	36650	1.95	1.81	2.22	7.7	13.27	8.12
9/06/2023 10:10	373.76	45.99	26223	11693	0	0.88	60.004	29752	2.02	1.86	2.29	8.69	16.98	10.58
9/06/2023 10:20	373.83	41.629	24115	9995	0	0.9	60.009	26929	2.01	1.87	2.25	8.82	19.29	11.67
9/06/2023 10:30	371.77	49.494	28992	12356	0	0.91	60.014	31841	2.02	1.88	2.23	7.65	15.83	9.97
9/06/2023 10:40	372.68	44.632	26254	10372	0	0.91	60.008	28790	2.06	1.89	2.27	8.65	17.05	10.56
9/06/2023 10:50	372.31	37.246	21810	8911	0	0.91	59.991	23998	2.01	1.91	2.27	10.36	21.55	12.62
9/06/2023 11:00	372.53	37.697	22064	9241	0	0.91	59.984	24304	2.01	1.89	2.29	10.09	21.09	12.82
9/06/2023 11:10	372.64	37.664	22173	8972	0	0.91	59.96	24289	2.03	1.88	2.29	9.91	20.94	12.25

9/06/2023 11:20	371.81	36.64	21468	8696	0	0.91	59.984	23579	1.99	1.85	2.24	10.18	20.74	12.99
9/06/2023 11:30	372.04	36.829	21633	8722	0	0.91	60.006	23713	1.98	1.85	2.23	10.16	21.06	12.57
9/06/2023 11:40	372.78	37.315	21747	9277	0	0.9	59.999	24073	1.99	1.81	2.24	9.84	20.42	12.81
9/06/2023 11:50	373.46	36.568	21755	8015	0	0.92	60.008	23634	2.04	1.85	2.27	10.38	21.41	12.51
9/06/2023 12:00	374.88	38.418	22834	8956	0	0.92	60.017	24926	2.07	1.9	2.28	10.23	20.79	13.23
9/06/2023 12:10	376.06	38.711	23062	8604	0	0.92	59.996	25190	2.08	1.9	2.29	9.66	21.99	13.71
9/06/2023 12:20	378.38	38.079	22848	8443	0	0.92	60.063	24935	2.08	1.96	2.29	13.46	26.35	16.74
9/06/2023 12:30	380.03	37.534	22693	7354	0	0.92	60.036	24677	2.12	2.02	2.3	13.68	32.28	20.78
9/06/2023 12:40	382.1	35.578	21727	6604	0	0.92	60.037	23521	2.16	2.09	2.36	15.52	33.96	22.05
9/06/2023 12:50	383.62	34.935	21380	6429	0	0.92	59.987	23186	2.22	2.12	2.48	15.12	33.23	20.84
9/06/2023 13:00	386.85	31.626	19531	6330	0	0.92	60.011	21167	2.39	2.19	2.6	13.1	27.52	17.51
9/06/2023 13:10	385.52	30.741	18985	6216	0	0.93	60.041	20508	2.46	2.22	2.71	12	26.43	15.26
9/06/2023 13:20	379.81	30.682	18712	6051	0	0.93	60.015	20167	2.44	2.24	2.65	12.65	26.54	15.4
9/06/2023 13:30	378.86	29.975	18176	6047	0	0.92	59.999	19655	2.43	2.26	2.68	13.78	26.49	16.36
9/06/2023 13:40	380.23	31.382	19163	6075	0	0.93	59.998	20648	2.48	2.31	2.69	12.49	26.52	14.48
9/06/2023 13:50	380.33	31.202	18938	6448	0	0.92	60	20542	2.46	2.29	2.63	13.16	24.44	14.58

9/06/2023 14:00	379.46	30.284	18482	5899	0	0.93	60.001	19889	2.45	2.28	2.64	13.32	26.29	14.97
9/06/2023 14:10	376.73	31.775	19324	5884	0	0.93	59.991	20713	2.46	2.26	2.61	12.29	26.59	16.04
9/06/2023 14:20	374.74	31.344	18913	5923	0	0.93	59.997	20325	2.4	2.19	2.57	12.04	25.81	14.84
9/06/2023 14:30	372.8	32.977	19846	5826	0	0.93	59.993	21268	2.36	2.15	2.5	11.88	26.93	15.93
9/06/2023 14:40	372.96	30.915	18583	5800	0	0.93	59.996	19952	2.38	2.18	2.54	12.45	26.4	16.19
9/06/2023 14:50	374.27	31.713	19090	6100	0	0.93	60.011	20542	2.42	2.19	2.59	12.48	25.55	15.11
9/06/2023 15:00	377.08	32.864	19882	6600	0	0.93	60.005	21446	2.4	2.22	2.64	12.81	25.98	15
9/06/2023 15:10	378.48	29.283	17552	6061	0	0.91	60	19183	2.32	2.18	2.46	14.59	27.12	19.24
9/06/2023 15:20	379.07	29.72	17911	5956	0	0.92	59.999	19500	2.29	2.15	2.47	15.55	27.16	18.66
9/06/2023 15:30	377.55	29.556	17685	5918	0	0.92	60.002	19313	2.34	2.17	2.47	14.69	27.95	20.79
9/06/2023 15:40	377.07	30.49	18233	6015	0	0.92	59.981	19897	2.3	2.16	2.5	15.87	27.99	18
9/06/2023 15:50	378.28	29.811	17942	5964	0	0.92	59.996	19516	2.36	2.18	2.52	14.92	27.06	19.01
9/06/2023 16:00	379	31.125	18725	6487	0	0.92	60.002	20417	2.36	2.14	2.49	14.83	25.35	17.18
9/06/2023 16:10	381.78	28.755	17309	6352	0	0.91	59.994	19005	2.33	2.16	2.47	16.42	25.93	18.44
9/06/2023 16:20	383.25	27.25	16535	6146	0	0.91	60.014	18082	2.37	2.19	2.46	18.74	26.45	18.08
9/06/2023 16:30	384.52	26.333	15916	6171	0	0.91	60.043	17533	2.34	2.2	2.46	21.18	26.76	18.13

9/06/2023 16:40	383.42	29.573	17912	7114	0	0.91	59.979	19635	2.4	2.24	2.53	19.58	23.33	14.98
9/06/2023 16:50	384.28	29.632	18002	7079	0	0.91	60.019	19719	2.48	2.28	2.64	19.08	23.88	15.75
9/06/2023 17:00	382.98	30.968	18821	7167	0	0.92	60.042	20534	2.44	2.26	2.59	18.07	23.75	14.39
9/06/2023 17:10	381.7	30.101	18217	7004	0	0.92	60.057	19895	2.39	2.24	2.59	19.07	23.79	14.86
9/06/2023 17:20	382.18	30.327	18210	7591	0	0.91	60.018	20070	2.33	2.2	2.54	19.9	23.06	13.76
9/06/2023 17:30	383.68	29.129	17663	7010	0	0.91	59.974	19355	2.34	2.21	2.56	20.3	23.55	13.9
9/06/2023 17:40	386.68	28.074	16815	7001	0	0.89	60.022	18801	2.61	2.44	2.83	18.81	22.87	13.16
9/06/2023 17:50	390.98	5.587	3286	1203	0	0.87	60.004	3781	2.84	2.59	3.03	8.77	33.92	28.92
9/06/2023 18:00	391.45	6.33	3764	1124	0	0.88	60.004	4287	2.86	2.6	3.02	6.73	34.33	34.06

Fecha Tiempo	Flicker (Pst): L1 (Pst)	Flicker (Pst): L2 (Pst)	Flicker (Pst): L3 (Pst)	V L1 (V)	: V L2 (V)	V L3 (V)	F I L1 (A)	F: I L2 (A)	Fs: I L3 (A)	Flicker (Plt): L1 ~ (Plt)	Flicker (Plt): L2 ~ (Plt)	Flicker (Plt): L3 ~ (Plt)	Cos Phi: 3 F
9/06/2023 04:00	0.79	0.74	0.84	223.37	225.03	224.2	1.083	0	0.605	0.787	0.8	0.843	0.83
9/06/2023 04:10	0.73	0.73	0.78	223.2	224.84	224	1.083	0	0.858	0.788	0.806	0.846	0.81
9/06/2023 04:20	0.77	0.7	0.81	222.27	225.17	222.2	22.97	0	29.643	0.79	0.793	0.847	1
9/06/2023 04:30	0.89	0.84	0.88	222.35	225.07	222.1	18.33	0	27.742	0.784	0.784	0.832	1
9/06/2023 04:40	0.81	0.76	0.87	222.25	224.8	223	14.86	0	11.692	0.777	0.766	0.824	1
9/06/2023 04:50	0.53	0.48	0.51	222.89	225.03	223	11.49	0	16.268	0.767	0.757	0.817	1
9/06/2023 05:00	0.79	0.7	0.76	222.75	224.96	223.2	12.87	0	11.322	0.768	0.749	0.808	1
9/06/2023 05:10	0.89	0.83	0.87	222.95	225.23	223.6	11.56	0	9.942	0.766	0.74	0.797	1
9/06/2023 05:20	0.79	0.74	0.81	222.73	224.82	223	9.496	0	12.163	0.766	0.73	0.791	1
9/06/2023 05:30	0.87	0.6	0.63	222.48	224.59	223	9.191	0	8.798	0.791	0.735	0.795	1
9/06/2023 05:40	0.74	0.63	0.73	222.54	224.59	222.7	9.327	0	13.375	0.796	0.728	0.798	1
9/06/2023 05:50	0.82	0.9	0.89	221.9	223.91	222.5	9.902	0	7.099	0.795	0.737	0.796	1
9/06/2023 06:00	0.66	0.67	0.61	220.95	223.12	221.2	9.581	0	12.13	0.786	0.731	0.779	1
9/06/2023 06:10	0.81	0.82	0.78	220.08	222.42	220.6	9.378	0	11.002	0.792	0.739	0.779	1
9/06/2023 06:20	0.75	0.71	0.82	218.96	221.3	219.5	9.479	0	10.111	0.791	0.74	0.78	1
9/06/2023 06:30	0.83	0.74	0.79	218.84	221.3	219.1	9.107	0	13.375	0.785	0.731	0.771	1
9/06/2023 06:40	0.6	0.62	0.62	219.21	221.67	220	10.95	0	8.479	0.77	0.72	0.751	1
9/06/2023 06:50	0.78	0.81	0.81	220.04	222.5	220.3	9.141	0	12.87	0.785	0.742	0.77	1
9/06/2023 07:00	0.75	0.69	0.76	220.2	222.42	220.4	9.005	0	7.974	0.782	0.741	0.77	1
9/06/2023 07:10	0.71	0.67	0.7	218.84	221.45	218.9	11.32	0.435	13.324	0.766	0.727	0.755	1
9/06/2023 07:20	0.74	0.73	0.72	215.78	218.8	216.4	24.49	19.03	24.462	0.762	0.726	0.748	0.93
9/06/2023 07:30	0.87	0.86	0.86	215.86	218.57	215.9	28.42	24.42	33.849	0.762	0.748	0.766	0.95
9/06/2023 07:40	0.61	0.59	0.58	215.74	218.32	215.9	28.22	25	33.681	0.753	0.746	0.757	0.95
9/06/2023 07:50	0.79	0.7	0.7	214.68	217.39	214.9	28.71	25.44	33.328	0.75	0.726	0.739	0.95

9/06/2023 08:00	0.67	0.68	0.72	215.49	218.36	215.6	30.81	25.41	34.556	0.751	0.727	0.746	0.95
9/06/2023 08:10	0.6	0.51	0.63	217.74	220.31	217.8	28.86	24.65	33.833	0.735	0.704	0.735	0.95
9/06/2023 08:20	0.73	0.76	0.71	215.74	218.71	216.2	34.82	27.63	35.094	0.733	0.708	0.725	0.94
9/06/2023 08:30	0.7	0.79	0.75	214.6	217.06	214.4	34.84	31.4	41.084	0.721	0.713	0.721	0.93
9/06/2023 08:40	0.61	0.58	0.58	214.5	217.66	215	39.49	31	39.805	0.722	0.711	0.719	0.93
9/06/2023 08:50	0.29	0.27	0.28	216.23	219.4	216.9	40.24	31.75	40.276	0.697	0.681	0.69	0.92
9/06/2023 09:00	0.6	0.49	0.56	215.01	218.09	215.6	40.2	32.33	40.579	0.685	0.669	0.675	0.92
9/06/2023 09:10	0.61	0.66	0.6	213.65	216.93	214.2	42.61	32.32	41.672	0.677	0.668	0.667	0.92
9/06/2023 09:20	0.72	0.76	0.76	213.03	216.19	213.5	44.08	35.48	43.792	0.675	0.671	0.671	0.9
9/06/2023 09:30	0.72	0.68	0.71	212.86	216.17	213.5	46.52	36.07	43.826	0.657	0.65	0.653	0.9
9/06/2023 09:40	0.36	0.32	0.32	212.99	216.21	213.5	44.18	35.77	44.903	0.646	0.639	0.643	0.9
9/06/2023 09:50	0.74	0.73	0.74	211.44	214.72	211.9	54.8	47.06	54.459	0.64	0.642	0.647	0.9
9/06/2023 10:00	0.7	0.75	0.71	212.39	215.46	212.6	58.05	52.02	60.852	0.643	0.649	0.646	0.9
9/06/2023 10:10	0.58	0.55	0.58	214.29	217.74	215.1	49.6	40	47.443	0.641	0.651	0.642	0.91
9/06/2023 10:20	0.4	0.64	0.67	214.29	218.03	214.9	45.99	34.85	43.035	0.618	0.64	0.638	0.92
9/06/2023 10:30	0.63	0.64	0.64	213.03	216.81	213.8	54.9	42.11	50.606	0.612	0.623	0.627	0.92
9/06/2023 10:40	0.58	0.61	0.61	213.85	216.99	214.4	47.52	38.49	46.972	0.609	0.626	0.629	0.93
9/06/2023 10:50	0.58	0.5	0.54	213.67	216.85	214.1	39.87	30.86	39.906	0.622	0.633	0.639	0.93
9/06/2023 11:00	0.48	0.5	0.46	213.67	216.99	214.3	40.31	31.58	40.074	0.614	0.634	0.633	0.92
9/06/2023 11:10	0.62	0.57	0.62	213.73	217.1	214.4	39.22	31.28	41.42	0.615	0.626	0.635	0.93
9/06/2023 11:20	0.68	0.57	0.61	213.23	216.6	213.9	38.48	31.26	39.115	0.611	0.608	0.62	0.93
9/06/2023 11:30	0.62	0.6	0.64	213.38	216.87	213.9	37.77	31.2	40.444	0.6	0.6	0.613	0.93
9/06/2023 11:40	0.69	0.69	0.69	213.81	217.26	214.3	39.56	31.73	39.586	0.621	0.622	0.634	0.92
9/06/2023 11:50	0.45	0.45	0.43	214.37	217.59	214.6	37.68	30.21	40.697	0.598	0.6	0.611	0.94
9/06/2023 12:00	0.33	0.29	0.32	215.03	218.34	215.7	40.68	32.74	40.697	0.573	0.568	0.585	0.93
9/06/2023 12:10	0.58	0.54	0.64	215.55	219.11	216.4	42.98	31.38	40.545	0.573	0.567	0.591	0.94
9/06/2023 12:20	0.64	0.96	0.77	217	220.33	217.8	40.66	31.46	40.293	0.589	0.616	0.603	0.94
9/06/2023 12:30	0.7	0.69	0.74	217.68	221.49	218.8	43.64	28.65	37.82	0.597	0.621	0.614	0.95

9/06/2023 12:40	0.66	0.69	0.71	218.86	222.63	220.1	40.41	27.9	35.717	0.604	0.629	0.623	0.96
9/06/2023 12:50	0.61	0.57	0.57	219.79	223.56	220.8	39.43	26.83	36.07	0.606	0.633	0.625	0.96
9/06/2023 13:00	0.66	0.64	0.72	221.67	225.23	222.8	36.04	24.59	32.672	0.619	0.642	0.644	0.95
9/06/2023 13:10	0.66	0.64	0.74	221.01	224.36	222	33.45	24.12	33.328	0.623	0.647	0.655	0.95
9/06/2023 13:20	0.53	0.43	0.6	217.85	221.09	218.6	32.4	24.52	33.765	0.611	0.64	0.654	0.95
9/06/2023 13:30	0.54	0.54	0.58	217.33	220.49	218.1	31.5	24.55	32.436	0.605	0.636	0.65	0.95
9/06/2023 13:40	0.51	0.5	0.53	218.22	221.22	218.8	32.89	24.5	35.397	0.589	0.622	0.638	0.95
9/06/2023 13:50	0.57	0.52	0.57	218.36	221.2	218.9	31.94	26.38	34.001	0.597	0.625	0.645	0.95
9/06/2023 14:00	0.56	0.52	0.53	217.8	220.74	218.4	31.33	24.42	33.765	0.607	0.634	0.653	0.95
9/06/2023 14:10	0.77	0.78	0.82	215.94	219.27	217	35.58	24.75	33.563	0.627	0.655	0.671	0.96
9/06/2023 14:20	0.74	0.86	0.82	214.95	218.13	215.7	34.06	24.54	34.135	0.636	0.638	0.677	0.95
9/06/2023 14:30	0.58	0.6	0.57	213.63	217.18	214.6	37.95	24.97	34.522	0.626	0.631	0.663	0.96
9/06/2023 14:40	0.71	0.72	0.68	213.67	217.18	214.9	33.69	24.84	32.789	0.631	0.634	0.661	0.95
9/06/2023 14:50	0.55	0.4	0.42	214.45	217.9	215.6	33.03	25.49	35.279	0.627	0.625	0.653	0.95
9/06/2023 15:00	0.8	0.77	0.81	216.17	219.6	217	34.09	26.59	36.457	0.642	0.639	0.664	0.95
9/06/2023 15:10	0.24	0.13	0.15	217	220.31	217.9	30.88	24.82	30.535	0.623	0.62	0.637	0.95
9/06/2023 15:20	0.7	0.58	0.63	217.52	220.6	218.2	31.03	24.72	31.763	0.637	0.629	0.64	0.95
9/06/2023 15:30	0.67	0.58	0.66	216.52	219.69	217.4	32.35	24.92	29.61	0.647	0.631	0.646	0.95
9/06/2023 15:40	0.59	0.55	0.54	216.36	219.5	216.9	31.79	25.09	32.823	0.651	0.634	0.646	0.95
9/06/2023 15:50	0.62	0.59	0.66	216.96	220.18	217.8	32.82	24.65	30.283	0.655	0.639	0.653	0.95
9/06/2023 16:00	0.76	0.89	0.76	217.43	220.6	218.1	32.82	26.19	32.84	0.671	0.675	0.671	0.94
9/06/2023 16:10	0.63	0.6	0.71	219.13	222.11	219.7	28.59	25.26	30.855	0.659	0.659	0.659	0.94
9/06/2023 16:20	0.58	0.54	0.58	220.16	222.87	220.5	25.29	24.4	30.434	0.645	0.627	0.636	0.94
9/06/2023 16:30	0.35	0.35	0.34	221.09	223.39	221.2	22.5	24.54	30.266	0.634	0.614	0.626	0.93
9/06/2023 16:40	0.77	0.76	0.81	220.49	222.79	220.5	24.22	28.27	34.775	0.641	0.619	0.641	0.93
9/06/2023 16:50	0.84	0.76	0.84	220.99	223.25	221	25.75	28.13	33.513	0.669	0.645	0.674	0.93
9/06/2023 17:00	0.57	0.49	0.53	220.27	222.54	220.2	27.54	28.38	35.498	0.648	0.622	0.65	0.93
9/06/2023 17:10	0.77	0.78	0.82	219.67	221.63	219.5	26.31	28.45	34.034	0.676	0.654	0.684	0.93

9/06/2023 17:20	0.78	0.87	0.81	220.1	221.84	219.7	24.99	28.9	35.65	0.684	0.683	0.7	0.92
9/06/2023 17:30	0.59	0.57	0.57	220.89	222.63	220.7	24.19	28.35	33.412	0.678	0.682	0.694	0.93
9/06/2023 17:40	0.21	0.18	0.19	222.5	224.36	222.6	23.02	27.06	32.857	0.666	0.672	0.686	0.92
9/06/2023 17:50	0.13	0.13	0.16	224.63	226.66	225.5	6.263	4.853	5.131	0.651	0.66	0.668	0.94
9/06/2023 18:00	0.29	0.18	0.21	224.79	226.91	225.9	9.005	4.769	4.609	0.623	0.612	0.641	0.96

Anexo 13. Procedimiento de cálculos para banco de condensadores, filtro de armónicos y dimensión al puesto a tierra.

BANCO DE CAPACITORES.

Valores Trifásicos	Potencia Activa (kW).	Factor de potencia	Potencia Aparente (kVA)	Potencia Inductiva. (kvar)
Máximo y tercer paso.	32.697	0.890	36.650	
Primer Paso.	11.167		12.712	5.198
Segundo Paso.	21.239		23.358	8.615

Tabla de Valores para dimensionamiento para banco de condensadores.

Fuente: Propia de los autores.

Según la tabla, los datos obtenidos del analizador de redes, cuyos valores son trifásico en máximo valor, primero y segundo paso.

Para que el banco de condensadores sea variable, se calcula la potencia del condensador en máximo valor, en primer paso y segundo paso.

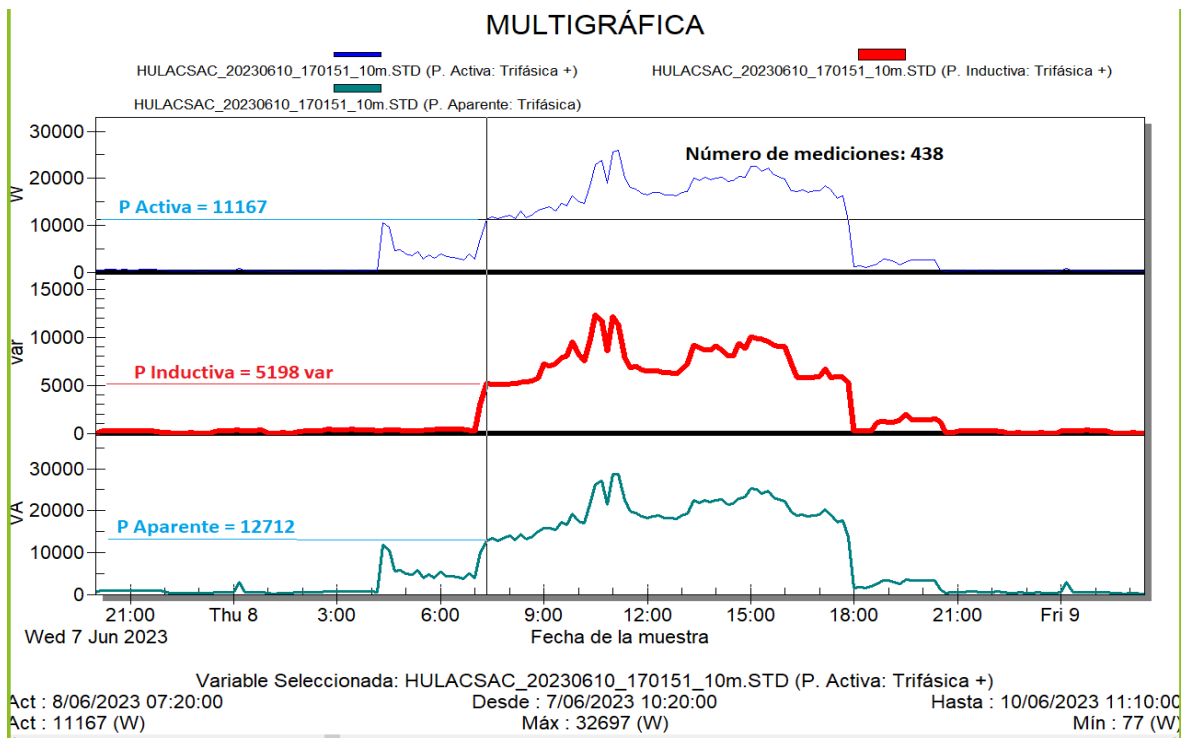
Cálculo de diseño para banco de capacitores, con valor trifásico máximo.

Para disminuir el pago de la energía reactiva:

Según el CNE, $\cos\phi < 0.96$, indica pérdidas de energía, afectando la eficiencia de trabajo de un circuito eléctrico. Por lo tanto, queremos mejorar un factor de potencia a 0.97 para disminuir la recarga adicional en la factura eléctrica.

Cálculo de diseño para banco de capacitores, Primer Paso:

Valores del Analizador de redes:



Gráfica con valores referenciales a la potencia activa, inductiva y aparente en un mismo tiempo - 7:20 am

Fuente: Propia de los Autores.

Según la gráfica, Nos indica los valores que arrojó el analizador de redes, y que necesitamos para nuestro cálculo.

- $P = 11167 \text{ W}$.
- $S = 12712 \text{ va}$.

Factor de Potencia: $\text{Cos}\phi$.

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{S}$$

$$\text{Cos}\phi = \frac{11167}{12712} = 0.878$$

Se quiere mejorar a un factor de potencia de: $\text{Cos}\phi = 0.970$

Ángulo Inicial y final del Triángulo de potencia:

$$\phi = \cos^{-1}(Fp)$$

Ángulo Inicial (φ_i):

$$\varphi_i = \cos^{-1}(0.878) = 28.6^\circ$$

Ángulo Final (φ_f):

$$\varphi_f = \cos^{-1}(0.970) = 14.069^\circ$$

Potencia Reactiva (Q):

$$Q = s * \text{sen}\varphi$$

Potencia Reactiva Inicial (Q_i):

$$Q_i = 12712 * \text{sen}(28.6) = 6.085 \text{ kVAR.}$$

Potencia Reactiva Final (Q_f):

$$Q_f = S * \text{sen}\varphi_f$$

$$\rightarrow Q_f = 12712 * \text{sen}(14.069) = 3.090 \text{ kVAR}$$

Potencia para el Banco de Capacitores:

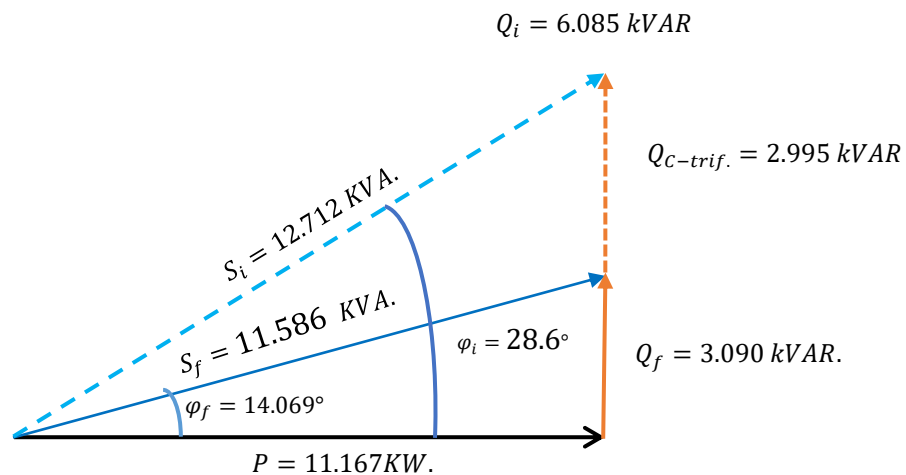
$$Q_{C-trif.} = Q_i - Q_f$$

Reemplazamos valores:

$$Q_{C-trif.} = 6085 - 3090$$

$$Q_{C-trif.} = 2.995 \text{ kVAR}$$

Diagrama de Triangulo de potencia con Banco de Capacitores:



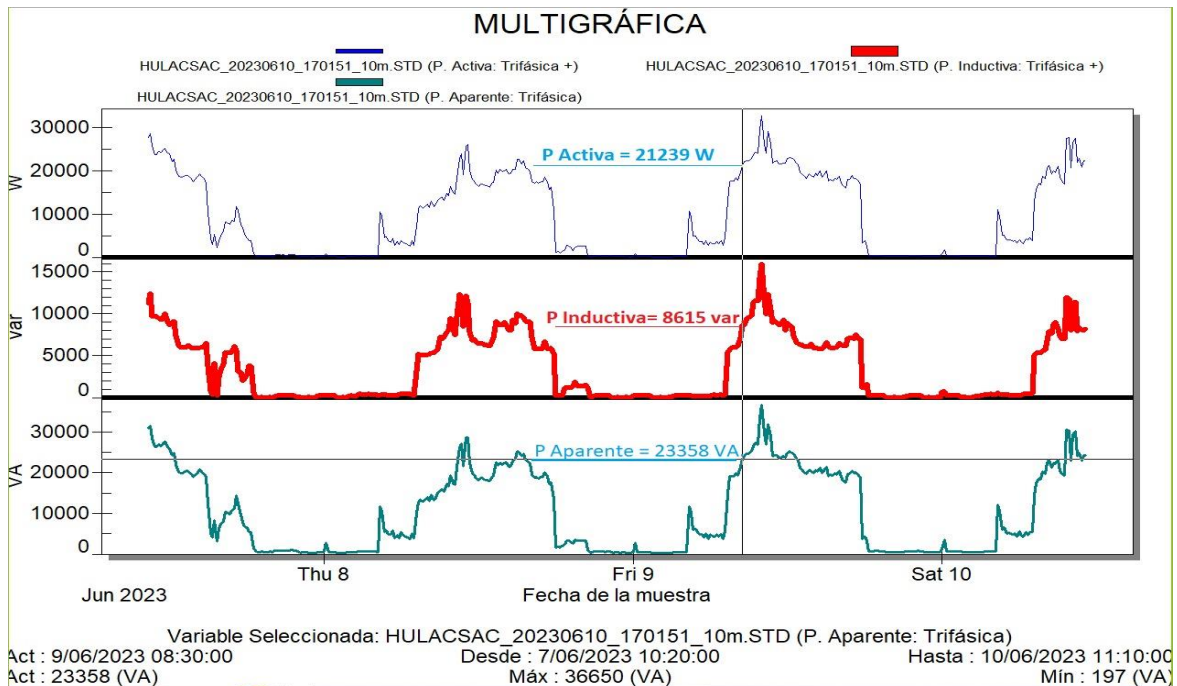
Gráfica 21. Triangulo de Potencia con Banco de Capacitores, en primer paso.

Fuente: Propia de los autores.

Observación. Según el cálculo para el primer paso del banco de condensadores será de 3 Kvar. Mejorará el factor de potencia de 0.87 a 0.97.

Cálculo de diseño para banco de capacitores, Segundo Paso:

Valores del Analizador de redes:



Gráfica con valores referenciales a la potencia activa, inductiva y aparente en un mismo tiempo - 9:00 am

Fuente: Propia de los Autores.

Según la gráfica, nos indica los valores que arrojó el analizador de redes, y que necesitamos para nuestro cálculo.

- $P = 21.239 \text{ kW}$.
- $S = 23.358 \text{ kW}$.

Factor de Potencia: $\text{Cos}\varphi$.

$$\text{Cos}\varphi = \frac{P}{S}$$

$$\text{Cos}\varphi = \frac{21.239}{23.358} = 0.909$$

Se quiere mejorar a un factor de potencia de: $\text{Cos}\varphi = 0.970$

Ángulo Inicial y final del Triángulo de potencia:

$$\varphi = \cos^{-1}(\text{Fp})$$

Ángulo Inicia (φ_i):

$$\varphi_i = \cos^{-1}(0.909) = 24.632^\circ$$

Ángulo Final (φ_f):

$$\varphi_f = \cos^{-1}(0.970) = 14.069^\circ$$

Potencia Reactiva (Q):

$$Q = s * \text{sen}\varphi$$

Potencia Reactiva Inicial (Q_i):

$$Q_i = 23.358 * \text{sen}(24.632) = 9.735 \text{ kVAR.}$$

Potencia Reactiva Final (Q_f):

$$Q_f = 23.358 * \text{sen}(14.069) = 5.67 \text{ kVAR}$$

Potencia para el Banco de Capacitores:

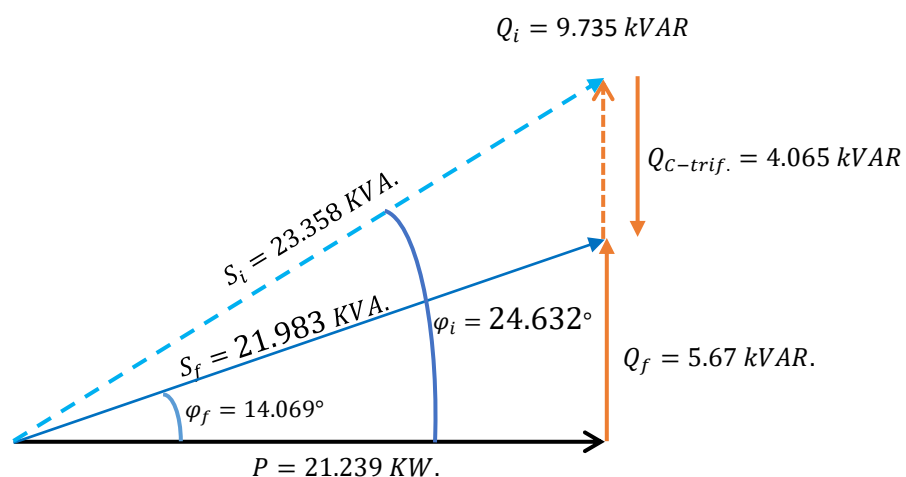
$$Q_{C-trif.} = Q_i - Q_f$$

Reemplazamos valores:

$$Q_{C-trif.} = 9.735 - 5.67$$

$$Q_{C-trif.} = 4.065 \text{ kVAR}$$

Diagrama de Triangulo de potencia con Banco de Capacitores:



Triangulo de Potencia con Banco de Capacitores, en segundo paso.

Fuente: Propia de los autores

Observación: Para el segundo paso se dimensiono un banco de condensadores de 4.065 Kvar para mejorar el factor de potencia de 0.909 a 0.97.

Cálculo del Tercer paso para banco de condensadores.

Ángulo Inicial y final del Triángulo de potencia:

$$\varphi = \cos^{-1}(Fp)$$

Ángulo Inicial (φ_i):

$$\varphi_i = \cos^{-1}(0.890) = 27.127^\circ$$

Ángulo Final (φ_f):

$$\varphi_f = \cos^{-1}(0.970) = 14.069^\circ$$

Potencia Reactiva (Q):

$$Q = s * \operatorname{sen}\varphi$$

Potencia Reactiva Inicial (Q_i):

$$Q_i = 36.650 \text{ VA} * \operatorname{sen}(27.127)$$

$$Q_i = 16.711 \text{ kvar.}$$

Potencia Reactiva Final (Q_f):

$$\varphi_f = \cos^{-1}(0.970) = 14.069^\circ$$

$$Q_f = S * \operatorname{sen}\varphi_f$$

$$Q_f = 36650 \text{ VA} * 0.24$$

$$Q_f = 8.909 \text{ kvar}$$

Potencia para el Banco de Capacitores:

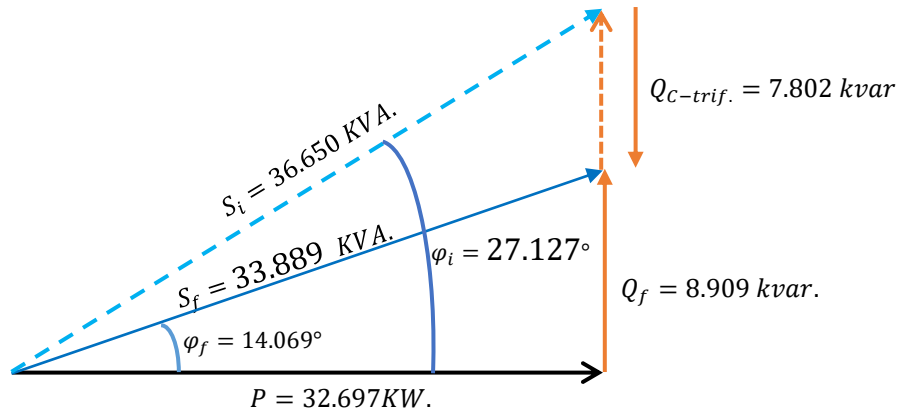
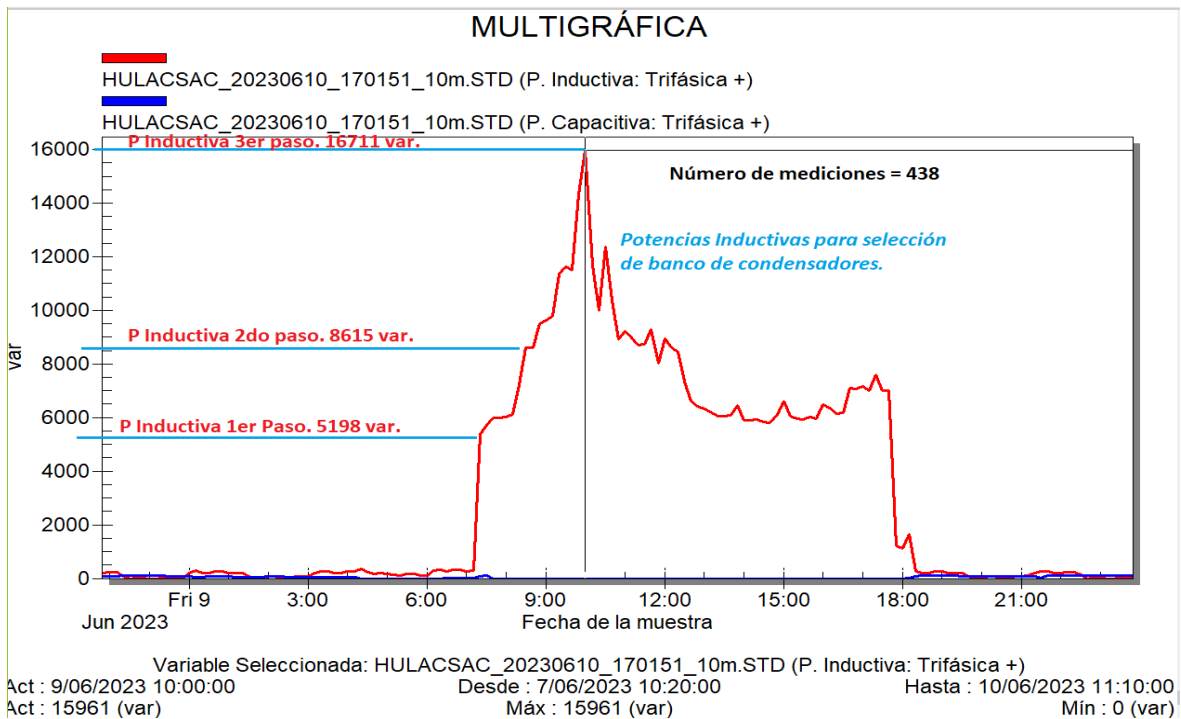
$$Q_{C-trif.} = Q_i - Q_f$$

Reemplazamos valores:

$$Q_{C-trif.} = 16.711 - 8.909$$

$$Q_{C-trif.} = 7.802 \text{ kVAR}$$

Diagrama de Triangulo de potencia con Banco de Capacitores:



Gráfica 20. Triangulo de Potencia con Banco de Capacitores.

Fuente: Propia de los autores.

Observación: Para el tercer paso cuando la potencia es la máxima se calculó un banco de condensadores de 7.802 Kvar. Para mejorar el factor de potencia de 0.89 a 0.97.

Comparación de banco de condensadores calculado en 3 pasos con respecto a las mediciones de energía reactiva.

Nro. de pasos.	Q Calculado FP 0.97	Q MYeBOX FP 1
1er paso.	2995 var	5198 var
2do paso.	4065 var	8615 var
3er paso.	7802 var	16711 var

Grafica para dimensionamiento de banco de condensadores.

Calculo para Filtros de Armónicos

Intensidad RMS: $I_{RMS} = 54.348 A$.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + \dots I_n^2}$$

$$I_{RMS} = \sqrt{54.05^2 + 1.52^2 + 3.875^2 + 3.032^2 + 0.319^2 + 1.87^2 + 1.3^2 + 0.205^2}$$

$$I_{RMS} = 54.348 A.$$

Intensidad fundamental $I_1 = 54.05 A$. (Dato obtenido del Analizador de Redes)

Intensidad residual (de armónicos). I_{RES} :

$$I_{RES} = \sqrt{I_{RMS}^2 - I_{Fundamental}^2}$$

$$I_{RES} = \sqrt{54.348^2 - 54.05^2}$$

$$I_{RES} = 5.684 A.$$

Tensión Nominal: 380 V.

Factor de potencia: 0.87 (Valor Promedio, cuando se pone en marcha la industria desde 4:00 am a 6: 00 pm – 09 / 06 / 2023.)

Potencia Activa: $P = 32.697 kW$.

Ángulo de desfase Intensidad Tensión, φ :

$$\varphi = \cos^{-1}(0.87)$$

$$\varphi = 29.541^\circ$$

Potencia Reactiva Q :

$$Q = P * \tan\varphi$$

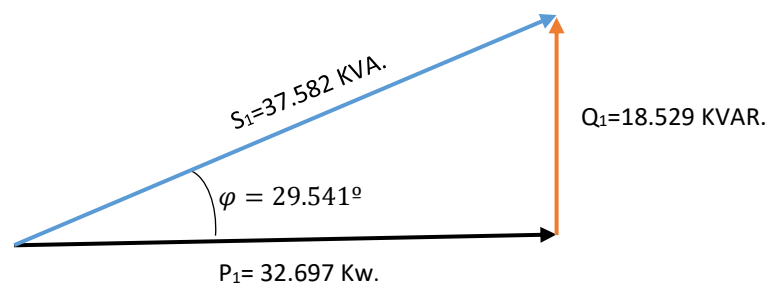
$$Q = 32.697 * \tan 29.541$$

$$Q = 18.529 Kvar.$$

Potencia Aparente, sin distorsión armónica, S_1 :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$
$$S = \sqrt{32.697^2 + 18.529^2}$$
$$S = 37.582 \text{ kVA.}$$

Diagrama de triangulo de potencia sin armónicos.



Gráfica de triangulo de potencia sin armónicos.

Fuente: Propias de los autores.

Potencia de distorsión armónica (D):

$$D = \frac{\sqrt{3} * U_1(V) * I_{res}(A)}{1000} \text{ (kvar)}$$

$$D = \frac{\sqrt{3} * 380 * 5.684}{1000}$$

$$D = 3.741 \text{ Kvar.}$$

Potencia Aparente, con distorsión armónica, S_2 :

$$S_2 = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2 + D^2}$$

$$S_2 = \sqrt{32.697^2 + 18.529^2 + 3.741^2}$$

$$S_2 = 37.768 \text{ kVA.}$$

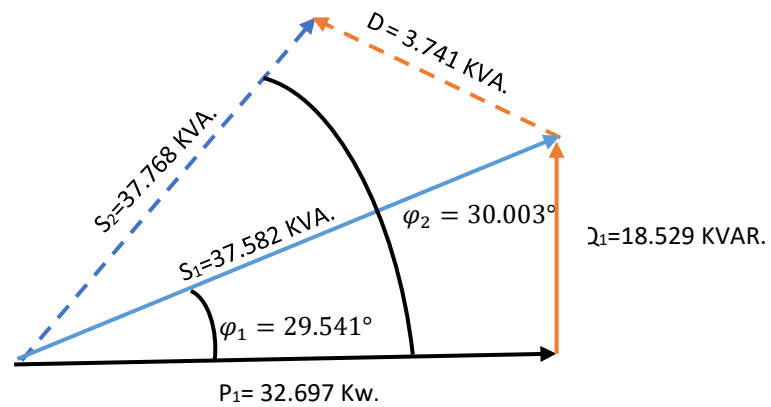
Factor de potencia del Circuito con distorsión armónica:

$$Fp. = \frac{P}{S_2}$$

$$Fp = \frac{32.697}{37.768}$$

$$Fp = 0.866$$

Gráfica de Triangulo de Potencia con armónicas



Gráfica de triangulo de potencia con armónicos.

Fuente: Propias de los autores.

Según la gráfica, Se debe instalar un filtro de armónicos con una potencia de 3.741 kVAR.

Selección del Conductor de Protección, Cable Puesto a Tierra.

Para el caso de HULAC SAC, pertenece al régimen industrial, por lo tanto, la resistencia a tierra, según la CNE – Suministro 2011. debe ser $\leq 25\Omega$

SECCIÓN MÍNIMA DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	
Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente	Sección nominal del conductor de protección (cobre) (mm ²)
No mayor de (A)	
15	2
20	3
60	5
100	8
200	16
400	25
800	50
1000	70
1200	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

Tabla de Sección Nominal del conductor para protección a tierra

Fuente: NTP 370.053

La corriente máxima obtenida por el analizador de redes:

$$I = 57.233 \text{ A.}$$

Según la tabla de la Norma Técnica peruana de puesta a tierra, se elige el conductor más cercano a $I = 57.233 \text{ A.}$, que sería $I = 60 \text{ A.}$, cuyo cable de cobre es de 5 mm^2

Buscamos este calibre en la tabla de datos técnicos _ Cable CPT (mm²), de la marca comercial ELCOPE, el valor cercano es de 6 mm^2

Dimensionamiento de puesta a tierra

Para el caso de HULAC SAC, pertenece al régimen industrial, por lo tanto, la resistencia a tierra, según el CNE – Suministro 2011. debe ser $\leq 25\Omega$

Datos técnicos

Tipo de Servicio del Pozo a Tierra	valor de Ohmio Recomendado
Pozo a Tierra de Uso Industrial	25 ohmios o menos
Pozo a Tierra para Cargas Generales	15 ohmios o menos
Pozo a Tierra para Computo	5 ohmios o menos
Pozo a Tierra para Equipo Médico, Equipo de Comunicaciones, Maquinaria Sofisticada (PLC, Variadores, Con Tarjetas de Control Electrónico)	2 o 1 ohmio o menos

tabla de Valores recomendados en Ohmio para el tipo de servicio de pozo a tierra, referenciado en el Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011.²²

Tabla A2-06 Resistividades medias de Terrenos Típicos

Terreno	Símbolo del Terreno	Resistividad Media [Ω.m]
Grava de buen grado, mezcla de grava y arena	GW	600 – 1 000
Grava de bajo grado, mezcla de grava y arena	GP	1 000 – 2 500
Grava con arcilla, mezcla de grava y arcilla	GC	200 – 400
Arena con limo, mezcla de bajo grado de arena con limo	SM	100 – 500
Arena con arcilla, mezcla de bajo grado de arena con arcilla	SC	50 – 200
Arena fina con arcilla de ligera plasticidad	ML	30 – 80
Arena fina o terreno con limo, terrenos elásticos	MH	80 – 300
Arcilla pobre con grava, arena, limo	CL	25 – 60
Arcilla inorgánica de alta plasticidad	CH	10 – 55

La tabla A2 – 06 Resistividades medias de terrenos típicos, es referenciada con el CNE – Suministro 2006

El terreno de la empresa HULAC SAC tiene un suelo tipo, Arena fina con arcilla de ligera plasticidad.

- Resistividad de suelo = 55 [Ω .m]
- Longitud del electrodo de cobre electrolítico: $L_{elect} = 2.40$ m.
- Diámetro del electrodo (19 mm), $d_{elct.} = 0.019$ m
- Profundidad del pozo a tierra: $h = 2.40$ m.
- Resistividad de la puesta a tierra sector industrial = 25 Ω .

Para calcular la resistencia de la puesta a tierra se utiliza la siguiente formula

$$\rho_{Terr} = \frac{R_t * 2\pi * L_{elect}}{\ln\left(\frac{4 * L_{elect}}{1.36 * d_{elect}}\right)}$$

Despejamos la fórmula para calcula la resistencia de puesta a tierra.

$$R_t = \frac{\rho_{Terr} * \ln\left(\frac{4 * L_{elect}}{1.36 * d_{elect}}\right)}{2\pi * L_{elect}}$$

Reemplazamos valores:

$$R_t = \frac{55 * \ln\left(\frac{4 * 2.4}{1.36 * 0.019}\right)}{2\pi * 2.4}$$
$$R_t = 20\Omega$$

La resistencia obtenida por la puesta tierra, con las características anteriormente mencionadas, tiene: $R_t = 20 \Omega$

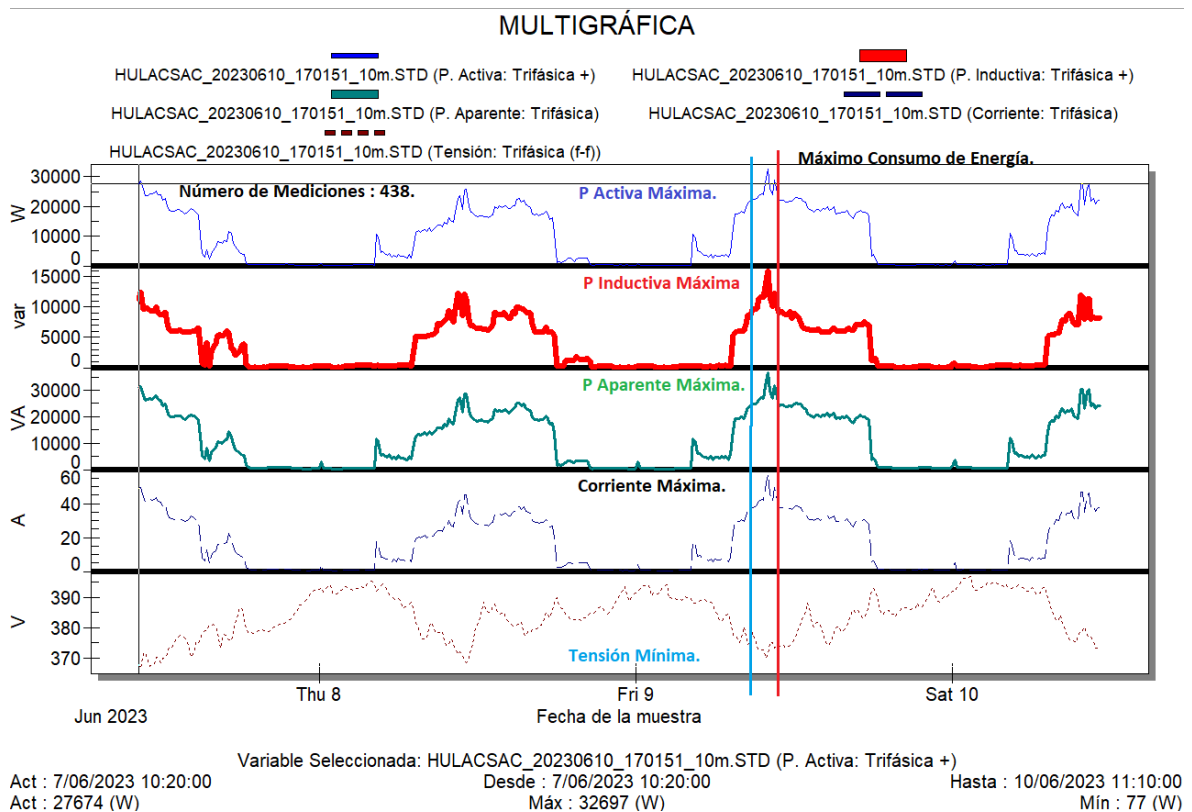
La resistencia válida para la puesta a tierra en sector industrial es: $R_T = 25\Omega$.

Por lo tanto, la resistencia de la puesta a tierra si cumple con la Norma, ya que la resistencia calculada de la puesta a tierra $R_t = 20 \Omega$, es menor a $R_T = 25\Omega$.

Observación:

El área techada de la empresa industrial HULAC SAC tiene un área de $A_T = 3\,000\text{ m}^2$, por lo tanto, se considera dividir la instalación eléctrica en tres sectores y cada uno con su respectiva puesta a tierra, para tener una mejor protección de las máquinas y el personal. De tal manera, es necesario implementar dos puestas a tierra.

Mediciones donde se da el mayor consumo de energía para nuestro análisis del cable alimentador.



Cable alimentador = NYY 3*1*50 mm² (L) + 1*35 mm² (N) + 1*25 mm² (T).

Corriente Ducto = 186 A

Potencia Activa Máxima medida por MYeBOX 1500 = 32697 W

Potencia Inductiva Máxima medida por MYeBOX 1500 = 15961 VAR

Potencia Aparente Máxima medida por MYeBOX 1500 = 36650 VA

Tensión Mínima medida por MYeBOX 1500 = 365.08 V

Corriente Máxima medida por MYeBOX 1500 = 57.233 A

Analizamos el cable alimentador. = NYY 3*1*50 mm² (L) + 1*35 mm² (N) + 1*25 mm² (T). con respecto a la corriente.

Corriente de Diseño

$$I_d = I_{Nom} \times 1.25.$$

$$I_d = 57.233 \times 1.25.$$

$$I_d = 71.54 \text{ A}$$

El conductor tiene que soportar la corriente de diseño y la caída de tensión.

Fórmula para Cálculo de caída de tensión.

$$AV = K * I_d * \frac{\rho * L}{S} * \cos\phi$$

Donde

AV = Caída de tensión.

K = Constante 1 para monofásico, $\sqrt{3}$ si es trifásico.

I_d = Corriente de diseño. 125 % de la Nominal por Norma.

ρ = Resistividad del cobre.

L = Longitud del conductor.

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Factor de potencia.

Calculamos la caída de tensión con el alimentador existente.

$$AV = 1.732 * 71.54 \text{ A} * \frac{0.0175 \Omega/\text{m} * 30}{50} * 0.9$$

$$AV = 1.17 \text{ V}$$

Caída de Tensión = 0.30 % < 2.5 % Exigido por el CNE

Anexo 14. Tabla con características técnicas del cable NYY – Triple.

TABLA DE DATOS TECNICOS NYY TRIPLE

CALIBRE	Nº HILOS	ESPEORES		DIMENSIONES		PESO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA	ALTO	ANCHO		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm ²		mm	mm	mm	mm		A	A	A
3 - 1 x 6	1	1	1.4	7.8	23.2	324	72	54	58
3 - 1 x 10	1	1	1.4	8.6	25.7	455	95	74	77
3 - 1 x 16	7	1	1.4	9.8	29.1	672	127	100	102
3 - 1 x 25	7	1.2	1.4	11.4	33.9	992	163	131	132
3 - 1 x 35	7	1.2	1.4	12.4	37.1	1298	195	161	157
3 - 1 x 50	19	1.4	1.4	14.1	42	1707	230	196	186
3 - 1 x 70	19	1.4	1.4	15.7	46.8	2339	282	250	222
3 - 1 x 95	19	1.6	1.5	18.2	54.3	3209	336	306	265
3 - 1 x 120	37	1.6	1.5	19.9	59.5	3975	382	356	301
3 - 1 x 150	37	1.8	1.6	21.7	64.9	4836	428	408	338
3 - 1 x 185	37	2	1.7	24.1	72	6027	483	470	367
3 - 1 x 240	37	2.2	1.8	27	80.8	7825	561	562	426
3 - 1 x 300	37	2.4	1.9	29.8	89.3	9736	632	646	480
3 - 1 x 400	61	2.6	2	33.2	99.4	12336	730	790	555
3 - 1 x 500	61	2.8	2.1	36.9	110.4	15590	823	895	567

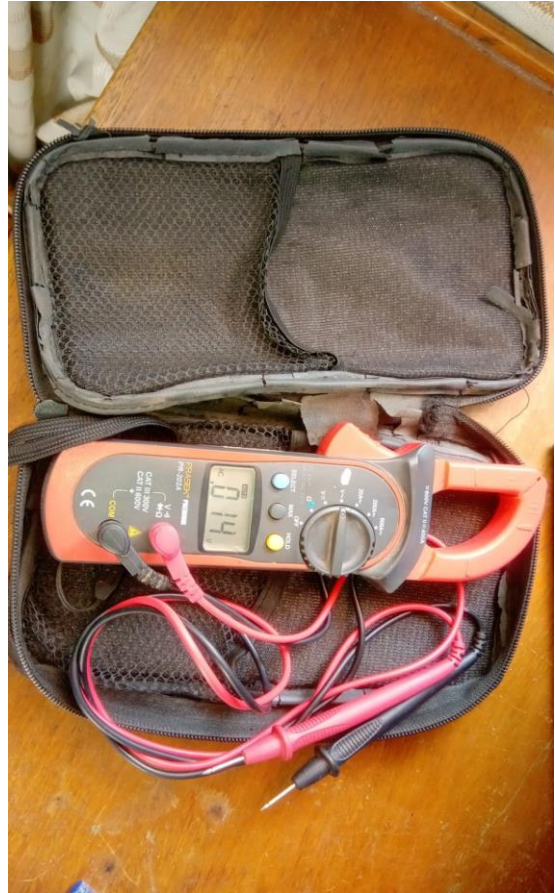
Fuente: Ficha Técnica de Cable NYY

Anexo 15. Instrumentos de Medición.

**Analizador de Redes – MYeBOX
1500**



**Pinza Amperimétrica PRASEK
PREMIUM PR – 202 A.**





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SANCHEZ HUERTAS CARLOS ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Análisis de los indicadores de Calidad de Energía de la subestación particular, SE0122/AMT: A3191 – TOE 105. HULAC S.A.C. Huanchaco – La Libertad.", cuyos autores son QUIROZ VILLANUEVA LUIS MANUEL, SMITH VASQUEZ CARLOS MARCEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 06 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SANCHEZ HUERTAS CARLOS ENRIQUE DNI: 17857234 ORCID: 0000-0002-6754-8017	Firmado electrónicamente por: CSANCHEZH55 el 31-07-2023 09:12:28

Código documento Trilce: TRI - 0575161