

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

“DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA
ELÉCTRICO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA
ENERGÉTICA EN LA EMPRESA CERÁMICOS PRISMA
S.A.C.”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA

Autores :

Bach. Linder Denis Inga Peralta

Bach. Edwin Roberto Lachira Perez

Asesor :

Mg. Ing. Jannier Alberto Montenegro Juárez

Línea de investigación: Eficiencia energética

JAÉN – PERÚ, AGOSTO, 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EM

AUTOR

Linder Denis Inga Peralta y Edwin Roberto Lachira Perez

RECUENTO DE PALABRAS

29605 Words

RECUENTO DE CARACTERES

142240 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

154 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

8.5MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 4, 2024 12:05 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 4, 2024 12:07 PM GMT-5



● 19% de similitud general

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

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-Sunedu/Cd
"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra
Independencia y de la conmemoración de las heroicas batallas
de Junín y Ayacucho"



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 21 de octubre del año 2024, siendo las 16:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Secretario : Mg. Juan Antonio Labrin Romero

Vocal: Dr. Eudualdo Díaz Gonzales

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

() Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA EMPRESA CERÁMICOS PRISMA S.A.C.", presentado por los Bachilleres **Linder Denis Inga Peralta y Edwin Roberto Lachira Pérez**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

() Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

a) Excelente	18, 19, 20	()
b) Muy bueno	16, 17	()
c) Bueno	14, 15	(<input checked="" type="checkbox"/>)
d) Regular	13	()
e) Desaprobado	12 ó menos	()

Siendo las 17:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Mg. Mario Félix Olivera Aldana
Presidente Jurado Evaluador

Mg. Juan Antonio Labrin Romero
Secretario Jurado Evaluador

Dr. Eudualdo Díaz Gonzales
Vocal Jurado Evaluador

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Antecedentes	11
1.2. Problema	14
1.3. Justificaciones	17
1.4. Hipótesis	17
1.5. Objetivos	18
1.6. Bases teóricas	18
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	37
2.1. Objeto de estudio	37
2.2. Ubicación geográfica	37
2.3. Población, muestra y muestreo	39
2.4. Metodología de investigación empleada.....	39
2.5. Variables - Operacionalización	40
2.6. Técnicas de recolección de datos	42
2.7. Procedimientos	42
2.8. Análisis estadístico de datos	86
2.9. Materiales	87
III. RESULTADOS.....	88
IV. DISEÑO DEL PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	109
V. DISCUSIÓN.....	110
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
AGRADECIMIENTO.....	119
DEDICATORIA.....	120
ANEXOS.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Consumo mensual de energía y factor de potencia.....	16
Tabla 2	Opción tarifaria MT2.....	31
Tabla 3	Opción tarifaria MT3.....	32
Tabla 4	Opción tarifaria MT4.....	33
Tabla 5	Matriz de operacionalidad de variables.....	41
Tabla 6	Parámetros eléctricos conductor alimentador transformador-tablero general.....	45
Tabla 7	Parámetros eléctricos del conductor alimentador del tablero N° 01.....	48
Tabla 8	Parámetros eléctricos del conductor alimentador del tablero N° 02.....	50
Tabla 9	Consumo energético diario de motores eléctricos en el área de producción.....	54
Tabla 10	Parámetros de motores eléctricos existentes.....	55
Tabla 11	Variación de tensión de alimentación (15 min).....	57
Tabla 12	Variación de la frecuencia instantánea.....	58
Tabla 13	Parámetros de severidad de flicker.....	60
Tabla 14	Resultado de armónicos.....	61
Tabla 15	Parámetros de corriente eléctrica.....	63
Tabla 16	Potencia aparente.....	65
Tabla 17	Potencia activa.....	66
Tabla 18	Potencia reactiva.....	67
Tabla 19	Factor de potencia medido.....	68
Tabla 20	Registro del consumo eléctrico.....	69
Tabla 21	Datos de motores eléctricos estándar a sustituir.....	76
Tabla 22	Rendimiento de motores estándar vs super premium.....	77
Tabla 23	Dimensiones del área de producción.....	79
Tabla 24	Coeficientes de reflexión de luminarias.....	79
Tabla 25	Factor de utilización de luminarias.....	80
Tabla 26	Interpolación lineal.....	80
Tabla 27	Factor de mantenimiento de luminarias.....	81
Tabla 28	Diagnóstico visual de tableros eléctricos.....	88
Tabla 29	Diagnóstico termográfico de tableros eléctricos.....	89
Tabla 30	Diagnóstico visual de conductores eléctricos.....	90
Tabla 31	Diagnóstico de pérdidas de energía en conductores eléctricos sin mejoras.....	91
Tabla 32	Diagnóstico de pérdidas de potencia en motores eléctricos sin mejoras.....	92

Tabla 33	Diagnóstico de los niveles de iluminación.....	93
Tabla 34	Diagnóstico de parámetros del sistema eléctrico.....	94
Tabla 35	Diagnóstico de Secuencia de encendido de equipos electromecánicos.....	95
Tabla 36	Ahorro técnico y económico en mantenimiento de sistema eléctrico.....	96
Tabla 37	Diagnóstico de pérdidas de energía en conductores eléctricos con mejoras.	96
Tabla 38	Ahorro técnico y económico en cambio de conductores.	97
Tabla 39	Ahorro técnico y económico en cambio de motores.....	98
Tabla 40	Ahorro energético de luminarias convencionales vs tecnología LED.....	99
Tabla 41	Ahorro técnico y económico en cambio de luminarias.....	99
Tabla 42	Ahorro técnico y económico con propuesta de banco de condensadores.....	100
Tabla 43	Ahorro energético con secuencia de encendido de equipos.....	101
Tabla 44	Ahorro técnico y económico en la secuencia de arranque.....	102
Tabla 45	Resumen de ahorro económico en la empresa cerámicos prisma S.A.C.....	103
Tabla 46	Presupuesto referencial.....	103
Tabla 47	Parámetros para evaluación económica del plan de propuesta.....	105
Tabla 48	Depreciación anual de los activos.....	105
Tabla 49	Flujo de caja económico.....	106
Tabla 50	Valor actual neto.....	107
Tabla 51	Tasa interna de retorno.....	108
Tabla 52	Diseño del plan de mejora del sistema eléctrico.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Fuentes energéticas en el Perú.....	9
Figura 2	Máxima demanda SEIN (MW).	15
Figura 3	Esquema general de un sistema de energía eléctrica.....	19
Figura 4	Esquema de la representación de potencias.	23
Figura 5	Factor de potencia.	24
Figura 6	Diagrama esquemático de la compensación reactiva.	25
Figura 7	Diagrama de compensación individual.	26
Figura 8	Diagrama de compensación grupal.	27
Figura 9	Diagrama de compensación central.....	28
Figura 10	Sistema trifásico de tensiones.....	29
Figura 11	Ubicación geográfica de Cerámicos Prisma S.A.C.....	38
Figura 12	Diagrama de flujo del procedimiento de la investigación.	43
Figura 13	Diagrama unifilar de tableros de distribución.	44
Figura 14	Inspección termográfica al conductor 3x120+1x70 mm ² N2XOH	49
Figura 15	Inspección termográfica al conductor 3x35+1x25 mm ² AAAC.....	52
Figura 16	Instalación del analizador de redes al sistema eléctrico.	56
Figura 17	Variación de tensión.....	57
Figura 18	Variación sostenida de frecuencia instantánea.	59
Figura 19	Variación de flicker.	60
Figura 20	TDH para los armónicos.....	62
Figura 21	Variación de corriente eléctrica.....	63
Figura 22	Potencia aparente.....	64
Figura 23	Potencia activa.....	65
Figura 24	Potencia reactiva.....	66
Figura 25	Factor de potencia medido.	68
Figura 26	Energía eléctrica consumida.....	70
Figura 27	Diagrama unifilar con propuesta.	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificados de calibración de equipos de medición.....	121
Anexo 2. Panel fotográfico de ejecución de proyecto	129
Anexo 3. Registros de facturaciones mensuales.....	136
Anexo 4. Factor k para compensación de potencia reactiva.....	138
Anexo 5. Diagrama de conexión del banco de condensadores de 248 kVAR	139
Anexo 6. Tabla de datos técnicos del cable N2XOH	140
Anexo 7. Cotización de suministró de materiales	141
Anexo 8. Cotización desmontaje y montaje de instalaciones electromecánicas	143
Anexo 9. Diagrama unifilar de la empresa Cerámicos Prisma S.A.....	144
Anexo 10. Diagrama unifilar con las propuestas planteadas.....	145
Anexo 11. Distribución de luminarias LED propuestas	146
Anexo 12. Factor de potencia de equipos eléctricos.....	147
Anexo 13. Cuadro de cargas con relación a la máxima demanda	148
Anexo 14. Simulación del banco de condensadores.....	149
Anexo 15. Temperatura ambiente promedio en Rioja.....	150
Anexo 16. Consumo de energía en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.....	151
Anexo 17. Potencia instalada en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.....	152
Anexo 18. Características del sistema eléctrico	153
Anexo 19. Especificaciones técnicas de la norma NETA	154



RESUMEN

La eficiencia energética en el sector industrial consiste en maximizar la producción con el menor consumo posible de energía, en muchas empresas, la eficiencia es limitada y esto se evidencia en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C cuyo factor de potencia es de 0.58 cuando el valor que necesita la empresa es de 0.96 a 1.00. A partir de ello esta investigación tuvo como objetivo diseñar un plan de mejora del sistema eléctrico para incrementar la eficiencia energética en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C. El tipo de investigación fue aplicada, nivel descriptivo, diseño no experimental y de enfoque cuantitativo. Durante el desarrollo de la investigación se identificó deficiencias tales como partículas de polvo, agrietamientos, temperatura elevada de 143 °C en conductores, nivel de iluminancia inferior a 300 lux y pérdidas de energía de 115,309.66 kWh/año, en consecuencia se han propuesto oportunidades de mejora las cuales contemplan mantenimiento del sistema eléctrico, sustitución de conductor N2XOH, implementación de luminarias LED de 200 W, instalación de un banco de condensadores de 248 kVAR, suministro de motores super Premium IE3 y una secuencia de encendido de equipos. En efecto, se realizó una simulación con el software ETAP 19.01 en el cual se evidencio el incremento de eficiencia con factor de potencia de 0.97 obteniendo un ahorro de energía de 54,591.21 kWh/año. A partir del análisis económico se obtuvo un VAN de S/. 48,570.72, TIR 18.73% y B/C de 1.32. Concluyendo que la implementación del plan de mejora es técnicamente factible y económicamente viable.

Palabras claves: Eficiencia energética, sistema eléctrico, propuesta de mejora.



ABSTRACT

Energy efficiency in the industrial sector consists of maximizing production with the lowest possible energy consumption. In many companies, efficiency is limited and this is evident in the company Ceramics Prisma S.A.C, whose power factor is 0.58 when the value it needs the company is 0.96 to 1.00. Based on this, this research aimed to design a plan to improve the electrical system to increase energy efficiency in the company Ceramics Prisma S.A.C. The type of research was applied, descriptive level, non-experimental design and quantitative approach. After the investigation, deficiencies were identified such as dust particles, cracks, elevated temperature of 143 °C in conductors, illuminance level less than 300 lux and energy losses of 115,309.66 kWh/year, consequently improvement opportunities have been proposed which They include maintenance of the electrical system, replacement of the N2XOH driver, implementation of 200 W LED luminaires, installation of a 248 kVAR capacitor bank, supply of super Premium IE3 motors and an equipment start-up sequence. In fact, a simulation was carried out with the ETAP 19.01 software in which the increase in efficiency with a power factor of 0.97 was evident, obtaining an energy saving of 54,591.21 kWh/year. From the economic analysis, an NPV of S/. 48,570.72, IRR 18.73% and B/C of 1.32. Concluding that the implementation of the improvement plan is technically feasible and economically viable.

Keyword: Energy efficiency, electrical system, improvement proposal.



I. INTRODUCCIÓN

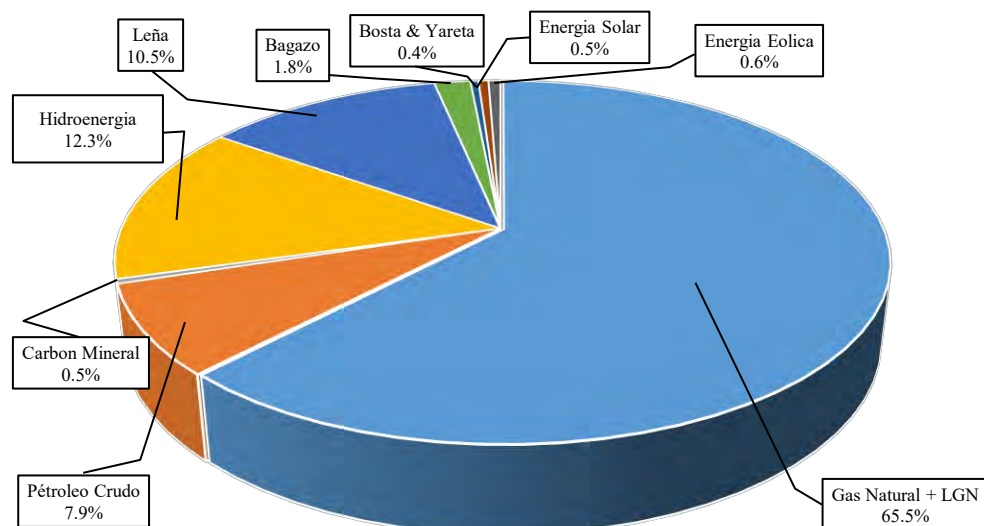
La energía eléctrica ha sido un recurso esencial para desarrollar procesos de producción de manera continua y eficiente en las empresas industriales, por ello se han realizado diferentes estudios a nivel nacional e internacional enfocados en incrementar la eficiencia energética en los sistemas eléctricos.

Según la Agencia Internacional de la Energía (2024), la demanda mundial de electricidad ha venido aumentando a un ritmo acelerado en los últimos tres años a una medida del 3,4% anual; el consumo de electricidad por parte de los sectores residenciales, industriales y centro de datos se encuentra alrededor de los 1000 TWh. Las regulaciones actualizadas y las mejoras tecnológicas con relación a eficiencia energética han sido cruciales para moderar el aumento repentino del consumo de energía de los diferentes sectores.

Según el Ministerio de Energía y Minas (2024), el Perú se ha enfocado en realizar estudios para mejorar su matriz energética mediante el uso de tecnologías que utilizan eficiencia energética, y que han permitido mejorar la economía y ecología sostenible. La matriz energética de consumo es históricamente dependiente de fuentes fósiles, por lo que la electricidad ha venido participando en el consumo nacional de energía en un 20%.

Figura 1

Fuentes energéticas en el Perú.



Nota. Registro de las fuentes de producción de energía. Adaptado del Ministerio de Energía y Minas (2022).

Diseñar un plan de mejora del sistema eléctrico para incrementar la eficiencia energética en la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C fue el objetivo de la presente tesis. La investigación se ha desarrollado siguiendo una estructura clara que se detalla a continuación: en primer lugar, se identificó la problemática a abordar; posteriormente, se formuló el problema de investigación. A continuación, se presentaron las justificaciones pertinentes y se describieron los objetivos que se pretenden alcanzar con el estudio. Se redactaron las bases teóricas que respaldan la investigación, seguidas de una descripción de los materiales y métodos utilizados, los cuales indicaron el proceso para obtener la información necesaria y el procedimiento que se implementó para resolver la problemática planteada. Los resultados se presentaron en forma de tablas y se evaluaron económicamente a través de indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la relación Beneficio/Costo (B/C) y el período de recuperación del capital. Finalmente, tras la discusión, se detallaron las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones.



1.1. Antecedentes

1.1.1. Internacionales

Oñate (2022), en su proyecto de investigación tuvo como objetivo proponer mejoras de eficiencia energética mediante un diagnóstico actual de todos los sistemas de fuerza de una industria, su investigación fue aplicada con diseño descriptivo. Como resultado respecto al consumo y parámetros eléctricos, los datos obtenidos en potencia máxima son de 172 700 W, potencia reactiva 60,720 VAR, se observó un factor de potencia de 0.90, desbalance de cargas ya que se presentan corriente de 50 A en el neutro y los valores de voltaje cumplen con lo establecido. Se puede concluir que, de acuerdo con todo lo anterior se propusieron propuestas de eficiencia energética como implementación de motores de alta eficiencia IE2 obteniendo un ahorro de \$7,615.67 al año para un tiempo de recuperación de 2.3 años, implementar arrancadores suaves se ahorrara \$221.62 al año y para implementar una automatización con PLC se determinó opción no factible. Esta investigación nos orientó a identificar las deficiencias en el sistema eléctrico y a partir de esa perspectiva proponer mejoras.

Belmonte (2022) en su proyecto de investigación tuvo como objetivo realizar una Auditoria de Control y Calidad Energética a un edificio destinado a la producción industrial para disminuir las pérdidas de energía eléctrica; su investigación fue aplicada con diseño no experimental, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. Como resultado se determinó un consumo de iluminación al año de 95,109 kWh, se tiene un 79% debido al uso de lámparas de Halogenuro Metálico (HM), por lo que se propuso implementar en un 100% el cambio de iluminación LED. Se concluye viable la sustitución de los equipos de iluminación ya que permite ahorrar económicamente un 45% aproximadamente 4,554.42 €/año. A partir de este proyecto se consideró como oportunidad de mejora el cambio de luminarias con fines de eficiencia energética.

Gómez y Morales (2019), en su proyecto de investigación tuvo como objetivo implementar una auditoria energética en una empresa industrial, su investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. En sus resultados obtuvo que el único parámetro que no se cumple en los transformadores de 400 kVA y 750 kVA es el nivel de voltaje teniendo valores mayores que el 5% estandarizado por la norma ARCONEL 053/18, sin embargo, los valores de desbalance de corriente, armónicos, flicker y factor de potencia con

un 0.98 manteniéndose cerca de la unidad por lo que si cumplen con lo establecido en la normativa. También se determinó que existen tres puntos calientes: terminales del contactor K4 del banco de condensadores de 220 kV, en los terminales del motor de la bomba del banco de hielo y en terminales de ingreso que llegan al tablero de transferencia automática de 220 kV. Se concluyo que al aplicarse oportunidades de eficiencia energética como: la selección de tubos LED T8 de 18 W, motores antiguos se sustituyeron por los de alta eficiencia PREMIUM y al automatizar bombas, en base a todo esto se determinó un ahorro energético anual de 129 181.28 kWh el cual representa el 7.39% del total de la energía consumida de ambos transformadores por un año, lo cual trae consigo un ahorro financiero del USD 9,499.47. Este trabajo de investigación fue una referencia para la metodología aplicada.

1.1.2. Nacionales

Campos y Ocupa (2023) en su estudio de investigación tuvo como objetivo realizar una auditoria energética que permita la reducción del consumo energético en la planta industrial CENFROCAFÉ. Este estudio es de tipo básica, con un nivel exploratorio y enfoque cuantitativo. En sus resultados obtuvo que la planta tiene 298.92 kW de potencia instalada, un 97% es parte de los sistemas de fuerza y 3% de iluminación, el parámetro de factor de potencia se encuentra en 0.82 y consumo de potencia reactiva de 569.2 VAR; para lo cual se propuso el uso de nuevas tecnologías como motores con alta eficiencia, iluminación LED Philips de 54 W y 4 condensadores automáticos Schneider Electric de 50 kVAR. Se concluye que el análisis económico de las propuestas es rentable y fiable para un tiempo de retorno de 3 años, 6 meses y 8 días; presentando un VAN de S/ 88,204.14 y TIR del 16.88%, teniendo un indicador beneficio/costo de S/ 1.88. Este estudio nos orientó a utilizar un banco de condensadores como alternativa de ahorro energético.

Vásquez (2022) en su proyecto de investigación tuvo como objetivo mejorar el consumo energético en la apiladora de arroz a través de una auditoria energética. Este estudio fue de tipo aplicada, diseño no experimental, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. En sus resultados obtuvo 145.51 kW de potencia instalada, un índice de 2,146 kWh/saco, también se detalla la corrección del factor de potencia entre 0.9 a 0.96 seleccionando un banco de condensadores de 19.70 kVAR y determino utilizar motores de alta eficiencia por los estándares. Se concluyó que es un proyecto viable con un VAN de 4,457.84 soles, TIR de 24% y una relación costo beneficio de 1.25. Su metodología fue tomada para nuestra investigación.

Orbegoso (2022), en su proyecto de investigación tuvo como objetivo principal realizar una auditoria energética para mejorar el índice del consumo energético eléctrico en un molino; utilizó una metodología de investigación descriptiva, adaptativa y científica. Como resultado determinó un índice de consumo energético de 5.57 kWh/qq, para ello se aplicaron propuesta de mejora como la sustitución de motores estándar por los motores de alta eficiencia, por lo que la evaluación económica tiene un VAN de S/. 24,460.23, TIR de 18% y un tiempo de recuperación de 3 años 2 meses. En conclusión, el proyecto es viable tanto en la parte económica y técnica, logrando disminuir el índice eléctrico a un valor de 3.57 kWh/qq. De este proyecto de investigación hemos rescatado las soluciones viables y rentables en el ámbito económico respecto a la propuesta de un plan de mejora.

Alcántara (2021), en su investigación; tuvo como objetivo realizar un estudio de eficiencia energética en un molino. Su investigación fue aplicada con un diseño no experimental. En sus resultados obtuvo un consumo eléctrico de 25,350 kWh, un índice de 2,5 kWh/saco, respecto a los parámetros eléctricos se obtuvo que las variaciones de tensión se encuentran entre 0,15% y 5,31%, de frecuencia se han obtenido valores de -0,06% a 0,07%, el valor de Flicker es < 0,82 y en armónicos los porcentajes para los 39 armónicos están por debajo de los porcentajes exigidos por la normativa NTCSE, también se detalla la corrección del factor de potencia entre 0.83 a 0.99 seleccionando un banco de condensadores de 50 kVAR y determinó utilizar una tarifa MT2. Se concluyó que es un proyecto viable teniendo un análisis económico óptimo con un tiempo de 2 años y 7 meses de recuperación, el cual presenta una tasa de descuento de 15% con un VAN = S/. 8 045.49 y un TIR=36%. Este trabajo de investigación nos sirvió como base para la medición de parámetros eléctricos según lo establecido por la normativa NTCSE.

Antón y Bautista (2020) en su proyecto de investigación, tuvo como objetivo realizar una auditoria energética en una empresa molinera. Utilizando investigación aplicada, con un nivel descriptivo, un diseño de campo y gabinete. Donde se determinó que la mínima potencia instalada la tiene los circuitos de alumbrado con un valor del 1% y el aérea de pilado donde se encuentran las maquinas eléctricas rotativas tiene la mayor potencia instalada que alcanza el 73%, la cantidad total de potencia instalada en toda la empresa es de 318.45 kW; también se determinó los parámetros de potencia activa con 129.81 kW, potencia reactiva con 6.62 kVAR

y aparente de 162 kVA por lo que se verificó que el transformador de 400 kVA se encuentra sin sobre carga; además sobre los parámetros eléctricos se obtuvo que la variación de tensión cumple la normativa técnica peruana. De todo lo relacionado anteriormente se propuso el uso de nuevas tecnologías para mejorar el factor de potencia de 0.85 a 0.97 eligiendo un banco de condensadores de 50 kVAR; igualmente se seleccionaron reflectores LED de 200 W y los motores antiguos se sustituyeron por los de alta eficiencia (IE3 NEMA PREMIUM). Concluyo que la viabilidad del proyecto es factible para un tiempo de retorno de 8 años, presentando un VAN de S/ 22,409.2 y TIR del 14%, teniendo un indicador beneficio/costo de S/ 1.30. Este proyecto de investigación nos encaminó a realizar el plan de mejoras a partir de las deficiencias identificadas.

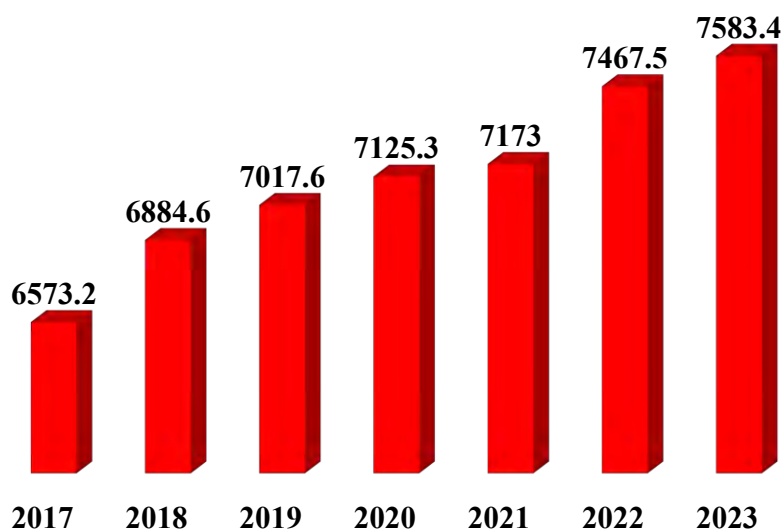
1.2. Problema

El sector energético no acelera el empleo de nuevas tecnologías que mejoren la eficiencia energética en las industrias, las cuales han sido la principal causante que la temperatura media mundial de la superficie terrestre ya este alrededor de los 1.2 °C por encima de los niveles preindustriales, lo que está provoca olas de calor y otros fenómenos meteorológicos extremos sin que las emisiones de gases de efecto invernadero hayan alcanzado todavía su punto máximo. También es causante del aire contaminado que más del 90 % de la población mundial se ve obligada a respirar y que está vinculado a más de 6 millones de muertes prematuras al año. (Agencia Internacional de la Energía, 2023).

Según el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin, 2022), alrededor del 6 % de la población aún no posee el servicio de electricidad. Sin embargo, el incremento de la máxima demanda del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) en los últimos años ha sido notable. En el 2022, se registró una demanda máxima de 7,467.5 MW en el mes de diciembre, registrando un crecimiento de 4.1% respecto al máximo del 2021. Por último, la demanda máxima del sistema registró un máximo histórico en marzo 2023, la cual se elevó a 7,583.4 MW, creciendo en 1.6% respecto a la demanda máxima del 2022, de no emplearse medidas de ahorro energético se saturará las redes eléctricas de transmisión y distribución. La data estadística se muestra en la **Figura 2**.

Figura 2

Máxima demanda SEIN (MW).



Nota. Registro histórico de la máxima demanda en Perú. Adaptado de (Comité de Operación Económica del Sistema, 2022).

En el distrito de Posic, provincia de Rioja del departamento de San Martín, la empresa Cerámicos Prisma S.A.C dedicada a la fabricación de ladrillos, cuya materia prima es la arcilla, está dotada de energía eléctrica con un sistema de utilización cuya relación de transformación es de (22.9/0.40-0.23 kV) para desarrollar sus actividades productivas. En los últimos años ha venido experimentando un importante aumento en su cantidad de producción, lo que ha provocado la expansión de su sistema eléctrico y así mismo el incremento de su demanda eléctrica **Tabla 1**. Tal crecimiento ha superado las proyecciones estimadas, por lo que se tuvo que realizar ajustes imprevistos e inmediatos sin estudio de ingeniería, tales como: implementación de circuitos improvisados, falta de puestas a tierra, sobrecarga de conductores y tableros, iluminación deficiente y recalentamiento de motores. En efecto han generado pérdidas de energía e interrupción del servicio eléctrico. Lo que ha limitado el crecimiento económico de la empresa. Lo anterior descrito nos ha llevado a formular la siguiente pregunta. **¿Cómo incrementar la eficiencia energética en la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C.?**

Tabla 1

Consumo mensual de energía y factor de potencia.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2021												
EAHP	199	200	220	220	230	220	200	229	2162	2129	1984	2211
EAFP	4,190	4,199	4,300	3,899	4,000	3,900	4,099	4,199	17,512	2,0946	18,360	24,778
ER	899	899	899	899	900	900	900	900	20,725	24,729	22,148	30,990
FP	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.69	0.68	0.68	0.66
2022												
EAHP	1,972	1,972	1,915	2,032	1,611	2,047	2,041	2,042	2,531	2,546	2,345	2,600
EAFP	19,528	19,528	19,877	20,644	19,606	22,642	25,476	24,969	29,266	25,530	25,707	24,070
ER	29,169	29,169	29,997	33,191	30,542	34,199	35,281	33,992	38,752	34,223	36,432	35,017
FP	0.59	0.59	0.59	0.56	0.57	0.59	0.62	0.62	0.63	0.63	0.61	0.61
2023												
EAHP	2,224	2,782	2,617	2,935	1,754	2,075	2,344	2,361	2,978	3,019	1,433	2,403.00
EAFP	22,903	23,959	28,516	26,251	18,051	18,789	23,887	29,008	32,728	33,499	17,199	24,646.00
ER	30,301	32,809	38,709	39,419	28,077	29,199	32,807	38,969	45,000	46,716	24,098	34,241.00
FP	0.64	0.63	0.63	0.60	0.58	0.58	0.62	0.63	0.62	0.62	0.61	0.62

Nota. En la tabla 1, se muestra la data histórica de la eficiencia energética del sistema eléctrico industrial en baja tensión de la Empresa de Cerámicos Prisma S.A.C.; donde EAHP (energía activa en horas punta), EAFP (energía activa fuera de punta), ER (energía reactiva) y FP (factor de potencia)

1.3. Justificaciones

1.3.1. Justificación técnica

La investigación nos permitió identificar las diferentes deficiencias aplicando conocimientos mecánicos y eléctricos, contribuyendo a mejorar la eficiencia, disponibilidad, calidad y tiempo de vida de la estructura, equipos y dispositivos del sistema eléctrico, todo ello sin afectar las actividades realizadas en la industria.

1.3.2. Justificación social

La investigación proporcionó un plan de mejora de gran utilidad en el uso eficiente de cada (kWh) de energía eléctrica en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C., el cual nos permitió redireccionar la energía eléctrica ahorrada en esta empresa a otros sectores en los cuales carecen de este servicio básico.

1.3.3. Justificación ambiental

La investigación permitió a la empresa Cerámicos Prisma S.A.C., tener un menor consumo de energía eléctrica, por lo que se tiene menores emisiones de gases contaminantes, debido a que una de las principales fuentes de generación eléctrica del Sistema Interconectado Nacional es de índole térmico.

1.3.4. Justificación económica

El mejoramiento de la eficiencia energética basado en un plan de mejoras permitió a la empresa Cerámicos Prisma S.A.C., disminuir sus costos energéticos, lo cual permitió a la empresa tener un ahorro económico y por ende incrementó sus utilidades.

1.4. Hipótesis

Mediante el diseño de un plan de mejora en el sistema eléctrico se incrementará la eficiencia energética en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C., Pósic, Rioja, departamento de San Martín.



1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un plan de mejora del sistema eléctrico para incrementar la eficiencia energética en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar las principales deficiencias relacionadas a la estructura, funcionamiento de equipos y dispositivos del sistema eléctrico de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.
- Proponer oportunidades de mejora a partir de las diversas deficiencias identificadas en el sistema eléctrico de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.
- Evaluar la viabilidad económica que sustenta la implementación de todo el plan de mejora de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

1.6. Bases teóricas

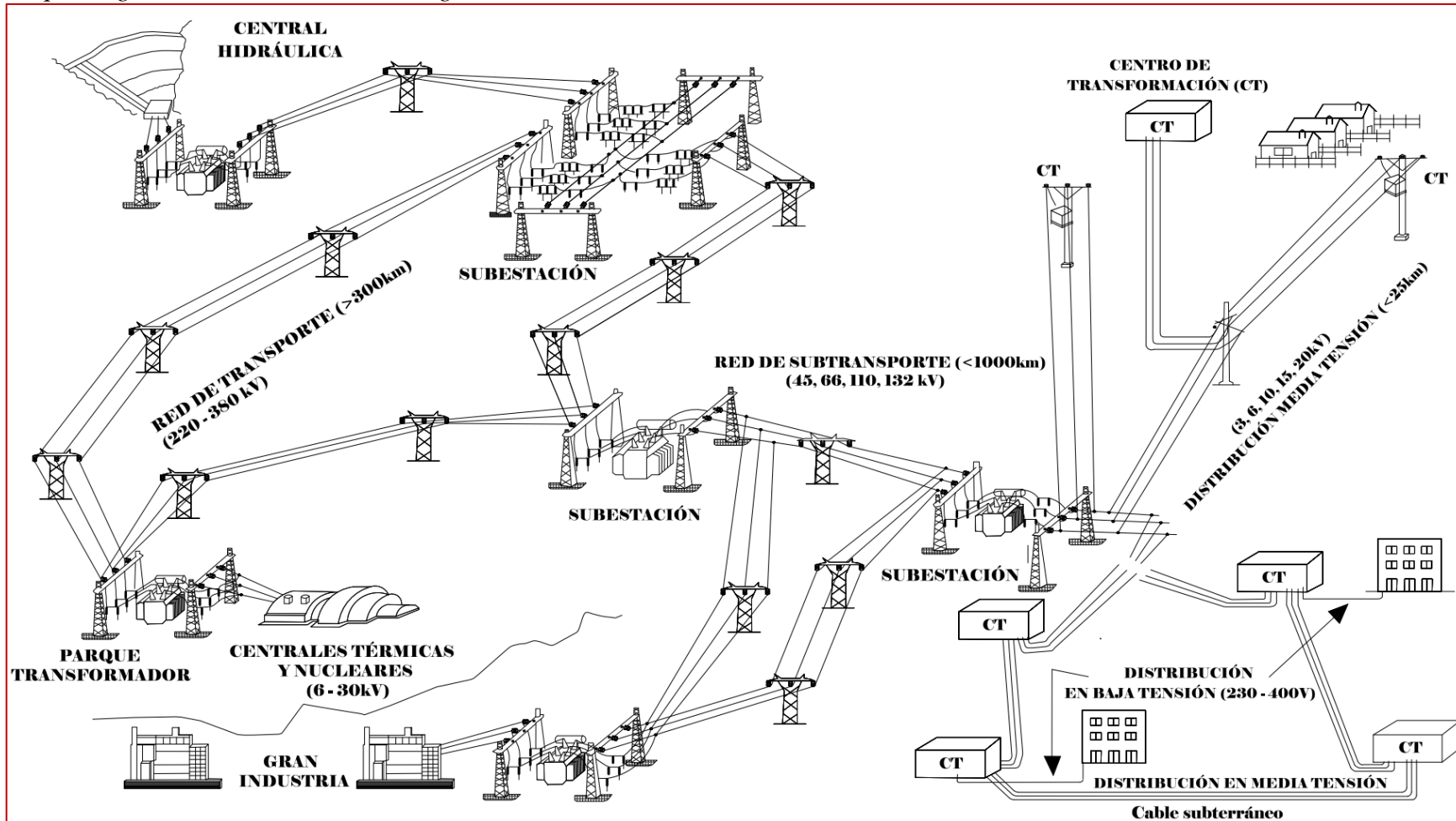
1.6.1. Energía eléctrica

Por su flexibilidad o distribución dentro de un sistema eléctrico, viene hacer la más utilizada en el sector industrial, residencial y comercial. Siendo generadas en grandes cantidades a partir de diferentes fuentes tales como hidráulica, solar, eólica, térmica, entre otras (Barrero, 2004).



Figura 3

Esquema general de un sistema de energía eléctrica.



Nota. La figura muestra que un sistema de energía eléctrica tiene diferentes etapas: generación, transmisión, distribución y utilización.

Adaptado de (Barrero, 2004, P. 7).

1.6.1.1. Calidad de energía eléctrica

Según Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, 2015), se refiere a las propiedades o cualidades de la electricidad en un punto específico del sistema eléctrico, evaluadas con respecto a un grupo de parámetros técnicos establecidos como referencia.

Así mismo el término “Calidad de la Energía eléctrica” también se define por el Instituto de Ingenieros y Electrónicos (IEEE, 1995) como la amplia gama de fenómenos electromagnéticos que describen voltaje y corriente en un momento determinado, en un lugar específico del sistema eléctrico.

La mala calidad de energía se refiere a que cuando los parámetros medidos exceden los límites de tolerancias establecidas por las normas nacionales e internacionales del sector eléctrico, por ende, los equipos del sistema eléctrico empiezan a experimentar cambios que afectan su operabilidad y tiempo de vida.

1.6.1.2. Parámetros de la energía eléctrica

Según Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad (MEM-DGE, 1997) considera los siguientes parámetros:

• Tensión

Se evalúa a través de un indicador con intervalos de 15 minutos y se expresa con la siguiente fórmula básica.

$$(\Delta V_K)(\%) = \frac{(V_K - V_N)}{V_N} \cdot 100\% \quad (1)$$

Donde:

ΔV_K : Tensión nominal en porcentaje

V_N : Tensión nominal del mismo punto (V)

V_K : Medida de tensión en el punto de entrega (V)

Se tiene valores estandarizados para las tensiones nominales en cualquier parte del sistema hasta el $\pm 5.0\%$; y para redes secundarias urbano y/o rural $\pm 7.5\%$.

• Frecuencia

Para evaluarla en un punto se tiene un indicador, para ello se realiza una medición en un intervalo de cada 15 minutos de duración, Se expresa con la siguiente formula básica en porcentaje:

$$(\Delta f_K)(\%) = \frac{(f_K - f_N)}{f_N} \cdot 100\% \quad (2)$$

Donde:

(Δf_K) : Variación sostenida de frecuencia en porcentaje

f_N : Frecuencia nominal del sistema (Hz)

f_K : Valor instantáneo de frecuencia (Hz)

• Perturbaciones

Flicker: La evaluación para este tipo de perturbación el índice de Flicker no debe exceder a la unidad ($P_{st} \leq 1$) en Alta Media ni Baja Tensión. **Armónicos:** Para la evaluación de las tensiones Armónicas individuales (V_i) y los THD, pertenecientes a valores eficaces (RMS), no deben exceder los límites establecidos (V_i' y THD'). Cuyos valores tolerables se encuentran establecidos en (MEM-DGE, 1997).

1.6.1.3. Pérdidas de energía eléctrica

Se refieren a disipación de energía en los sistemas eléctricos, trayendo consigo una gran cantidad de perjuicios a nuestro medio ambiente, ya que requiere aumentar la producción de energía en centrales de generación y gran parte de estas fuentes no son renovables. Según (Pascual, Sansogni, y Albanese, 2008) se puede apreciar dos grupos de pérdidas:

Pérdidas técnicas: Se ocasionan durante varios procesos físicos por las que pasa para llegar a los consumidores, manifestándose en forma de calor.

Pérdidas no técnicas: Engloba a la cantidad de energía no registrada o contabilizada comercialmente. Debido a las malas acciones ilegales tomadas.

1.6.2. Potencia eléctrica

Se tienen diferentes tipos:

1.6.2.1. Potencia activa

“Es realmente la potencia utilizada o aprovechada por los equipos eléctricos para realizar trabajo de diferentes maneras, su consumo se contrasta en los medidores ubicados en cada entidad o vivienda”. (Merino, 2022).

Su fórmula básica es:

$$P = V * I * \cos \varphi = S * \cos \varphi \quad (3)$$

Donde:

P: Potencia activa con su unidad el vatio (W)

V: Tensión eléctrica con su unidad el voltio (V)

I: Corriente eléctrica con su unidad el Volt-Amper (VA)

$\cos \varphi$: Factor de potencia y no tiene unidad.

1.6.2.2. Potencia reactiva

Según Chapman (2012) es una de las potencias que causa problema en los diferentes circuitos o sistemas eléctricos las cuales son generadas por las diferentes cargas inductivas, capacitivas que presentan las industrias ya que contienen un campo magnético para su operacionalidad.

Es decir, este tipo de potencia es inutilizable por lo que no ayuda a realizar ningún tipo de trabajo, pero sirve para generar campo magnético necesario en el funcionamiento de motores eléctricos. Todo ello hace que genere pérdidas en las cargas inductivas desgastando su vida útil.

$$Q = V * I * \sin \varphi = S * \sin \varphi \quad (4)$$

Donde:

Q: Potencia reactiva con su unidad el Volt-Amper Reactivo (VAR)

$\sin \varphi$: Indicador opuesto del factor de potencia, no cuenta con unidad.

1.6.2.3. Potencia aparente

Para Hart (2001) la define como: El producto del valor efectivo de tensión y corriente que se utilizan para cuantificar la capacidad nominal de los equipos, como los transformadores. (P.40).

Su fórmula básica es la siguiente:

$$S = V \times I \quad (5)$$

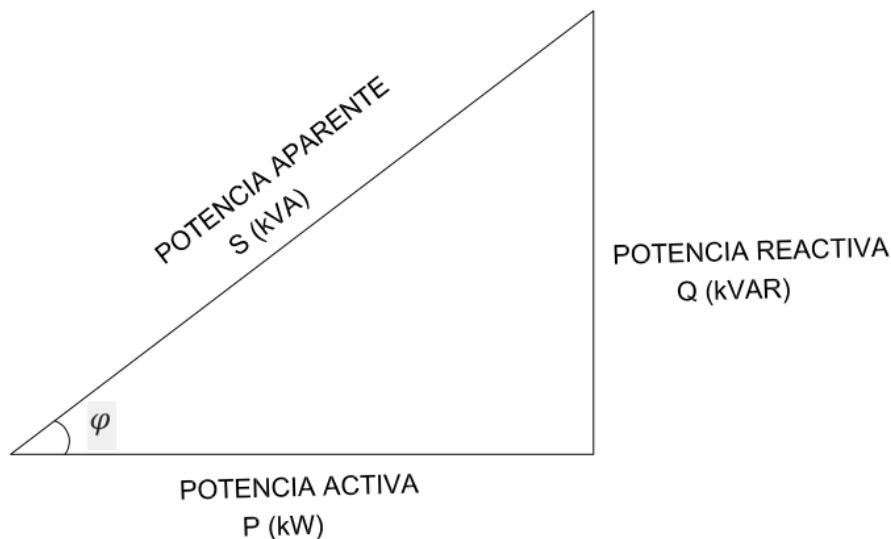
Del mismo podríamos redactar que este parámetro viene hacer la potencia total que se suministra a los sistemas eléctricos y se las proporciona la cantidad necesaria requerida por un consumidor, por medio de un transformador para proveer de energía eléctrica a las cargas residenciales, comerciales e industriales.

1.6.2.4. Triángulo de potencias

Es una representación gráfica para relacionar a los tres tipos de potencia presente en un sistema eléctrico, teniendo a la potencia activa en la base, a la potencia reactiva en la parte vertical del triángulo, y la aparente en la hipotenusa la cual vendría hacer la suma vectorial entre activa y reactiva; el ángulo presente entre la potencia aparente y activa se le denomina ángulo φ (Chapman, 2012, P. 40). Todo lo descrito anteriormente se representa en la **Figura 4**.

Figura 4

Esquema de la representación de potencias.



Nota. En un sistema ideal la potencia aparente es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de la potencia activa y la potencia reactiva.

1.6.3. Factor de potencia

Theodore (2007) afirma: Es el parametro que indica la eficiente utilizacion de la energia electrica de la que tenemos disponible, siendo esta la relacion de potencia activa (P) y la aparente (S). (p. 143)

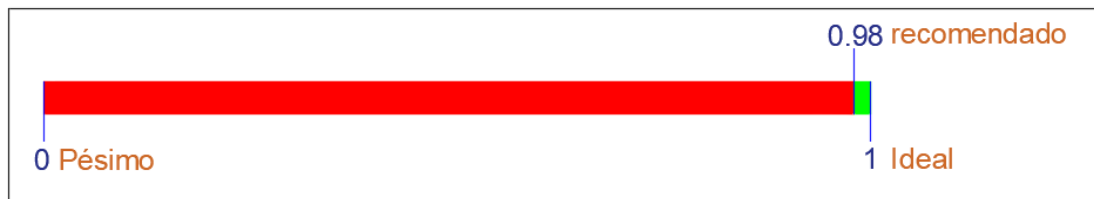
Su fórmula básica es:

$$FP = \frac{P}{S} \quad (6)$$

Para verificar el rendimiento adecuado que puede tener un sistema eléctrico, se deducirá mediante el factor de potencia el cual puede estar en el rango de 0 a 1 y se presentan en la **Figura 5**. Los valores para las cargas existentes en cualquier industria se aprecian en el **Anexo 14**.

Figura 5

Factor de potencia.



Nota. Cuanto más cercano sea el valor del factor de potencia a la unidad tendremos mejor eficiencia.

- **Determinar su valor con analizador de redes**

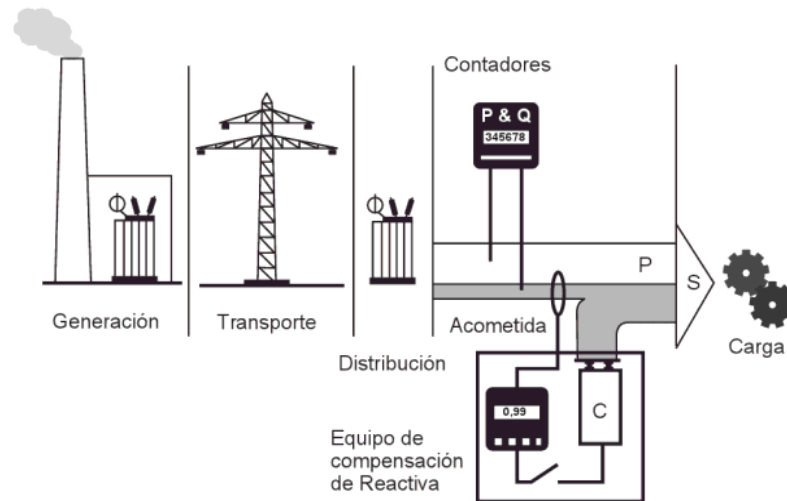
Para obtener este tipo de dato una opción será utilizar un dispositivo electrónico digital de alta gama, que puedan conectarse de manera directa a los circuitos de baja tensión. Además de medir el factor de potencia, es posible monitorear parámetros como corriente, voltaje, flicker, entre otros. (García, 2003, P.220)

1.6.3.1. Corrección del factor de potencia

Este parámetro se corregirá mediante la compensación con condensadores, que tienen la función de inyectar al sistema potencia reactiva capacitiva que contrarrestará a la potencia reactiva inductiva presente en las industrias, esta acción permitirá optimizar el sistema eléctrico (Balcells et al., 2011).

Figura 6

Diagrama esquemático de la compensación reactiva.



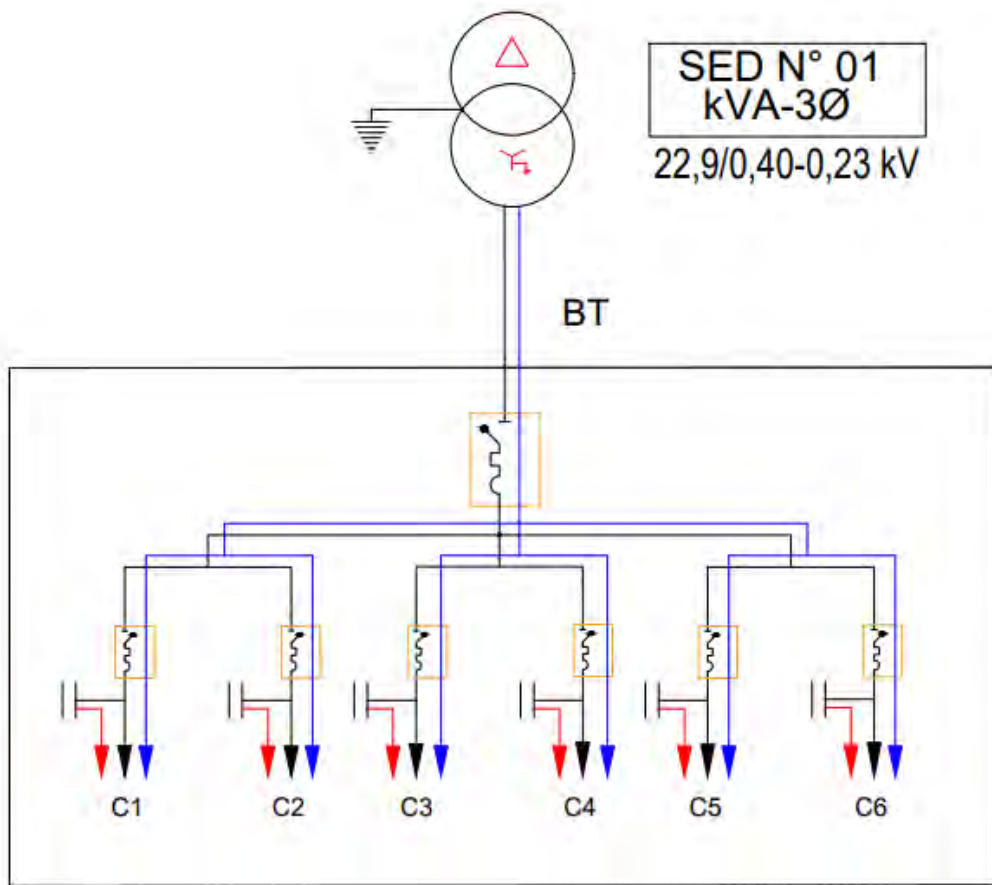
Nota. La figura muestra la compensación reactiva en la etapa de utilización. Fuente: Balcells et al. (2011)

a) Compensación individual

Consiste en conectar un condensador directamente a cada carga o equipo, quedando así el sistema eléctrico regulado, gracias a que todas las fases quedan perfectamente descargadas, por lo que la conexión o desconexión del equipo receptor y el capacitor son sincronizados, por otra parte, este tipo de compensación es menos viable comparándolo frente a la compensación por grupos o compensación central. Sin embargo, se usarán en instalaciones cuando la cantidad de equipos receptores es mínima (CYDESA, 2003).

Figura 7

Diagrama de compensación individual.



Nota. En el diagrama se ilustra la compensación individual de un sistema industrial.

En otras palabras, analizando el diagrama de la **Figura 7** muestra que se tendrá que conectar condensadores junto a la carga o receptor que requiere potencia reactiva capacitiva, por ello la manera de compensación con más eficiencia técnicamente para reducir valores paramétricos que llevan a tener un bajo factor de potencia es la individual, sin embargo, esta compensación demanda una cantidad económica elevada.

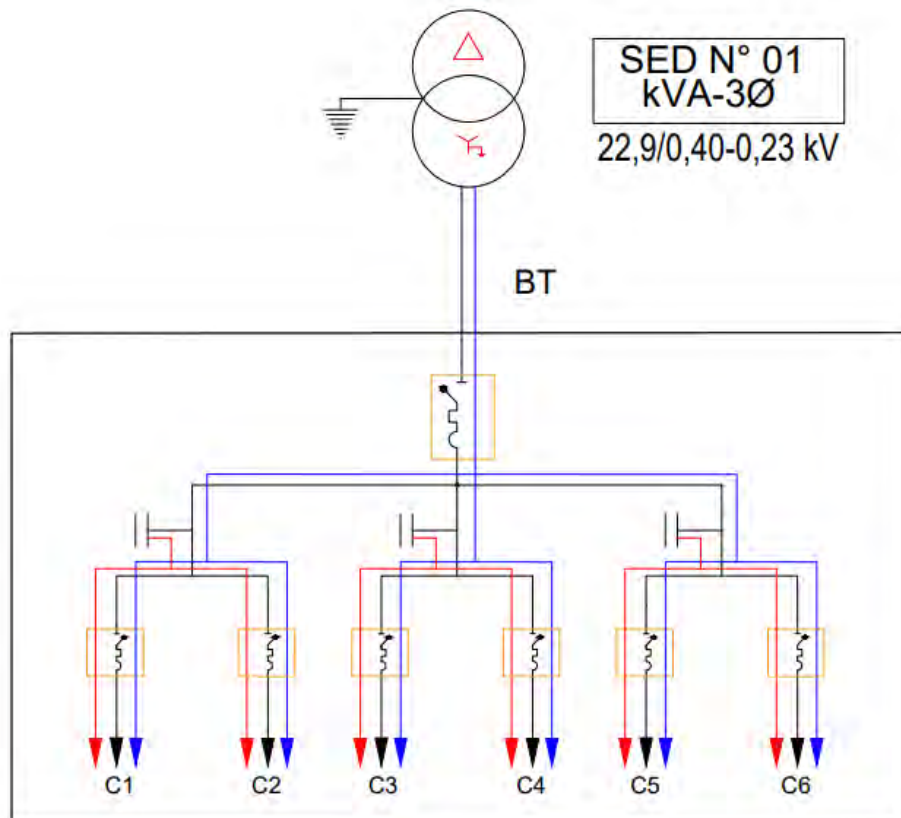
b) Compensación grupal

Para CYDESA (2003) plantea que la compensación grupal de receptores eléctricos es una solución viable por lo que está ubicada en diferentes partes del sistema, según como se refleja en la **Figura 8**, todo esto permite descargar la acometida y las redes de distribución de un sistema eléctrico.

En esta situación parte de los circuitos del sistema eléctrico aguas abajo no se liberan de corriente reactiva, porque los condensadores se conectan en los tableros principales, para un grupo de cargas con igual potencia o que operan simultáneamente. (Juárez, 1995, P. 104)

Figura 8

Diagrama de compensación grupal.



Nota. En el diagrama se ilustra la compensación grupal de un sistema industrial.

Por lo tanto, describiendo el diagrama presentado podemos apreciar que consta en unir un grupo de condensadores a un conjunto de cargas como pueden ser una sala de máquinas que requieren de potencia reactiva capacitiva.

c) Compensación central

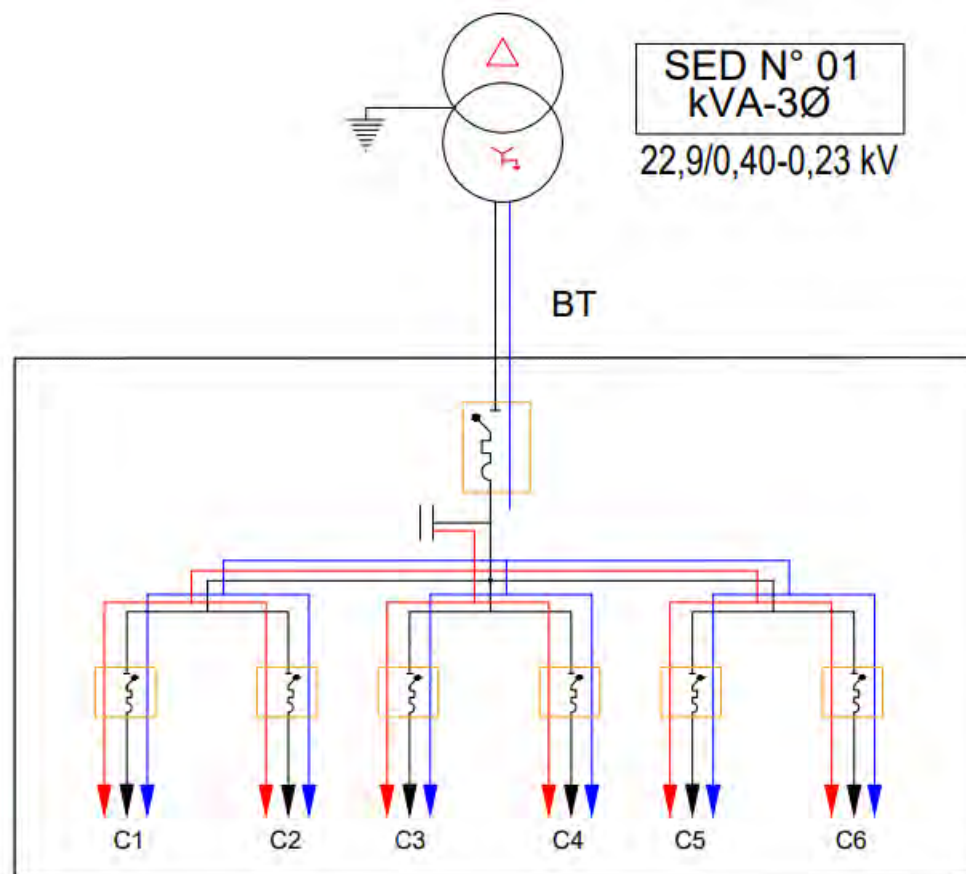
Una de las compensaciones más importantes que se utilizan para reducir potencia reactiva. Según Juárez (1995):

Para esta situación el sistema eléctrico en general no se libera de corriente reactivas, ya que los condensadores se encuentran en una sola ubicación conectados directamente a las barras de baja tensión derivados de los transformadores de distribución que alimentan a una industria.

Por otra parte, CYDESA (2003), plantea que la compensación central es un sistema generalizado y barato de una instalación eléctrica. Ver **Figura 9**.

Figura 9

Diagrama de compensación central.



Nota. En el diagrama se ilustra la compensación central de un sistema industrial.

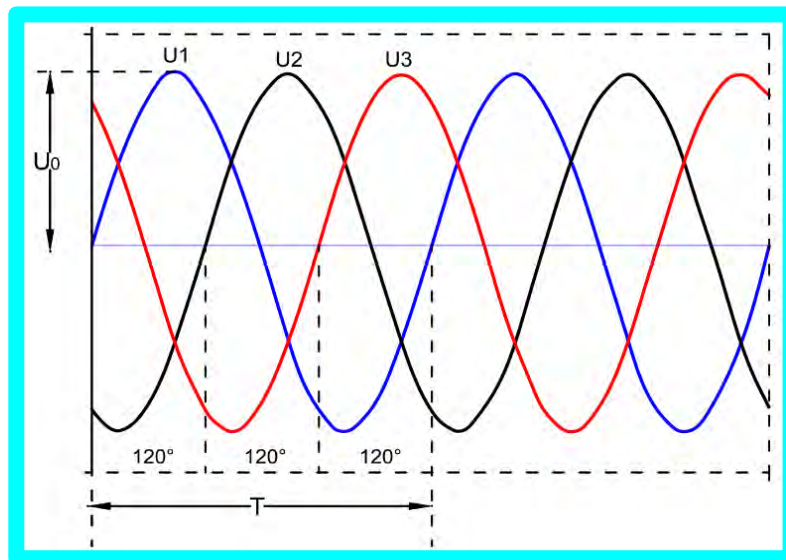
1.6.4. La red eléctrica ideal

Según Balcells et al. (2011):

En una red trifásica para que sea ideal debería presentar un conjunto de tres fuentes de tensión completamente sinusoidales, presentando un desfase de 120° entre fases, con frecuencia constante y sin pérdidas de tensión.

Figura 10

Sistema trifásico de tensiones.



Nota. La figura muestra una red eléctrica ideal. Fuente: Balcells et al. (2011)

1.6.5. Auditoria energética

“Es un recurso técnico empleado para evaluar la eficiencia del uso de energía, y para llevarla a cabo se realiza una observación minuciosa y un análisis exhaustivo de consumo y pérdidas eléctricas” (Rey y Velasco, 2006, P.28).

Para una auditoria energética es necesario hacer uso de distintos aparatos y equipos de medición tales como: cámara termográfica, analizador de redes eléctricas, luxómetro, medidor de consumo, entre otros.

1.6.6. Eficiencia energética eléctrica

“Se refiere a la disminución de las demandas de potencia y energía al sistema eléctrico, sin afectar negativamente el funcionamiento habitual llevadas a cabo en las industrias” (Serra, 2009, P.17).

1.6.6.1. Beneficios

Para López (2018), se proporcionan diversos beneficios significativos al implementarse un estudio de eficiencia energética para una empresa, los cuales son:

- Cumplimiento de normativas y regulaciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero
- Diagnosticar problemas operativos que afectan la eficiencia energética
- Ahorro en el consumo de energía mediante la identificación de oportunidades de mejora y evaluación de inversiones de nueva tecnología.
- Mejora de la imagen corporativa, para una mejor percepción por parte de los clientes y/o empresas.

1.6.7. Tarifas eléctricas en Media Tensión

De acuerdo con el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERMIN, 2001).

Usuarios en Media Tensión

Estos usuarios cuentan con empalmes conectados a redes cuya tensión se encuentra entre los rangos de 1kV a 30kV. Es importante destacar que, si la medición del consumo se realiza en Baja Tensión, se considerará un adicional del 2% para sector típico 1 y 2.5% para los otros sectores, por concepto de pérdidas transformación.

Horas de Punta (HP)

Se define como el lapso de tiempo entre las 18:00 y las 23:00 horas de cada día, durante todos los meses del año. Sin embargo, se exceptuarán los días domingos y feriados de estas horas punta.

Horas fuera de Punta (HFP)

Se refiere a las horas al conjunto de todas las horas del mes que no están incluidas en el horario de horas punta (HP).

Las opciones disponibles de tarifarias para usuarios en media tensión son las siguientes:

1.6.7.1. Tarifa MT2

Es una tarifa disponible para usuarios que tienen consumos reducidos durante el periodo de horas punta. En la siguiente tabla se detalla su descripción:

Tabla 2

Opción tarifaria MT2.

Media Tensión		
Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT2	Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas de punta
	Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Modalidad de facturación de potencia activa variable	c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta g) Cargo por energía reactiva

Nota. Tarifa sugerida para clientes cuyo consumo es en horas fuera de punta. Fuente: (OSINERMING, 2001).

1.6.7.2. Tarifa MT3

Es una tarifa disponible para usuarios que cuentan con consumos por periodos que se dan durante las 24 horas del día o para las que comienzan por la mañana y terminan después de las 18:00h. En la siguiente tabla se detalla su descripción.

Tabla 3

Opción tarifaria MT3.

Media Tensión		
Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT3	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas de punta
	Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes	c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta d) Cargo por potencia activa de generación
	Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable	e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución f) Cargo por energía reactiva
	Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	

Nota. Tarifa sugerida para clientes cuyo consumo es en horas fuera de punta y algunas horas punta. Fuente: (OSINERMIN, 2001)

1.6.7.3. Tarifa MT4

Es una tarifa dirigida a aquellos usuarios que tienen intensos consumos de energía durante horas punta. En la siguiente tabla se detalla su descripción.

Tabla 4

Opción tarifaria MT4.

Media Tensión		
Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT4	Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P) Energía: Total del mes Potencia: Máxima del Mes Modalidad de facturación de potencia activa: Contratada o Variable Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa c) Cargo por potencia activa de generación d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución e) Cargo por energía reactiva

Nota. Tarifa sugerida para clientes con consumo intenso en horas punta. Fuente: (OSINERMINING, 2001).



1.6.7.4. Facturación por consumo de Reactiva

Son aplicadas en las opciones tarifarias MT2, MT3, MT4, BT2, BT3 y BT4 de acuerdo con las siguientes condiciones:

- a) No se aplica facturación por consumo de energía reactiva inductiva cuando este no exceda el 30% del total de energía activa mensual.
- b) Se aplica facturación por consumo de energía reactiva cuando esta exceda el 30% del total de energía activa mensual.

Se calculará aplicando la siguiente relación:

Factura = kVARh en exceso x CER

CER= Cargo por energía reactiva, expresado en S/. /kVARh

- c) Inyección de Energía Reactiva Capacitiva

Esta acción no está permitida, en caso de que esto ocurra la empresa de distribución eléctrica deberá coordinar con el usuario las acciones y el tiempo necesario para corregir estas acciones. Por ende, no se corrigiera la empresa distribuidora de energía aplicara la factura por el volumen total de la energía reactiva registrada por el mismo costo de la energía reactiva inductiva.

1.6.8. Sistemas y dispositivos de protección eléctrica

1.6.8.1. Interruptor termomagnético

Es el elemento clave del sistema eléctrico que fue diseñado para conectar y desconectar manual o automáticamente el fluido de la corriente eléctrica en un circuito, brindando protección contra cortocircuitos y sobrecargas que pueden afectar partes de las instalaciones (Harper, 1998).

1.6.8.2. Relé térmico

El relé térmico aprovecha el efecto de dilatación de los cuerpos para detectar la sobreintensidad. La corriente que alimenta al motor circula a través de unas láminas bimetálicas. Al calentarse, debido a una sobreintensidad en la línea durante un tiempo determinado, y gracias al diferente coeficiente de dilatación de las láminas, estas se van curvando hasta activar el disparador de su contacto asociado. (Ubieto y Ibañez, 1999, P. 104)

1.6.8.3. Fusible

Es un elemento de que se encuentra conectado en serie con la carga, tiene la función de proteger contra sobrecorrientes debido a que se autodestruyen automáticamente para abrir el circuito. Están fabricados con metales que funcionan a temperaturas relativamente bajas. (Harper, 1998, p. 74)

1.6.8.4. Contactor

Es el elemento más relevante del sistema automatizado que permite conectar o interrumpir el paso de la corriente. (Ubieto & Ibañez, 1999, p. 92)

1.6.8.5. Puesta a tierra (PAT)

Es un sistema de protección el cual ayuda a disminuir los riesgos eléctricos y es de vital importancia instalarlos en las industrias, para ello todas las masas metálicas expuestas en el sistema eléctrico deberán aterrarse. Su función es drenar las corrientes de falla producidas, por lo que deberían tener un valor de resistencia bajo, por lo que son equipadas con electrodo, conductor de cobre, bentonita y otros. (García J. , 2003)

1.6.9. Evaluación de proyectos de inversión

En la evaluación de un proyecto se tiene dos criterios comúnmente utilizados que permite obtener la rentabilidad y recuperación de la inversión (Sapag, 2001, P. 158):

1.6.9.1. Valor real neto

Sapag (2001) la define como una medida utilizada en la parte financiera para desarrollar una evaluación de la viabilidad y rentabilidad en los proyectos de inversión.

Su fórmula básica es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (7)$$

Donde:

I_0 : Inversión o costo inicial

Q_t : Flujos de efectivo netos en el periodo "t"

n : Cantidad de años que dura la inversión

i : Rendimiento mínimo requerido

1.6.9.2. Tasa Interna de Retorno

Este factor de evaluación determina el desempeño de un proyecto en términos porcentuales. Refiriéndose a que el proyecto debe generar una ganancia superior por cima de esta tasa. Sapag (2001)

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (8)$$

Donde:

I_0 : Capital inicial

Q_t : Flujos netos en el periodo "t"

n : Cantidad de años que dura la inversión

r : Tasa interna de retorno

1.6.9.3. Relación beneficio - costo

Se utiliza para medir la rentabilidad que genera un proyecto:

$$RBC = \frac{VAN+I_0}{I_0} \quad (9)$$

Donde:

RBC : Relación beneficio costo

VAN : Valor actual neto

I_0 : Inversión inicial

1.6.9.4. Tiempo de recuperación de la inversión

$$TR = \frac{I}{F} \quad (10)$$

Donde:

TR : Tiempo de recuperación (años)

I : Inversión inicial (S/.)

F : Flujo de caja (S/.)

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Objeto de estudio

Esta investigación se centró en realizar el estudio del sistema eléctrico de la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C. dedicada a la producción y comercialización de ladrillos, con el objetivo de aumentar la eficiencia energética de la empresa por medio del diseño de un plan de mejora.

2.2. Ubicación geográfica

- Distrito : Posic
- Provincia : Rioja
- Departamento : San Martín

La zona donde se ha realizado la investigación ha sido en la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C. con coordenada E: 260351.00, N: 9334115.00 (coordenadas UTM sistema WGS 84). En la **Figura 11**, se muestra la vista satelital y el emplazamiento de la Empresa.

Condiciones ambientales:

La zona en donde se ha ejecutado el proyecto tiene las siguientes condiciones ambientales:

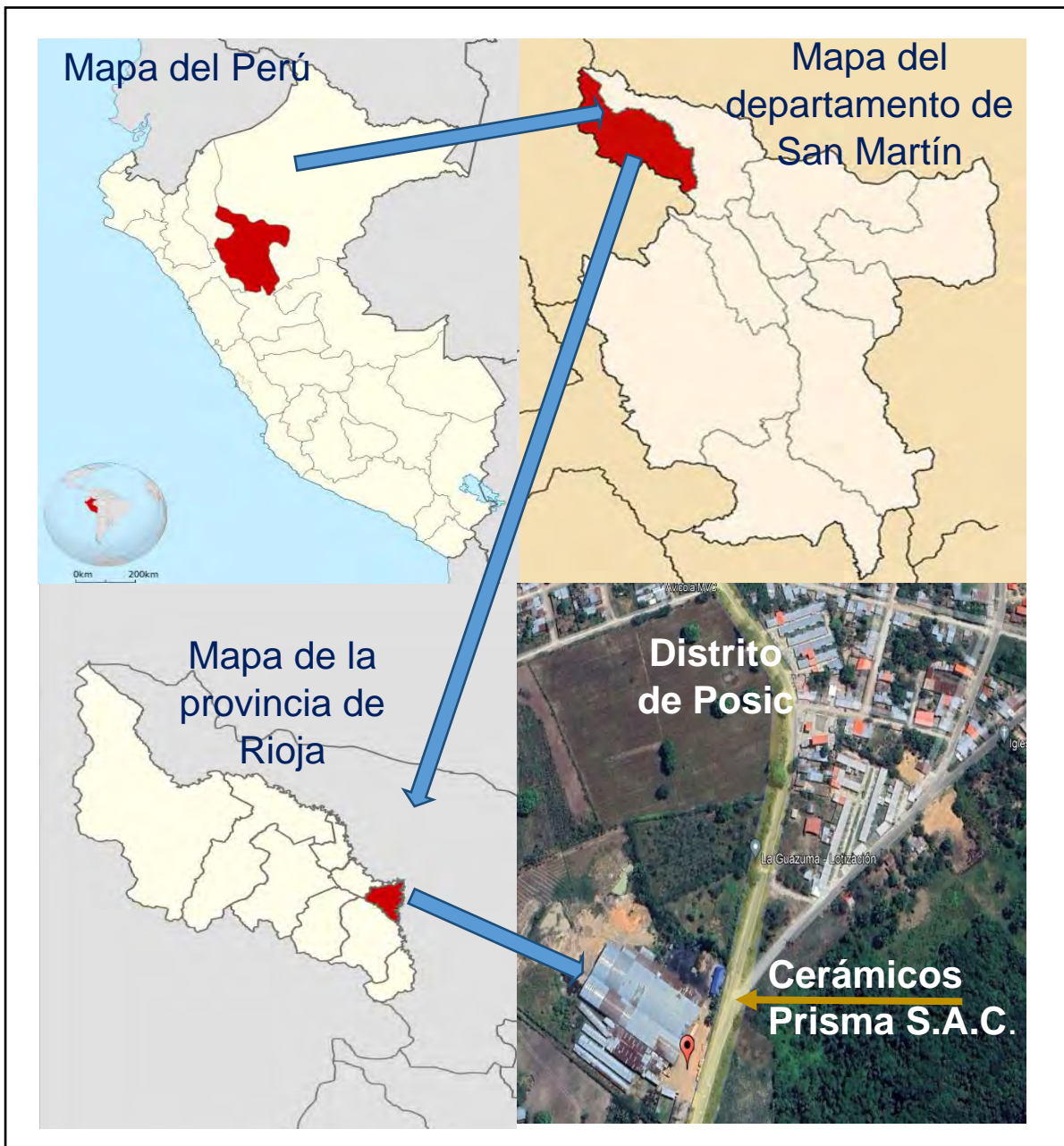
- Altitud sobre del nivel del mar : 845 m
- Temperatura mínima : 19.0 °C
- Temperatura media : 24.0 °C
- Temperatura máxima : 35.6 °C
- Humedad relativa : 80%

Vías de acceso:

Lima – Trujillo-Chiclayo – Olmos – Bagua -Nueva Cajamarca– Rioja –Posic, 1046.2 km por las carreteras Panamericana Norte y Fernando Belaunde Terry, (25 h en bus).

Figura 11

Ubicación geográfica de Cerámicos Prisma S.A.C.



Nota: Vista satelital y emplazamiento de la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C. Adaptado con datos del mapa geográfico y Google Earth.

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población para el presente trabajo de investigación fue el sistema eléctrico de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, ubicada en la Carretera Rioja - Posic km. 3.5 (Cruce al caserío Santa Elena) en el Distrito de Posic, provincia de Rioja, Departamento San Martín.

Muestra

La muestra fue censal, la cual estuvo conformada por el total de la población que es el sistema eléctrico de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C. Según (O`rea, 2020), la muestra censal es aquella que se interpreta con el mismo valor que el universo poblacional ya que cuenta con características numéricas menores y finitas que son de fácil acceso a la evaluación de cada unidad de análisis donde su forma representada es absoluta.

2.4. Metodología de investigación empleada

Tipo de investigación

Fue de tipo aplicada, debido a que se utilizó las definiciones, metodologías y conocimientos adquiridos sobre el diseño del plan de mejora, por medio de los cuales fue posible satisfacer una necesidad claramente identificada y específica de la realidad, que nos permitió incrementar la eficiencia energética de la empresa en mención. Para (Murillo, 2018), la investigación aplicada denominada “investigación practica o empírica”, se caracteriza por aplicar y utilizar los conocimientos previamente obtenidos, al mismo tiempo que se adquieren nuevos conocimientos a través de la implementación y organización sistemática de la práctica basada en la investigación. Este método implica utilizar el conocimiento y los hallazgos de la investigación para obtener una comprensión rigurosa, estructurada y sistemática de la realidad.

Nivel de investigación

La investigación corresponde a un nivel descriptivo. Puesto que solo se buscó identificar y medir variables para elaborar, en calidad de propuesta, un plan de mejora. Para (Murillo, 2018), Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de una naturaleza actual, y la composición o procesos de fenómenos. El enfoque se hace de conclusiones dominantes o sobre como una personas o cosa se conduce o funciona en el presente.

Diseño de investigación

La investigación corresponde a un diseño no experimental (campo y gabinete) debido a que no se realizó ningún tipo de manipulación o alteración de las variables que se estudió,

recopilando datos reales de la propia zona de estudio lo cual sirvió para identificar las principales deficiencias de la situación actual del sistema eléctrico de la empresa; como señala Kerlinger (1979, p. 116). “La investigación no experimental es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”.

Enfoque de investigación

La investigación corresponde a un enfoque cuantitativo, debido a que demostró que el diseño de un plan de mejoras permitió incrementar la eficiencia energética utilizando herramientas de análisis matemático y estadístico, brindando solución a las interrogantes del presente estudio. De acuerdo con Hernández (2014), este enfoque empleo la recopilación de datos que fueron efectuados con el propósito de verificar la comprobación de hipótesis de la misma, mediante mediciones numéricas y análisis estadístico, con la finalidad de identificar pautas de comportamiento y validar teorías.

2.5. Variables - Operacionalización

Las variables que presenta el estudio son las siguientes:

- **Independiente:** Diseño de un plan de mejora del sistema eléctrico

Se establecen medidas técnicas que sirvieron como guía para que los sectores industriales puedan orientar sus acciones en el consumo de energía para incrementar la eficiencia energética, responde a la necesidad de hacer un trabajo específico (Romaní y Arroyo, 2012).

- **Dependiente:** Eficiencia Energética

Según (Fernández, 2021), implica tener una buena utilización de la energía para ejecutar un proceso productivo, minimizando así las pérdidas y el consumo de energía.



Tabla 5

Matriz de operacionalidad de variables.

Variabes	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumentos
Variable Independiente: Diseño de un plan de mejora del sistema eléctrico	Conjunto de medidas orientadas a mejorar la eficiencia en el uso de energía sin comprometer la calidad del servicio mediante su empleo.	<ul style="list-style-type: none"> ● Calidad de energía eléctrica ● Inspección del sistema eléctrico ● Área del ambiente ● Cantidad de luminarias ● Puestas a tierra ● Tarifa contratada ● Inspección de motores ● Costo del plan 	<ul style="list-style-type: none"> ● Nivel de voltaje ● Nivel de corriente ● Frecuencia ● Factor de potencia ● Armónicos ● Flicker ● Temperatura ● Nivel de iluminación ● Resistencia ● Eficiencia de motores ● Índices de falla ● Nivel tarifario ● Inversión ● Rentabilidad del plan de mejora 	<ul style="list-style-type: none"> ● Voltaje (V) ● Amperios (A) ● Hertz (Hz) ● Celsius (°C) ● Lux (lx) ● Ohmios (Ω) ● Soles (S/.) ● Años ● MT2, MT3, MT4 	<ul style="list-style-type: none"> ● Multímetro ● Pinza amperimétrica ● Analizador de redes ● Cámara Termográfica ● Luxómetro ● Telurómetro ● Norma “Opciones Tarifarias y condiciones de aplicación de las tarifas a Usuario Final” ● VAN ● TIR
Variable Dependiente: Eficiencia Energética	Se basa en obtener las cantidades adecuadas de energía en el sistema eléctrico, manteniendo intacta las operaciones regulares que se realizan en las industrias.	Consumo de energía	<ul style="list-style-type: none"> ● Energía activa ● Energía reactiva ● Máxima demanda ● Consumo facturado 	<ul style="list-style-type: none"> ● Watt hora (Wh) ● Volt-Amper reactivo hora (VARh) ● Soles (S/.) 	Facturaciones eléctricas mensuales

Nota. La tabla nos ilustra el tratamiento metodológico de la investigación.

2.6. Técnicas de recolección de datos

a) Observación visual

Se realizaron visitas in situ a la empresa Cerámicos Prisma S.A.C. para inspeccionar, analizar la infraestructura, funcionamiento de equipos y dispositivos del sistema eléctrico; y así diagnosticar el estado en el que se encuentran.

b) Análisis documental

Se realizó una revisión exhaustiva de las facturas de energía eléctrica, fichas técnicas de equipos y dispositivos, perfiles de la infraestructura eléctrica.

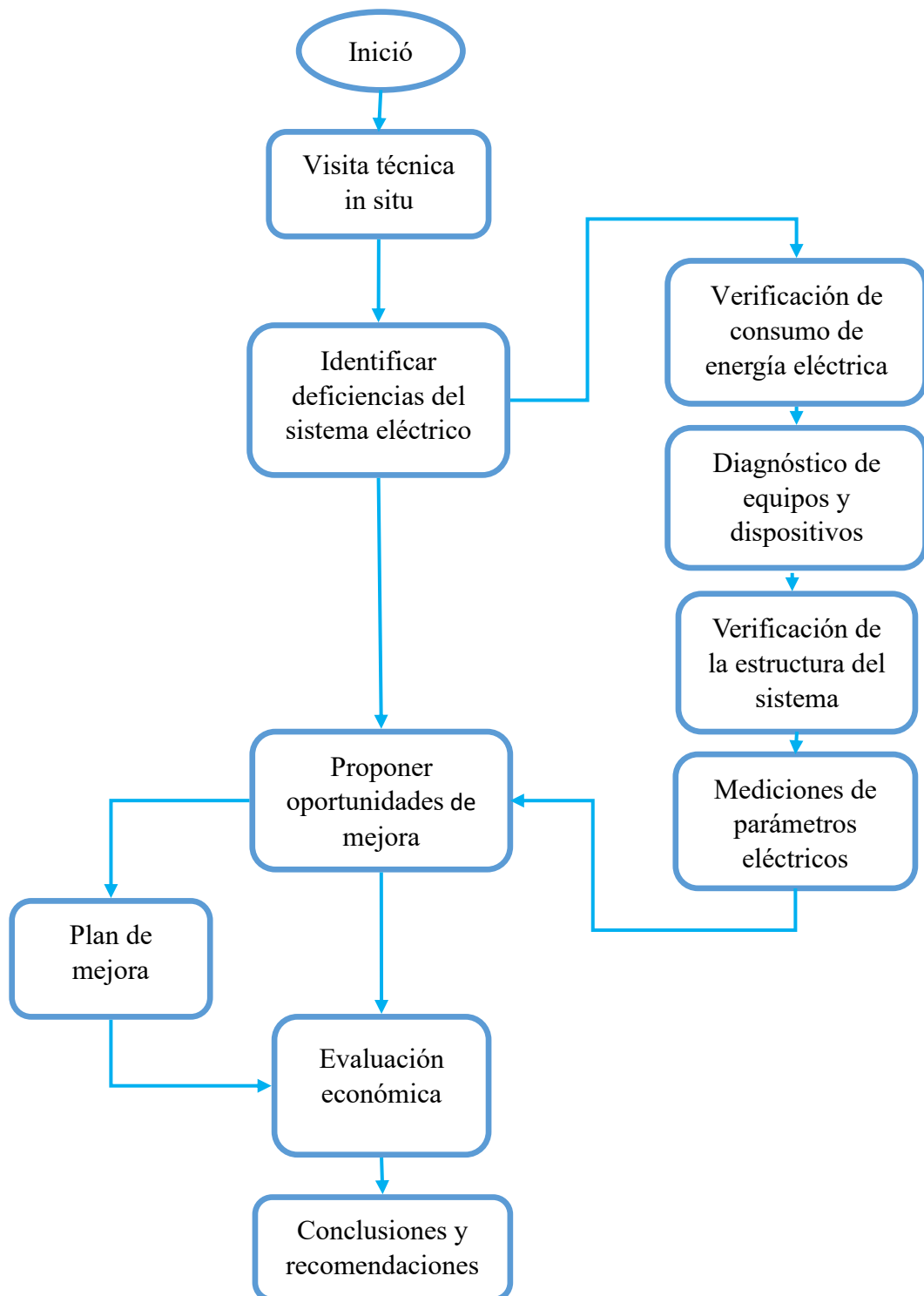
2.7. Procedimientos

Para el diseño del plan de mejora del sistema eléctrico, se realizó un recorrido por la empresa para identificar las principales deficiencias que causan una baja eficiencia de operacionalización del sistema eléctrico en mención, en base a ello se identificó las oportunidades de mejora para así poder aumentar la eficiencia energética de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C., de lo cual se elaboró la propuesta económica que sustenta la implementación de todo el plan de mejora para evaluar si es factible la elaboración del proyecto, el procedimiento se detalla con es el siguiente diagrama de flujo:

Three handwritten signatures in blue ink are located at the bottom of the page. The first signature is on the left, the second is in the middle, and the third is on the right. They appear to be initials or names written in a cursive style.

Figura 12

Diagrama de flujo del procedimiento de la investigación.



Nota: Procedimientos que se utilizaron para la investigación.

Para la realización de la investigación se siguieron los siguientes pasos.

PASO 1: Identificar las principales deficiencias relacionadas a la estructura, funcionamiento de equipos y dispositivos del sistema eléctrico de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

En primera instancia se ejecutó una visita técnica in situ en la cual se identificó las principales deficiencias en el sistema eléctrico de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

a) Tableros eléctricos

-Se ha realizado una inspección visual y termográfica.

b) Conductores eléctricos

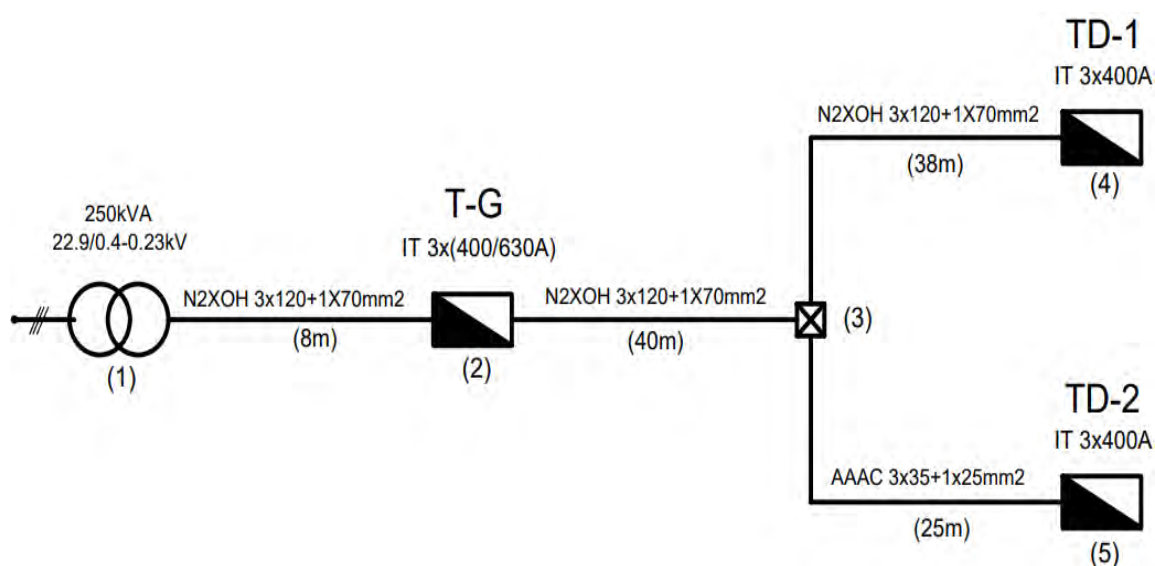
-Se ha realizado una inspección visual.

-Se ha realizado un análisis de pérdidas de energía.

Según la **Figura 13**, se realizó el análisis a los conductores eléctricos de alimentación principal; tramo de 8m (1-2) desde el transformador hasta el tablero general, tramo 40m (2-3) desde tablero general hasta el punto de empalme con conductor $3 \times 120 \text{mm}^2 + 1 \times 70$ N2XOH, tramo de 38m (3-4) desde el punto de empalme hasta el tablero de distribución N°01 con conductor $3 \times 120 + 1 \times 70 \text{mm}^2$ N2XOH y desde la caja de derivación donde se empalma el conductor eléctrico $3 \times 35 + 1 \times 25 \text{mm}^2$ AAAC en tramo de 25m (3-5) que alimenta al tablero de distribución N° 02.

Figura 13

Diagrama unifilar de tableros de distribución.



Nota. Se ilustra la distribución de tableros y sus conductores principales.

Análisis de conductor alimentador principal del tablero general.

Para el conductor 3x120 + 1x70 mm² N2XOH en el tramo (1-2) y (2-3) de 48m, se realiza una verificación del dimensionamiento del conductor y un análisis para determinar pérdidas de energía.

➤ **Dimensionamiento del conductor**

Para verificar correctamente las dimensiones del conductor se tiene que conocer las características del sistema con el que va a trabajar, ver la siguiente tabla:

Tabla 6

Parámetros eléctricos conductor alimentador transformador-tablero general.

Características	Valores
Conductor	: 3x120 + 1x70mm ² N2XOH - Trifásico
Tipo de instalación	: Área
Temperatura inicial (ambiente)	: 24 °C
Temperatura máxima de operación	: 90 °C
cos(∅)	Facturas : 0.62
	Medición : 0.58
Potencia máxima registrada en facturaciones	: 241 kW
Potencia máxima registrada del analizador de redes	: 196.15 kW

Nota. Parámetros del sistema eléctrico según mediciones registradas por facturas y analizador de redes.

Para verificar el adecuado dimensionamiento del conductor, se calcula la corriente en base a la máxima demanda facturada 241.00 kW o medida por el analizador de redes 196.15kW, por lo que se tomó el parámetro más elevado. Se utilizó la siguiente formula:

$$I_{TD-1} = \frac{P_{TD-1}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\emptyset)} \quad (11)$$
$$I_{TD-1} = \frac{241 \cdot 10^3 W}{\sqrt{3} \cdot 400V \cdot 0.62}$$
$$I_{TD-1} = 561.05 A$$

Cuando trabaja a su máxima demanda la corriente calculada es 561.05 A superior a la corriente máxima de operación del conductor 391.00 A de acuerdo con el **Anexo 7**, lo cual indica que el conductor se encuentra mal dimensionado, siendo necesario un cambio de conductor.

Para hallar la temperatura cuando trabaja a máxima demanda se calcula con la siguiente formula, de acuerdo con Prysmian (2023, P. 97).

$$T_{\text{cond.}} = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) * \left(\frac{I_{\text{cond}}}{I_{\text{max}}}\right)^2 \leq 90 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (12)$$

Donde:

$T_{\text{cond.}}$ = Temperatura real medida en el conductor ($^\circ\text{C}$)

T_0 = Temperatura ambiente del conductor sin carga ($^\circ\text{C}$) (**Anexo 17**: 24°C)

T_{max} = Temperatura maxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (90°C para aislamiento termoestables)

$I_{\text{cond.}}$ = Intensidad prevista para el conductor (A)

I_{max} = Intensidad maxima admisible para el conductor (A)

$$T_{\text{cond.}} = 24^\circ\text{C} + (90^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}) * \left(\frac{561.05\text{A}}{391\text{A}}\right)^2 \leq 90 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{cod.}} = 159.89 \text{ } ^\circ\text{C} \leq 90 \text{ } ^\circ\text{C}$$

La temperatura en el tramo 1-2 y 2-3 cuando trabaja a su máxima demanda es de 159.89 $^\circ\text{C}$ superior a la temperatura máxima de operación del conductor, lo cual indica que el conductor está operando con sobrecalentamiento en condiciones de emergencia 130°C , esto puede producir incendios en la instalación siendo necesario analizar la conveniencia de cambio de conductores en este tramo.

La caída de tensión cuando trabaja a máxima demanda se calcula con la siguiente formula:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_N * L(R * \cos(\emptyset) + X \sin(\emptyset)) \quad (13)$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 561.05 * 0.048 * (0.153 * \cos(51.68^\circ) + 0.112 \sin(51.68^\circ))$$

$$\Delta U = 8.52 \text{ V}$$

➤ Pérdidas de energía

Las pérdidas de energía se analizaron de acuerdo con la termografía realizada a conductores en condiciones de operación normal y cuando el sistema trabaja a máxima demanda.

- Termografía

En base a las mediciones de temperatura en el conductor (ver **Figura 14**) se pudo calcular el nivel de corriente que consume el tablero de distribución N°01 y N°02, siendo 243.51 A y 79.61 A respectivamente, sumando valores de corriente (utilizando primera ley de Kirchhoff) como resultado 323.12 A.

Caída de tensión en los conductores cuando operan en condiciones normales.

$$\Delta U = \sqrt{3} * 323.12A * 0.048 * (0.153 * \cos(51.68^\circ) + 0.112 \sin(51.68^\circ))$$
$$\Delta U = 4.91 V$$

Para calcular las pérdidas de potencia y energía en los conductores, se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_{P.C} = \sqrt{3} * \Delta U * I_N \quad (14)$$
$$P_{P.C} = \sqrt{3} * 4.91V * 323.12A$$
$$P_{P.C} = 2,747.93 W = 2.75 kW$$

- Máxima demanda

Potencia perdida en el conductor cuando opera a su máxima demanda:

$$P_{P.C} = \sqrt{3} * \Delta U * I_N$$
$$P_{P.C} = \sqrt{3} * 8.52V * 561.05A$$
$$P_{P.C} = 8,279.00 W = 8.30 kW$$

Análisis de conductor alimentador para tablero N°01

Para el conductor 3x120 + 1x70 mm² N2XOH en el tramo (3-4) de 38 m, se realiza una verificación del dimensionamiento del conductor y un análisis para determinar pérdidas de energía.

➤ Dimensionamiento del conductor

Para verificar correctamente las dimensiones del conductor se tiene que conocer las características del sistema con el que va a trabajar, ver la siguiente tabla:

Tabla 7*Parámetros eléctricos del conductor alimentador del tablero N° 01.*

Características	Valores	
Conductor	: 3x120 + 1x70mm ² N2XOH - Trifásico	
Tipo de instalación	: Área	
Temperatura inicial (ambiente)	: 24 °C	
Temperatura máxima de operación	: 90 °C	
cos(Ø)	Facturas	: 0.62
	Medición	: 0.58
Potencia máxima del tablero N°01	: 177.25 kW	

Nota. Se ilustra los parámetros del sistema eléctrico

Para verificar el adecuado dimensionamiento del conductor, se calcula la corriente en base a la máxima demanda de 177.25 kW que tiene el tablero N°01, el cual se aprecia en el **Anexo 15**.

$$I_{TD-1} = \frac{177.25 * 10^3 W}{\sqrt{3} * 400V * 0.62}$$

$$I_{TD-1} = 412.64 A$$

Cuando trabaja a su máxima demanda la corriente calculada es 412.64 A superior a la corriente máxima de operación del conductor 391.00 A de acuerdo con el **Anexo 7**, lo cual indica que el conductor se encuentra mal dimensionado, siendo necesario un cambio de conductor.

La temperatura cuando trabaja a máxima demanda:

$$T_{cod.} = 24 + (90 - 24) * \left(\frac{412.64}{391.00}\right)^2 \leq 90 \text{ °C}$$

$$T_{cond} = 97.51 \text{ °C} \leq 90 \text{ °C}$$

La temperatura en el tramo 3-4 cuando trabaja a su máxima demanda es 97.51°C superior a la temperatura máxima de operación del conductor, lo cual indica que el conductor

está operando con sobrecalentamiento, esto puede producir incendios en la instalación siendo necesario analizar la conveniencia de cambio de conductores en este tramo.

La caída de tensión cuando trabaja a máxima demanda:

$$\Delta U = \sqrt{3} * 412.64 * 0.038 * (0.153 * \cos(51.68^\circ) + 0.112 \sin(51.68^\circ))$$

$$\Delta U = 4.96 \text{ V}$$

➤ Pérdidas de energía

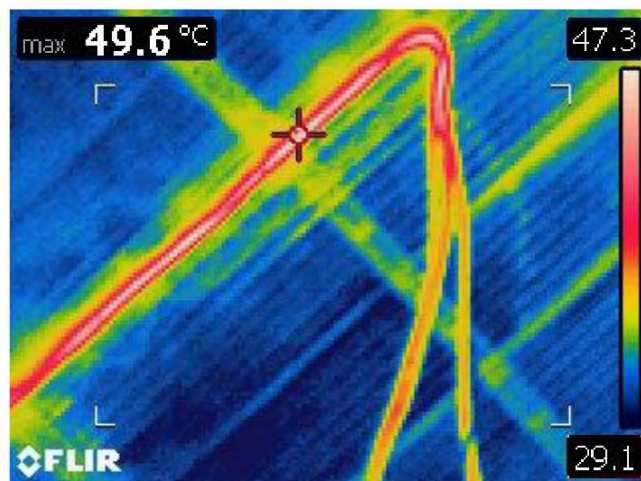
Las pérdidas de energía se analizaron de acuerdo con la termografía realizada a los conductores cuando estos operan en condiciones normales y cuando trabajan a máxima demanda.

- Termografía

La termografía realizada en operaciones normales a los conductores de alimentación del tablero N°01, se obtuvo un resultado de temperatura de 49.60°C.

Figura 14

Inspección termográfica al conductor 3x120+1x70 mm² N2XOH



Nota: De acuerdo con la imagen de la termográfica se aprecia una temperatura de 49.60°C.

Encontramos la corriente de operación en base a la temperatura del conductor medida.

Despejamos la ecuación (11).

$$I_{\text{cond}} = I_{\text{max}} * \left(\sqrt{\frac{T_{\text{cond}} - T_0}{T_{\text{cond}} - T_0}} \right)$$



$$I_{\text{cond}} = (391.00A) * \left(\sqrt{\frac{49.60^{\circ}\text{C} - 24.00^{\circ}\text{C}}{90.00^{\circ}\text{C} - 24.00^{\circ}\text{C}}} \right) = 243.51 A$$

Al momento que se realizó la medida de temperatura del conductor con la cámara termográfica, se calculó la corriente dando un resultado de 243.51 A.

Caída de tensión en los conductores cuando operan en condiciones normales.

$$\Delta U = \sqrt{3} * 243.51 * 0.038 * (0.153 * \cos(51.68^{\circ}) + 0.112 \sin(51.68^{\circ}))$$

$$\Delta U = 2.93 V$$

Para calcular la pérdida de potencia en el conductor:

$$P_{P.c} = \sqrt{3} * 2.93V * 243.51A$$

$$P_{P.c} = 1,235.79 W = 1.24 kW$$

- Máxima demanda

Potencia pérdida en el conductor al trabajar a máxima demanda.

$$P_{P.c} = \sqrt{3} * 4.96 * 412.64$$

$$P_{P.c} = 3,544.98 W = 3.54 kW$$

Análisis de conductor alimentador del tablero N°02

Para el conductor 3x35 + 1x25 mm² AAAC en el tramo (3-5) de 25m, se realiza una verificación del dimensionamiento del conductor y un análisis para determinar perdidas de energía.

➤ **Dimensionamiento del conductor**

Para verificar correctamente las dimensiones del conductor se tiene que conocer las características del sistema con el que va a trabajar, ver la siguiente tabla:

Tabla 8

Parámetros eléctricos del conductor alimentador del tablero N° 02.

Características	Valores
Conductor	: 3x35 + 1x25mm ² AAAC - Trifásico

Tipo de instalación	:	Área
Temperatura inicial (ambiente)	:	24 °C
Temperatura máxima de operación	:	90 °C
cos(ϕ)	Facturas	: 0.62
	Medición	: 0.58
Potencia máxima de tablero N°02	:	62.91 kW

Nota. Se ilustra los parámetros del sistema eléctrico con los que opera el tablero N°02

Para verificar el adecuado dimensionamiento del conductor, se calcula la corriente en base a la máxima demanda de 62.91 kW que tiene el tablero N°02, el cual se aprecia en el **Anexo 15**.

$$I_{TD-2} = \frac{62.91 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400V \cdot 0.62}$$

$$I_{TD-2} = 146.46 \text{ A}$$

Cuando trabaja a su máxima demanda la corriente calculada es 146.46 A superior a la corriente máxima de operación del conductor 102.00 A de acuerdo con el **Anexo 7**, lo cual indica que el conductor se encuentra mal dimensionado, siendo necesario un cambio de conductor.

La temperatura del conductor de aleación de aluminio cuando trabaja a máxima demanda se calcula con la siguiente formula:

$$T_{\text{cond}} = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot \left(\frac{I_{\text{cond}}}{I_{\text{max}}} \right)^2 \leq 90 \text{ °C} \quad (15)$$

$$T_{\text{cond}} = 24 + (90 - 24) \cdot \left(\frac{146.46}{141.00} \right)^2 \leq 90 \text{ °C}$$

$$T_{\text{cond}} = 92.56 \text{ °C} \leq 90 \text{ °C}$$

La temperatura en el tramo 3-5 cuando trabaja a su máxima demanda es de 92.56 °C superior a la temperatura máxima de operación del conductor, lo cual indica que el conductor está operando con sobrecalentamiento en estado de emergencia 130°C, esto puede producir incendios en la instalación siendo necesario analizar la conveniencia de cambio de conductores en este tramo.

La caída de tensión cuando trabaja a máxima demanda:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 146.46 \cdot 0.025 \cdot (0.868 \cdot \cos(51.68^\circ) + 0.091 \cdot \sin(51.68^\circ))$$

$$\Delta U = 3.87 \text{ V}$$

➤ Pérdidas de energía

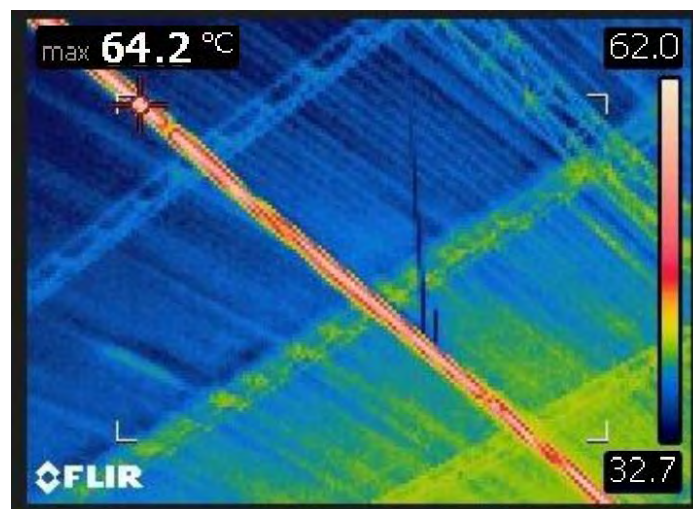
Las pérdidas de energía se analizaron de acuerdo con la termografía realizada a los conductores que alimentan al tablero N°02 cuando estos operan en condiciones normales y cuando trabajan a máxima demanda.

- Termografía

La termografía realizada en operaciones normales nos brindó un resultado de temperatura el cual es de 64.20°C.

Figura 15

Inspección termográfica al conductor 3x35+1x25 mm² AAAC.



Nota: De acuerdo con la imagen de la termográfica se aprecia una temperatura máxima de 64.20 °C.

Encontramos la corriente de operación en base a la temperatura medida.

Despejamos la ecuación (14) tenemos:

$$I_{cond} = I_{max} * \left(\sqrt{\frac{T_{cond}-T_0}{T_{max}-T_0}} \right)$$

$$I_{cond} = (141 A) * \left(\sqrt{\frac{64.20^{\circ}C-24^{\circ}C}{90.00^{\circ}C-24^{\circ}C}} \right) = 110.04 A$$

Al momento que se realizó la medida de temperatura del conductor con la cámara termográfica se determinó mediante calculo una corriente de 110.04 A, la cual se multiplica por un factor de agrupamiento (0.72) por estar el cable autoportante trenzado, dando un resultado de 79.61 A.

Caída de tensión en los conductores cuando operan en condiciones normales.



$$\Delta U = \sqrt{3} * 79.61 * 0.025 * (0.868 * \cos(51.68^\circ) + 0.091 \sin(51.68^\circ))$$

$$\Delta U = 2.10 \text{ V}$$

Pérdidas de potencia y energía en los conductores:

$$P_p = \sqrt{3} * 2.10 \text{ V} * 79.61 \text{ A}$$

$$P_p = 289.57 \text{ W} = 0.29 \text{ kW}$$

- Máxima demanda

Potencia perdida en el conductor

$$P_p = \sqrt{3} * 3.87 \text{ V} * 146.46 \text{ A}$$

$$P_p = 981.73 \text{ W} = 0.982 \text{ kW}$$

c) Motores eléctricos

-Se ha realizado un análisis de pérdidas de potencia y energía.

Según el “Plan Referencial del Uso Eficiente de la Energía 2009-2018 (PREE), mediante N° 469-2009-EM/DM”, y conforme a la Norma IEC60034-30 y IEC 60034-2-1. Se realiza un análisis del consumo de energía, eficiencia energética y las pérdidas de energía en motores eléctricos de inducción.

En primera instancia se realizó el análisis de consumo energético diario y costo de energía por el periodo de un día, equivalente a un periodo de funcionamiento de 8 horas para las máquinas eléctricas instaladas en el área de producción, el precio de energía consumida estandarizada en el pliego tarifario de Rioja (OSINERGMIN, 2024) es 0.3398 S//kWh.

Tabla 9*Consumo energético diario de motores eléctricos en el área de producción*

MOTOR	Cantidad	Potencia Nominal (kW)	Horas de Uso	Consumo total (kWh/día)	Costo de energía activa (S//día)
XIYMA	01	5.50	8.00	44.00	14.95
MENZEL	03	1.50	8.00	36.00	12.23
EBERLE	01	1.50	8.00	12.00	4.08
TONG BO	01	37.00	8.00	296.00	100.58
SIEMENS	01	45.00	8.00	360.00	122.33
TONG BO	01	30.00	8.00	240.00	81.55
DELCROSA	01	93.00	8.00	744.00	252.81
TONG BO	01	15.00	8.00	120.00	40.78
MENZEL	02	4.10	8.00	65.60	22.29
MENZEL	01	22.00	8.00	176.00	59.80
MENZEL	02	10.50	8.00	168.00	57.09
EBERLE	14	1.50	8.00	168.00	57.09
WEG	01	3.00	8.00	24.00	8.16
TONG BO	02	2.20	8.00	35.20	11.96
TOTAL				2,488.80	845.69

Nota. El consumo energético se determinó al multiplicar la potencia nominal por el número de horas de trabajo equivalente a 8 horas, finalmente se multiplico este valor por el costo de energía activa (0.3398 S/kWh).

Además de la instalación del analizador de redes marca METREL y modelo MI 2883, también se recorrió el área de producción para tomar parámetros de voltaje y corriente con la pinza amperimétrica AEMC 565, para calcular las pérdidas eléctricas diarias durante la operación de los motores a plena carga.

Tabla 10*Parámetros de motores eléctricos existentes.*

Motor	Tensión (V)	Corriente (A)	Factor de Potencia	Eficiencia (%)
XIYMA (IE1)	380.00	11.60	0.84	85.75
MENZEL (IE1)	380.00	3.40	0.79	81.50
EBERLE (IE1)	380.00	3.40	0.80	81.50
TONG BO (IE1)	380.00	69.90	0.87	92.00
SIEMENS (IE3)	380.00	85.00	0.83	94.00
TONG BO (IE3)	380.00	56.00	0.84	96.00
DELCROSA (IE3)	380.00	177.00	0.86	93.00
TONG BO (IE2)	380.00	28.57	0.88	90.65
MENZEL (IE1)	380.00	8.80	0.82	84.20
MENSEL (IE2)	380.00	49.83	0.79	84.90
MENZEL (IE2)	380.00	24.10	0.80	83.00
EBERLE (IE1)	380.00	3.40	0.80	81.50
WEG (IE2)	380.00	6.43	0.81	87.50
MENZEL (IE1)	380.00	5.09	0.81	81.00

Nota: Se describen las especificaciones técnicas de las máquinas rotativas existentes en el sistema eléctrico de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

De acuerdo con la información de la **Tabla 10**, se realizó el análisis de eficiencia energética de cada motor, utilizando norma IEC 60034-2-1 que expresa las siguientes formulas:

Cálculo de potencia absorbida por el motor:

$$P_{abs} = \sqrt{3}xV_LxI_Lx \cos(\varphi) \quad (16)$$

Donde:

P_{abs} = Potencia electrica Absorvida (kw)

V_L = Voltaje de linea (V)

I_L = Corriente de linea (A)

Cálculo de la potencia útil por el motor:

$$P_{util} = P_{abs}x\eta \quad (17)$$

Donde:

P_{util} = Potencia utilizada (kw)

η (%) = Voltaje de linea (V)

Pérdida de potencia en el motor:

$$P_p = P_{abs} - P_{util} \quad (18)$$

d) Sistema de iluminación

Se evaluaron los niveles de iluminación en los ambientes de Cerámicos Prisma S.A.C., en base a la norma técnica EM.010 de instalaciones eléctricas interiores. Para obtener los niveles de iluminación en las distintas áreas de la Empresa, se procedió a realizar mediciones con luxómetro Sonel LXP-10.

e) Parámetros eléctricos

Analizador de redes: Se utilizó este equipo para la medición óptima de parámetros como frecuencia, factor de potencia, armónicos, flicker, potencias, voltaje, corriente; por lo que permaneció conectado de manera directa a las tres fases y neutro en el tablero general del sistema eléctrico durante un lapso de 7 días hábiles en los que la empresa ejecutó sus operaciones con normalidad, con ello se recopiló información real.

El analizador de redes Power Master MI 2883 fue conectado en el tablero general de distribución de la subestación de 250 kVA que alimenta de energía eléctrica a la empresa.

Figura 16

Instalación del analizador de redes al sistema eléctrico.



Nota: Instalación del analizador de redes en el tablero general de la subestación de 250 kVA.

➤ **Tensión**

Los Valores del reporte del analizador de redes correspondiente a la variación de tensión (15 minutos), se detalla en la **Figura 17**.

Tabla 11

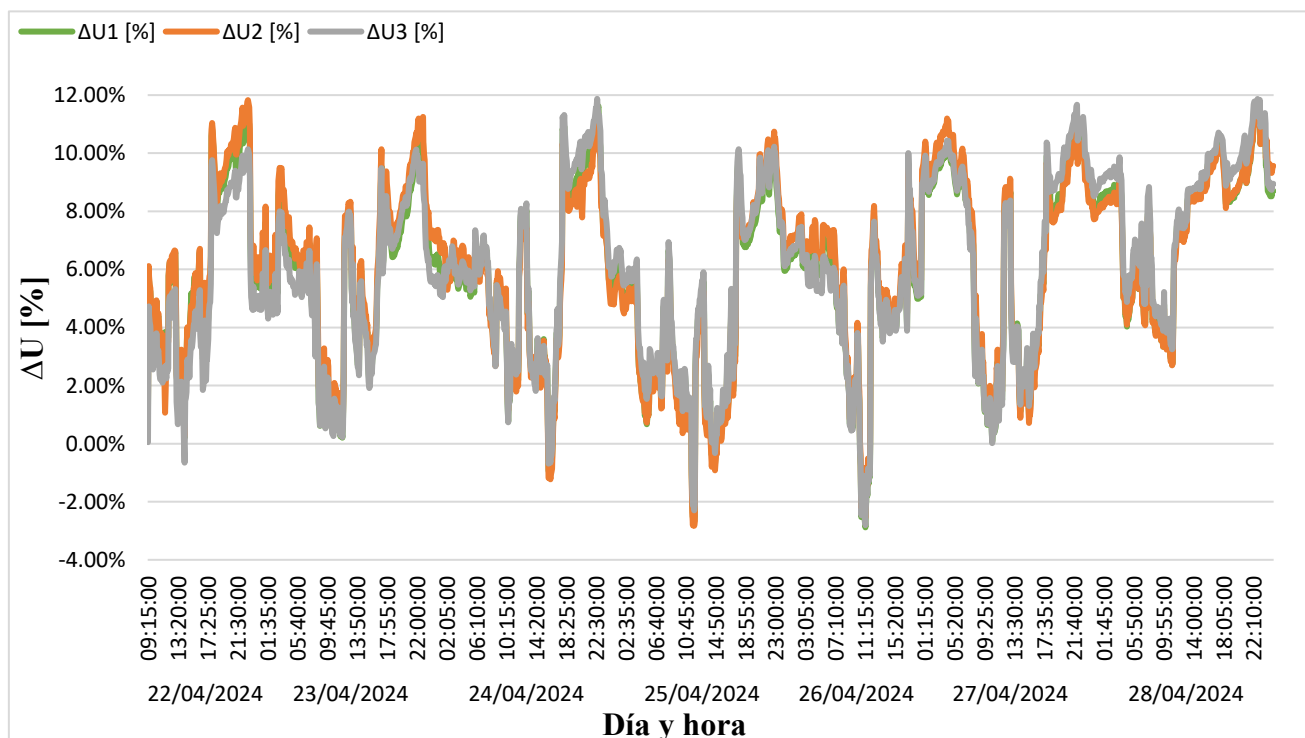
Variación de tensión de alimentación (15 min).

Tensión nominal	Unom=220.00 V L-N		
Número de etapa	1		
Compensación unitaria	a = 0 U\$\$/kWh		
Cantidad medida	Valor RMS medio de 15 minutos de la variación de la tensión		
Condiciones de operación	Urbano		
Norma NTCSE	Sección 5.1.1		
	Requisitos	Medida registrada	Estado
	± 5 % Unom	100% de intervalos -2.50% ÷ 11.89%	No pasa

Nota. La tabla ilustra resultados de la tensión según analizador de redes METREL MI 2883

Figura 17

Variación de tensión.



[Handwritten signatures in blue ink]

Nota. La grafica ilustra el registro de variación de tensión en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, según analizador de redes METREL MI 2883.

Observamos en la que la **Tabla 11** la tensión varía entre -2.5% y 11.89%, también se puede visualizar estos resultados en la **Figura 17**; por lo que la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (MEM 020-97-EM) establece tolerancia de: $\pm 5\%$, deduciendo así que el parámetro no se encuentra dentro del rango establecido por la norma descrita.

➤ **Frecuencia**

Valores de frecuencia obtenidos del reporte detallado por el analizador de redes se muestran a continuación:

Variaciones de la Frecuencia instantánea (15 minutos)

Tabla 12

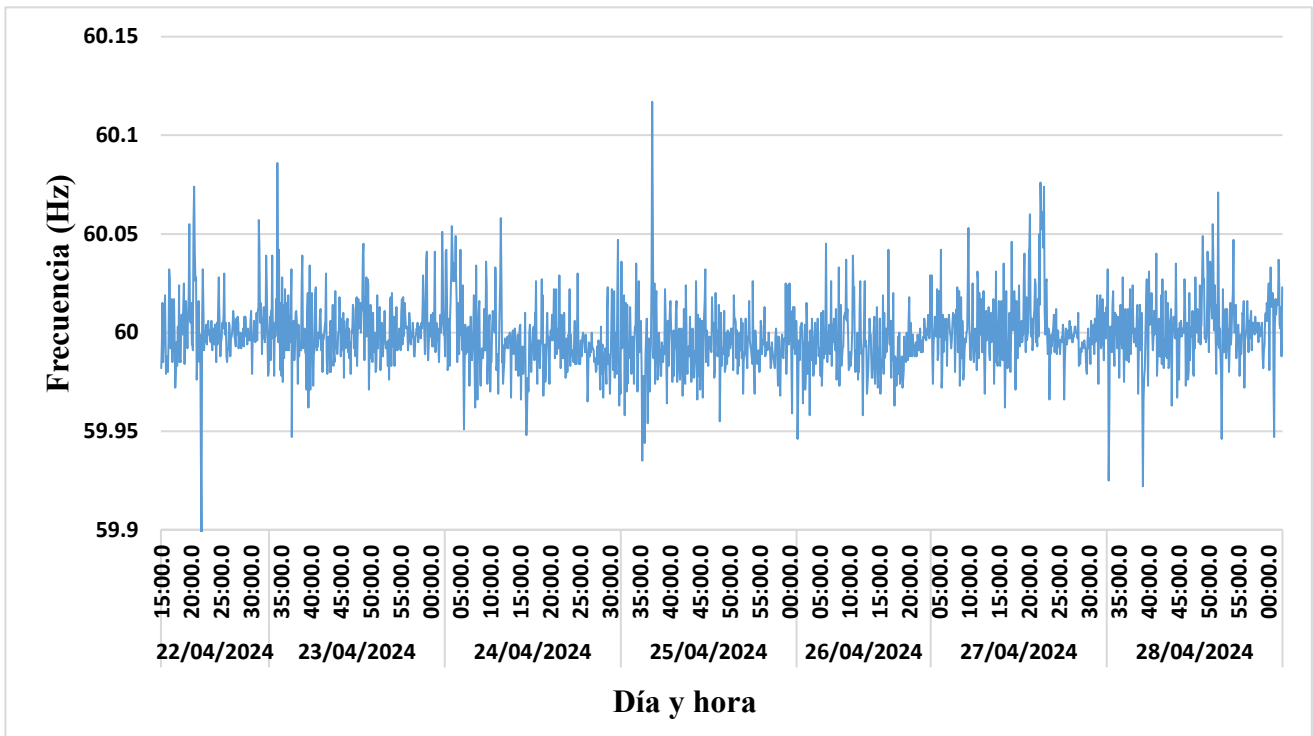
Variación de la frecuencia instantánea.

Frecuencia nominal	60.00 Hz		
Session number	1		
Compensación unitaria	b = 0 U\$\$ / kWh		
Cantidad medida	El valor medio (15 minutos de duración) de la Diferencia (Δf_k) entre la Media (f_k) de los valores instantáneos de la Frecuencia, y el valor de la Frecuencia Nominal (f_{nom}) del sistema		
Norma NTCSE	Sección 5.2.1		
	Requisitos	Medida registrada	Estado
	$\pm 0.60\% f_{nom}$	99.00% de intervalos -0.07% ÷ 0.08%	Pasa

Nota. La tabla ilustra resultados de la frecuencia instantánea, según analizador de redes METREL MI 2883

Figura 18

Variación sostenida de frecuencia instantánea.



Nota. Registro de frecuencia instantánea de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, según analizador de redes METREL MI 2883.

Respecto a la **Tabla 12** y **Figura 18**, en la cual se muestra una variación de -0.007% y 0.08%, por lo que la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (MEM 020-97-EM) establece tolerancia de: $\pm 6\%$.

➤ **Flicker**

Reporte detallado por el analizador de redes muestra la severidad del Flicker en intervalos de (10 min).

Tabla 13

Parámetros de severidad de flicker

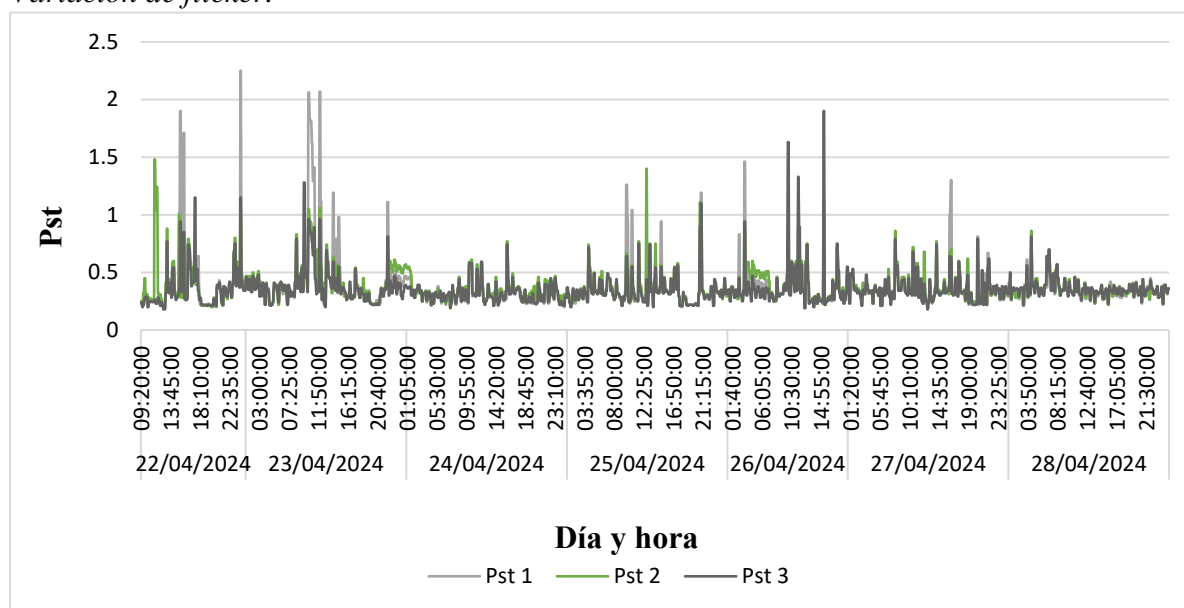
Frecuencia nominal	60.00 Hz
Compensación unitaria	c = 0.00 U\$\$ / kWh
Cantidad medida	Severidad del Flicker de corta duración (Pst)
Norma NTCSE	Sección 5.2.2

Requisitos	Medida Registrada	Estado
Pst < 1	95.00% de intervalos < 0.67	Pasa

Nota. Reporte del flicker, según analizador de redes METREL MI 2883

Figura 19

Variación de flicker.



Nota. Registro de variación de flicker de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, según analizador de redes METREL MI 2883.

El reporte del analizador de redes detalla (Ver **Tabla 13** y **Figura 19**) los valores de la variación de Flicker: < 0.67; por lo que la Norma Técnica de la Calidad de Servicios Eléctricos establece tolerancia de: $pst \leq 1$; en base al parámetro descrito se cumple con la norma de calidad.

➤ **Armónicos**

Tabla 14

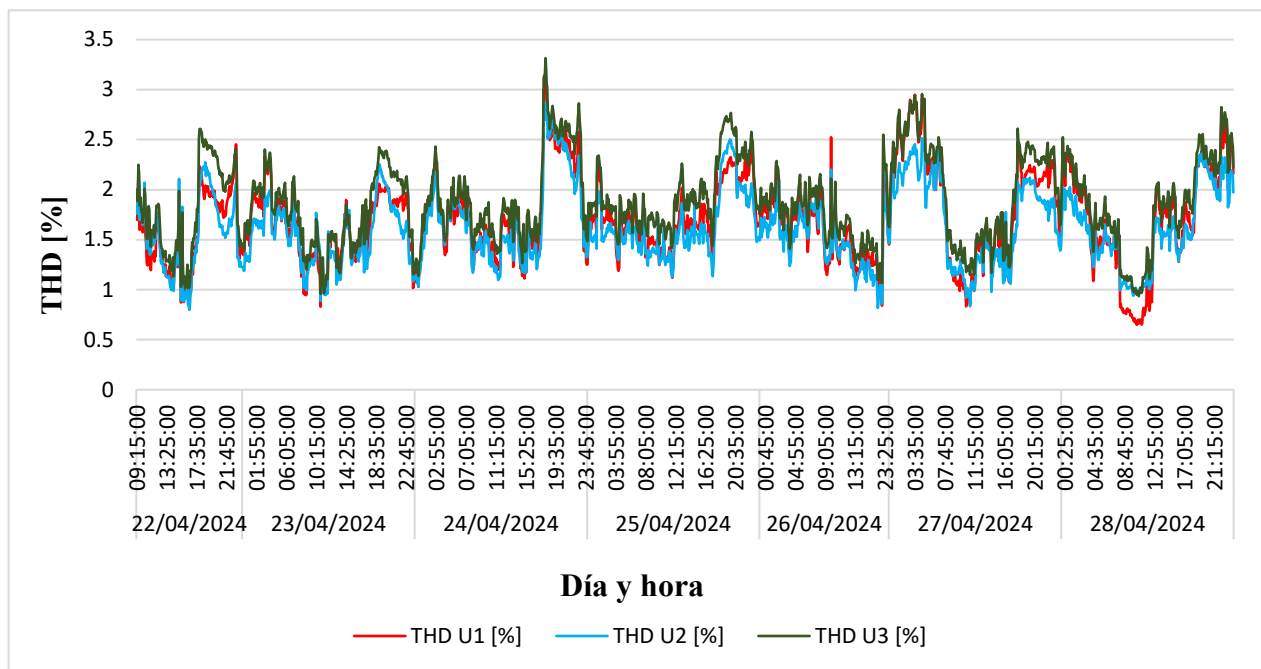
Resultado de armónicos.

Requisitos (95% de los intervalos)		Medida	
Armónicos	Limite Vi' (%)	Vi Medida (%)	Estado
THD de tensión	< 8.00%	3.09%	Pasa
2	< 2.00%	0.14%	Pasa
3	< 5.00%	1.66%	Pasa
4	< 1.00%	0.11%	Pasa
5	< 6.00%	2.36%	Pasa
6	< 0.50%	0.08%	Pasa
7	< 5.00%	1.31%	Pasa
8	< 0.50%	0.06%	Pasa
9	< 1.50%	0.60%	Pasa
10	< 0.50%	0.03%	Pasa
11	< 3.50%	0.83%	Pasa
12	< 0.20%	0.03%	Pasa
13	< 3.00%	0.47%	Pasa
14	< 0.20%	0.03%	Pasa
15	< 0.30%	0.27%	Pasa
16	< 0.20%	0.03%	Pasa
17	< 2.00%	0.38%	Pasa
18	< 0.20%	0.02%	Pasa
19	< 1.50%	0.18%	Pasa
20	< 0.20%	0.02%	Pasa
21	< 0.20%	0.12%	Pasa
22	< 0.20%	0.02%	Pasa
23	< 1.50%	0.19%	Pasa
24	< 0.20%	0.02%	Pasa
25	< 1.50%	0.15%	Pasa
26	< 0.20%	0.02%	Pasa
27	< 0.20%	0.10%	Pasa
28	< 0.20%	0.02%	Pasa
29	< 0.60%	0.14%	Pasa
30	< 0.20%	0.02%	Pasa
31	< 0.60%	0.11%	Pasa
32	< 0.20%	0.02%	Pasa
33	< 0.20%	0.09%	Pasa
34	< 0.20%	0.02%	Pasa
35	< 0.50%	0.11%	Pasa
36	< 0.20%	0.02%	Pasa
37	< 0.50%	0.09%	Pasa
38	< 0.20%	0.02%	Pasa
39	< 0.20%	0.07%	Pasa
40	< 0.20%	0.02%	Pasa

Nota. Reporte de armónicos, según analizador de redes METREL MI 2883

Figura 20

TDH para los armónicos.



Nota. Registro THD para los armónicos de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, según analizador de redes METREL MI 2883

Los datos obtenidos por el analizador de redes que se muestran en la **Tabla 14** y **Figura 20**, se deducen que los armónicos están dentro de la tolerancia establecida por la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (MEM 020-97-EM).

➤ **Corriente**

De acuerdo con los datos del analizador, se representa en la **Tabla 15** valores mínimos, máximos y promedios; verificándose que el promedio de corriente eléctrica es de 276.20 A y también se visualizan picos elevados de corriente 537.64 A; en base al dato de corriente nominal del transformador plasmado en la placa es de 360.8 A. Desde esa perspectiva el transformador de 250 kVA opera a carga parcial de 76.6% de su capacidad y cuando opera a picos elevados de corriente a un 49.01% por encima de su capacidad estando con sobrecarga.

Figura 21

Variación de corriente eléctrica.

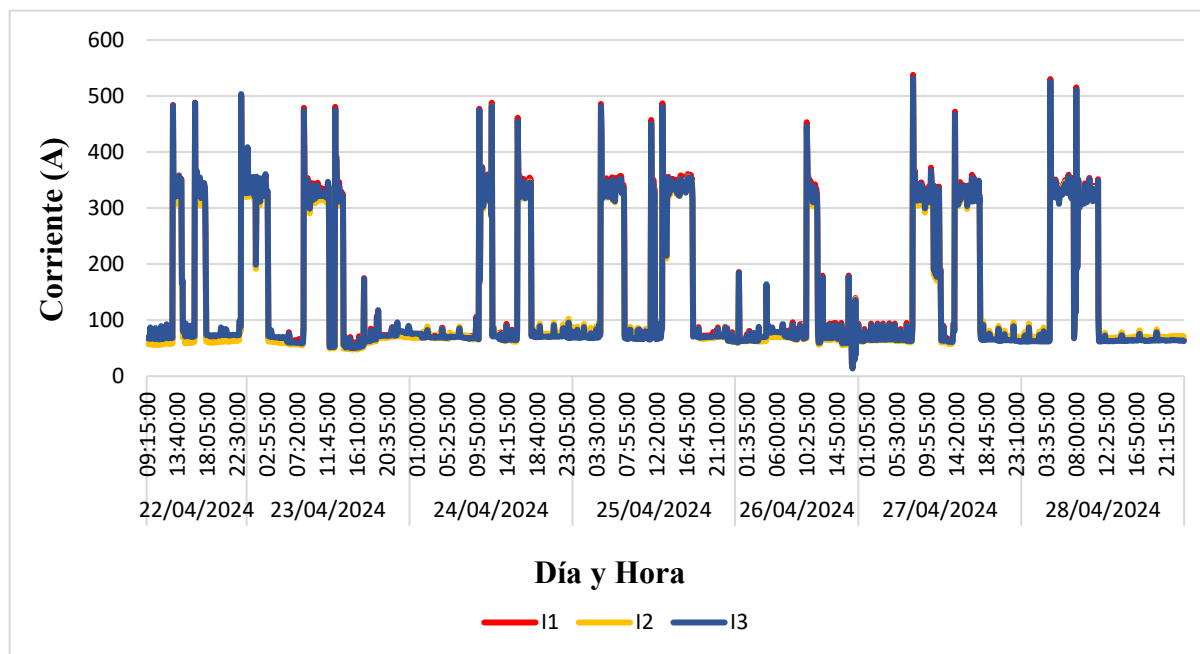


Tabla 15

Parámetros de corriente eléctrica.

Potencia Activa (kW)									
Fecha	I 1 [A]			I 2 [A]			I 3 [A]		
	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max	Prom
22/04/2024	62.96	499.51	281.24	55.98	493.51	274.75	65.89	503.28	284.59
23/04/2024	54.07	480.80	267.44	47.55	468.68	258.12	50.24	475.65	262.95
24/04/2024	67.14	487.81	277.48	61.29	482.25	271.77	64.14	482.31	273.23
25/04/2024	64.43	486.92	275.68	60.94	479.06	270.00	61.59	481.45	271.52
26/04/2024	14.45	453.14	233.80	14.71	440.34	227.53	13.67	446.44	230.06
27/04/2024	63.72	537.64	300.68	57.39	526.91	292.15	61.15	531.78	296.47
28/04/2024	64.00	530.18	297.09	66.67	524.65	295.66	61.74	525.97	293.86
Promedio	55.82	496.57	276.20	52.08	487.91	270.00	54.06	492.41	273.24

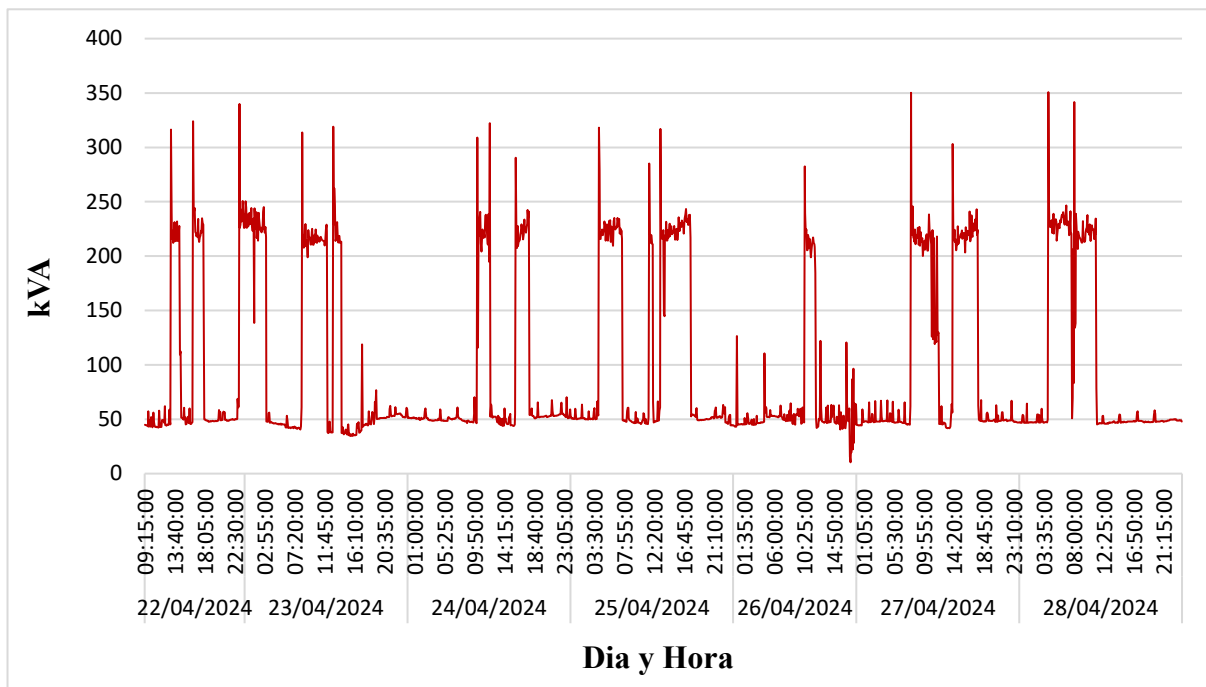
Nota. Reporte de corriente eléctrica máxima y mínima por fase, según analizador de redes METREL MI 2883

➤ **Potencia aparente**

Del reporte detallado por el analizador de redes muestra en la **Tabla 16** los valores mínimos, máximos y promedios de potencia aparente que se presentan en el sistema eléctrico, en base a los datos se aprecia que la potencia aparente oscila alrededor de los 197.34 kVA, sin embargo, en un instante de tiempo alcanza un valor máximo de 350.77 kVA sobrepasando en un 40% de la potencia nominal del transformador.

Figura 22

Potencia aparente.



Nota. Registro de la potencia aparente en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, según analizador de redes METREL MI 2883

Tabla 16

Potencia aparente.

Fecha	Potencia Aparente (kVA)		
	Mínimo	Promedio	Máximo
22/04/2024	40.41	190.12	339.82
23/04/2024	33.17	176.06	318.95
24/04/2024	42.38	182.26	322.13
25/04/2024	43.20	180.60	317.99
26/04/2024	54.00	168.22	282.43
27/04/2024	40.63	195.48	350.33
28/04/2024	43.90	197.34	350.77

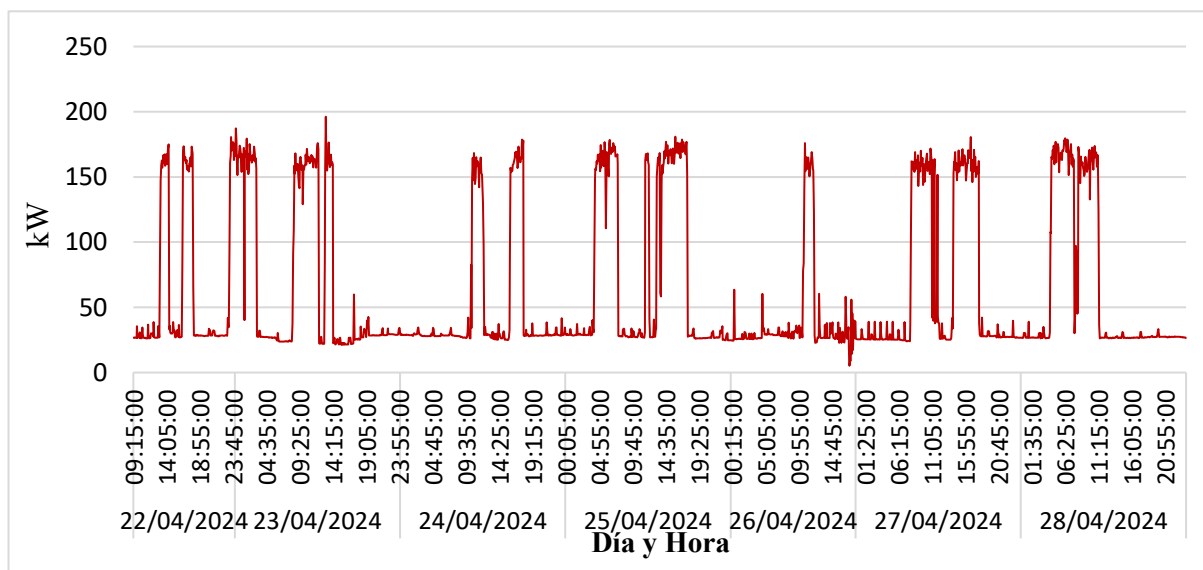
Nota. Reporte de potencia aparente mínima, promedio y máxima por fase, según analizador de redes METREL MI 2883

➤ **Potencia activa**

Con los datos del reporte del analizador de redes se elaboró la **Tabla 17** que muestra valores máximos, mínimos y promedios. Del mismo modo se representó la medición de los 7 días en la **Figura 23** (kW – Dia y Hora).

Figura 23

Potencia activa.



Nota. Registro de potencia activa en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, según analizador de redes METREL MI 2883

Tabla 17
Potencia activa.

Potencia Activa (kW)			
Fecha	Mínimo	Promedio	Máximo
22/04/2024	24.08	102.39	180.69
23/04/2024	20.22	108.19	196.15
24/04/2024	23.90	101.28	178.65
25/04/2024	23.28	102.12	180.96
26/04/2024	39.21	107.63	176.05
27/04/2024	22.75	101.65	180.55
28/04/2024	24.21	101.92	179.62

Nota. Reporte de potencia activa, según analizador de redes METREL MI 2883

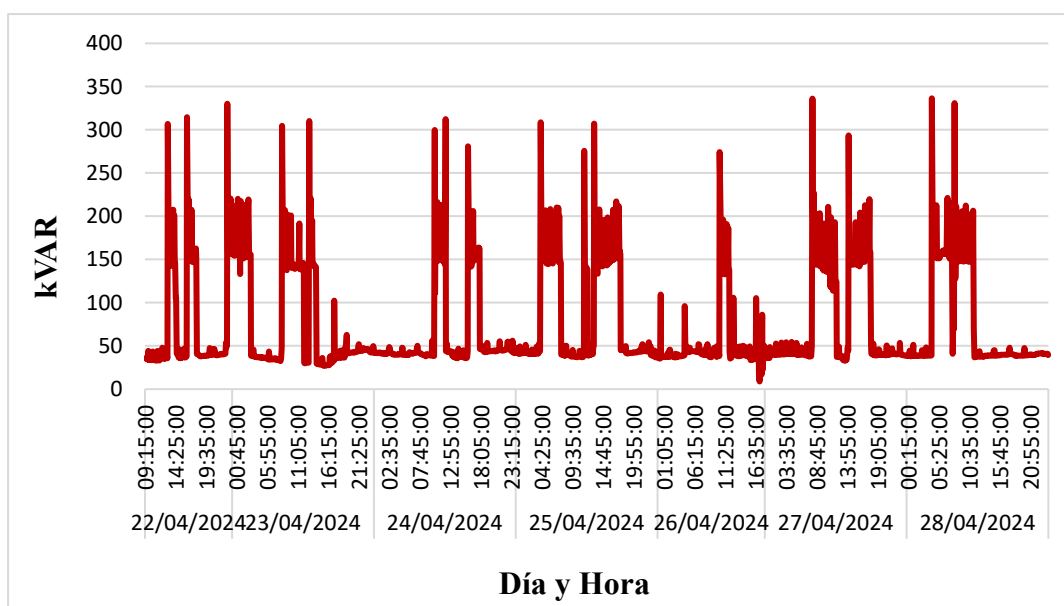
El valor máximo de potencia activa registrada en la medición durante los 7 días es de 196.15 kW.

➤ **Potencia Reactiva**

Con los datos del reporte del analizador de redes se elaboró la **Tabla 18** que muestra valores máximos, mínimos y promedios. Del mismo modo se representó la medición de los 7 días en la **Figura 24** (kVAR – Día y Hora).

Figura 24

Potencia reactiva.



Nota. Registro de potencia reactiva en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, según analizador de redes METREL MI 2883

De acuerdo con la **Tabla 18**, determinamos que el valor máximo de potencia reactiva es de 336.43 kVAR, el cual se registró el día 28/04/2024.

Tabla 18

Potencia reactiva.

Fecha	Potencia reactiva (kVAR)		
	Mínimo	Promedio	Máximo
22/04/2024	31.46	180.84	330.22
23/04/2024	25.27	167.63	309.98
24/04/2024	34.47	173.50	312.52
25/04/2024	35.21	171.93	308.64
26/04/2024	33.98	154.04	274.09
27/04/2024	32.25	184.10	335.94
28/04/2024	35.74	186.09	336.43

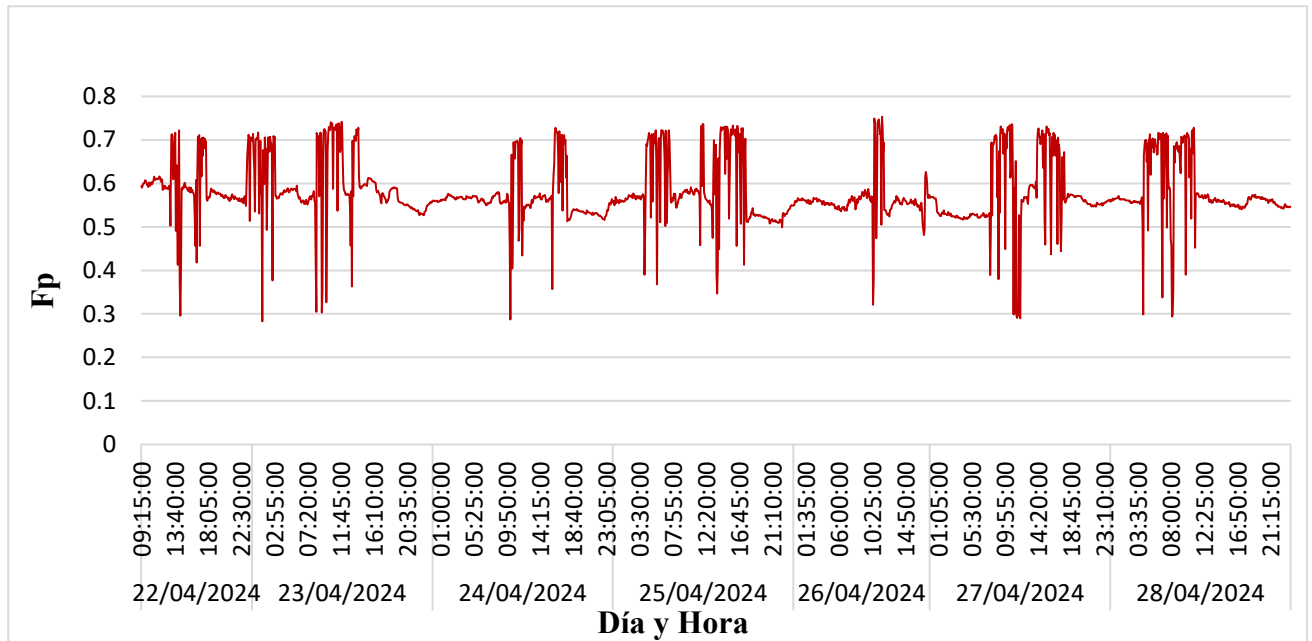
Nota. Registro de potencia reactiva en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, según analizador de redes METREL MI 2892

➤ **Factor de potencia**

De acuerdo con el reporte del analizador de redes se elaboró **Tabla 19** donde se muestran los valores promedios. También se dimensiono la **Figura 25 (FP – Día y Hora)**, en la cual se plasman los valores del factor de potencia medidos.

Figura 25

Factor de potencia medido.



Nota. Registro del factor de potencia en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, según analizador de redes METREL MI 2883

Tabla 19

Factor de potencia medido.

Factor de Potencia (Fp)	
Fecha	Promedio
22/04/2024	0.59
23/04/2024	0.60
24/04/2024	0.57
25/04/2024	0.59
26/04/2024	0.56
27/04/2024	0.57
28/04/2024	0.58
PROMEDIO	0.58

Nota. Reporte del factor de potencia, según analizador de redes METREL MI 2883

Se observa en la **Tabla 19**, que el factor de potencia está por debajo del valor establecido por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Deduciéndose que este factor vendría hacer el causante de las facturaciones elevadas por potencia reactiva en los últimos meses.

➤ **Energía eléctrica consumida**

Del reporte detallado por el analizador de redes muestra en la **Tabla 20** los resultados mínimos, máximos y promedios de consumos de energía activa en el sistema eléctrico de Cerámicos Prisma S.A.C.

Tabla 20

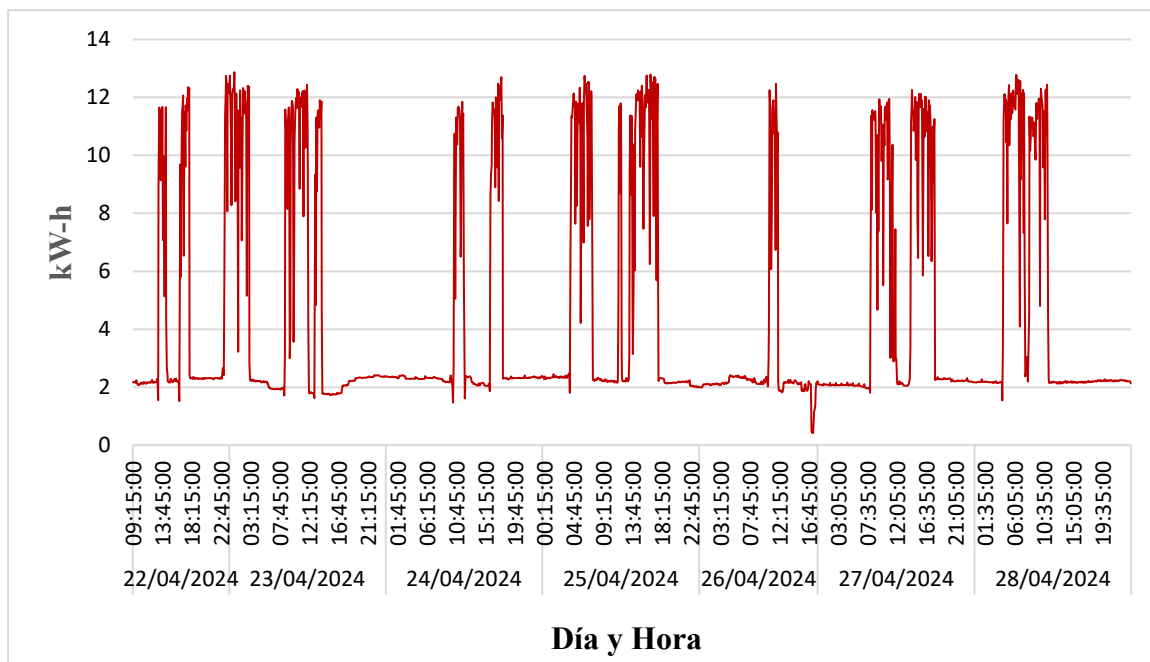
Registro del consumo eléctrico.

Energía activa consumida (kWh)			
Fecha	Mínimo	Promedio	Máximo
22/04/2024	1.50	7.15	12.80
23/04/2024	1.62	7.25	12.87
24/04/2024	1.46	7.08	12.70
25/04/2024	1.81	7.30	12.79
26/04/2024	1.78	7.26	12.47
27/04/2024	1.81	7.04	12.26
28/04/2024	1.54	7.16	12.87

Nota: consumo de energía en base a los 7 días de medición, según analizador de redes

Figura 26

Energía eléctrica consumida.



Nota. Registro del consumo de energía en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, según analizador de redes METREL MI 2883

En base a los datos de la **Tabla 20** se obtiene un valor máximo de 12.87 kWh consumida en el periodo 23/04/2024 y un valor mínimo de 1.46 kWh registrado el 24/04/2024; también se puede constatar los resultados en la **Figura 26** elaborada con los 1835 datos medidos en el periodo de 7 días por parte del analizador de redes.

f) Secuencia de encendido de equipos electromecánicos.

-Se observó el encendido simultáneo de los equipos electromecánicos.

PASO 2: Proponer oportunidades de mejora a partir de las diversas deficiencias identificadas en el sistema eléctrico de la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

Se basó en desarrollar un plan detallado de mejoras para contrarrestar las deficiencias diagnosticadas en el sistema eléctrico, y así poder tener un sistema eficiente en la parte técnica y económica; que opere de manera continua y segura.

a) Mantenimiento del sistema eléctrico

Referente a la propuesta planteada en base a un mantenimiento, se disminuye pérdidas de potencia por distribución, por lo cual la empresa incrementa su eficiencia energética en 1 %. (Zapata, 2020, P. 87).

El mantenimiento esta centrado en los tableros electricos, pues son estos los que presentaron suciedad y falsos contactos.

Determinamos la eficiencia energética mensual y anual por mantenimiento, en base a la energía promedio consumida en horas fuera de punta 26,840.42 kWh/mes y horas punta de 2488.08 kWh/mes, para ello se utilizará la siguiente formula:

$$E_{Energ.} = 1\% * E_{Consumida} \quad (18)$$

Donde:

$E_{Energ.}$ = Eficiencia energética por mes (kWh/mes)

$E_{Consumida}$ = Energía promedio consumida al mes (kWh/mes)

Ahorro económico en base a la eficiencia energética:

$$A_{Ecoeconomico} = E_{Energ.} * Tarifa \quad (19)$$

$E_{Energ.}$ = Eficiencia energética por mes (kWh/mes)

$E_{Consumida}$ = Energia promedio consumida al mes (kWh/mes)

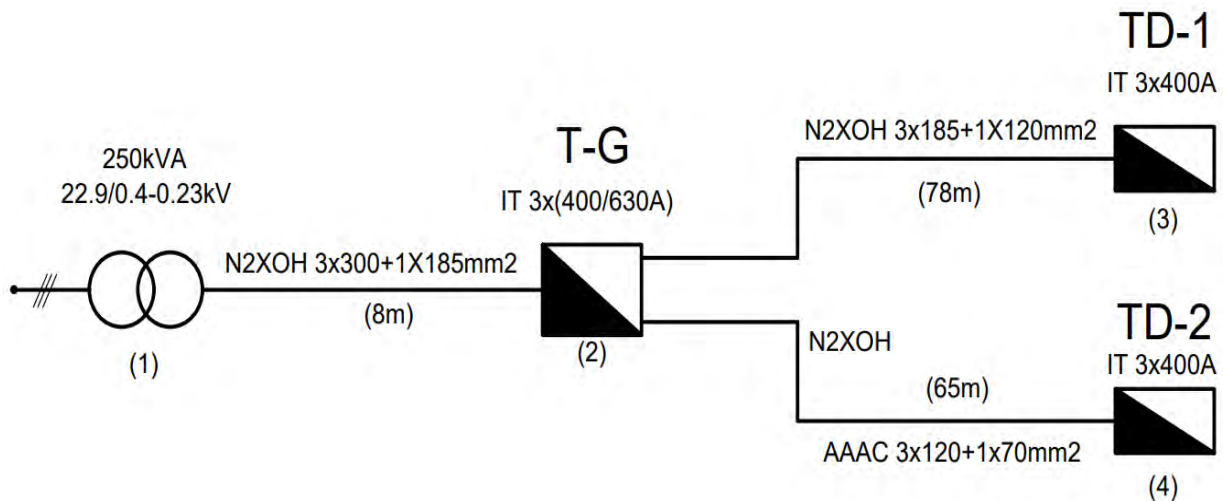
Tarifa = En horas fuera de punta (0.3398 S/. kWh)y en horas punta (0.3398 S/. kWh)

b) Cambio de conductores eléctricos

La propuesta del cambio de conductores se plantea a causa de la antigüedad del sistema eléctrico (15 años), mal dimensionamiento y altas temperaturas por aumento de carga trifásica sin aplicación de ingeniería, todo esto genera gran cantidad de pérdidas eléctricas por efecto Joule. Esta propuesta tiene en cuenta que los proyectos eléctricos deben de presentar una proyección para 20 años.

Figura 27

Diagrama unifilar con propuesta.



Nota. Se detalla en el diagrama la propuesta del cambio de conductores

Conductor alimentador principal

El conductor existente $3x120 + 1x70 \text{ mm}^2$ N2XOH, del tramo (1-2) de 8 m que distribuye desde el transformador hasta el tablero general. Se sustituirá por la antigüedad que este tiene y con fines de evitar fugas de corriente.

De acuerdo con la intensidad encontrada en base a la máxima demanda, se proyectará un 25% para una futura ampliación de carga, teniendo en cuenta que los proyectos eléctricos tienen un horizonte de vida útil de 20 años como máximo.

$$I_d = 1.25 * I_{M-D} \quad (20)$$

$$I_d = 1.25 * 561.05A = 701.31A$$

De acuerdo con el **Anexo 7**, seleccionamos un conductor $3-1x300+1x185 \text{ mm}^2$ que conduce 717.00 A.

La temperatura cuando trabaja a máxima demanda:

$$T_{\text{cond}} = 24^\circ\text{C} + (90^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}) * \left(\frac{561.05A}{717.00A}\right)^2 \leq 90^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{cond}} = 64.41^\circ\text{C} \leq 90^\circ\text{C}$$

La temperatura en el tramo 1-2 cuando trabaja a su máxima demanda es de 64.41°C inferior a la temperatura máxima de operación del conductor, lo cual indica que el nuevo conductor está dimensionado correctamente.

La caída de tensión cuando trabaja a máxima demanda:

$$\Delta U = \sqrt{3} * 561.05A * 0.008km * \left(0.0601 \frac{\Omega}{km} * \cos(51.68) + 0.109 \frac{\Omega}{km} * \sin(51.68^\circ) \right)$$
$$\Delta U = 0.95 V$$

Pérdidas de potencia en el conductor

Con máxima demanda:

$$P_p = \sqrt{3} * 0.95V * 561.05A$$
$$P_p = 923.17W = 0.92kW$$

Con operación normal

De los resultados anteriores por termografía obtuvimos que en operaciones normales se tiene 323.12 A, por lo que calculamos la caída de tensión para obtener las pérdidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} * 323.12 A * 0.008km * \left(0.0601 \frac{\Omega}{km} * \cos(51.68) + 0.109 \frac{\Omega}{km} * \sin(51.68^\circ) \right)$$
$$\Delta U = 0.55 V$$

La pérdida de potencia es 0.31 kW.

$$P_{p.c} = \sqrt{3} * 0.55V * 323.12A$$
$$P_{p.c} = 307.81 W = 0.31kW$$

Conductor alimentador de tablero N° 01

El conductor existente $3 \times 120 + 1 \times 70 \text{ mm}^2$ N2XOH, del tramo (3-4) de 38 m que distribuye desde el punto de empalme al tablero N°01, se sustituirá por la antigüedad que este tiene y con fines de evitar fugas de corriente. La nueva alimentación del tablero N° 01 se realizará desde el tablero general en tramo de 78 m.

De acuerdo con la intensidad encontrada en base a la máxima demanda, se proyectará un 25% para una futura ampliación de carga, teniendo en cuenta que los proyectos eléctricos tienen un horizonte de vida útil de 20 años como máximo.

$$I_d = 1.25 * I_{M-D}$$

$$I_d = 1.25 * 412.64A = 515.8A$$

De acuerdo con el **Anexo 7**, seleccionamos un conductor 3-1x185+1x120 que conduce 522.00 A.

La temperatura cuando trabaja a máxima demanda se calcula con la siguiente formula:

$$T_{\text{cond}} = 24^\circ\text{C} + (90^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}) * \left(\frac{412.64 A}{522.00 A} \right)^2 \leq 90^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{cond}} = 65.24^\circ\text{C} \leq 90^\circ\text{C}$$

La temperatura en el tramo 1-2 cuando trabaja a su máxima demanda es de 65.24 °C inferior a la temperatura máxima de operación del conductor, lo cual indica que el conductor está dimensionado correctamente.

La caída de tensión cuando trabaja a máxima demanda se calcula con la siguiente fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} * 412.64A * 0.078km * (0.0991 \frac{\Omega}{km} * \cos(51.68) + 0.112 \frac{\Omega}{km} * \sin(51.68^\circ))$$
$$\Delta U = 8.3 V$$

Pérdidas de potencia en el conductor

Con máxima demanda:

$$P_p = \sqrt{3} * 8.3V * 412.64A$$
$$P_p = 5,932.12W = 5.93 kW$$

Con operación normal

De los resultados anteriores por termografía obtuvimos que en operaciones normales se tiene una corriente de 243.51 A, por lo que calculamos la caída de tensión para obtener las pérdidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} * 243.51A * 0.078km * (0.0991 \frac{\Omega}{km} * \cos(51.68) + 0.112 \frac{\Omega}{km} * \sin(51.68^\circ))$$
$$\Delta U = 4.91 V$$

La pérdida de potencia es 2.07 kW.

$$P_p = \sqrt{3} * 4.91V * 243.51 A$$
$$P_p = 2,070.90 W = 2.07kW$$

Conductor alimentador de tablero N°02

El conductor existente 3x35 + 1x25 mm² AAAC, del tramo (3-4) de 25 m que distribuye desde el punto de empalme al tablero N°01, se sustituirá por la antigüedad que este tiene y con fines de evitar fugas de corriente. Su nueva alimentación del tablero N° 02 se realizará desde el tablero general en tramo de 65 m.

De acuerdo con la intensidad encontrada en base a la máxima demanda del tablero N°02, se proyectará un 25% para una futura ampliación de carga, teniendo en cuenta que los proyectos eléctricos tienen un horizonte de vida útil de 20 años como máximo.

$$I_d = 1.25 * 146.46A = 182.00A$$

De acuerdo con el **Anexo 7**, seleccionamos un conductor 3-1x120+1x70 N2XOH que conduce 391.00 A.

La temperatura cuando trabaja a máxima demanda:

$$T_{\text{cond}} = 24^{\circ}\text{C} + (90^{\circ}\text{C} - 24^{\circ}\text{C}) * \left(\frac{146.46 \text{ A}}{391.00 \text{ A}}\right)^2 \leq 90^{\circ}\text{C}$$
$$T_{\text{cond}} = 33.26^{\circ}\text{C} \leq 90^{\circ}\text{C}$$

La temperatura en el tramo 1-2 cuando trabaja a su máxima demanda será de 33.26 °C inferior a la temperatura máxima de operación del conductor, lo cual indica que el conductor está dimensionado correctamente.

La caída de tensión cuando trabaja a máxima demanda:

$$\Delta U = \sqrt{3} * 146.46 \text{ A} * 0.065 \text{ km} * \left(0.153 \frac{\Omega}{\text{km}} * \cos(51.68) + 0.112 \frac{\Omega}{\text{km}} * \sin(51.68^{\circ})\right)$$
$$\Delta U = 3.01 \text{ V}$$

Pérdidas de potencia en el conductor

Con máxima demanda:

$$P_p = \sqrt{3} * 3.01 \text{ V} * 146.46 \text{ A}$$
$$P_p = 763.57 \text{ W} = 0.76 \text{ kW}$$

Con operación normal

De los resultados anteriores por termografía obtuvimos que en operaciones normales se tiene una corriente de 79.61 A, por lo que calculamos la caída de tensión para obtener las pérdidas.

$$\Delta U = \sqrt{3} * 79.61 \text{ A} * 0.065 \text{ km} * \left(0.153 \frac{\Omega}{\text{km}} * \cos(51.68) + 0.112 \sin(51.68^{\circ})\right)$$
$$\Delta U = 1.64 \text{ V}$$

La pérdida de potencia es 0.23kW.

$$P_p = \sqrt{3} * 1.64 \text{ V} * 79.61 \text{ A}$$
$$P_p = 226.14 \text{ W} = 0.23 \text{ kW}$$

c) Cambio de motores

De la evaluación anterior de los motores en la empresa, se ha planteado como propuesta el cambio de los motores de baja eficiencia IE1 y IE2 existentes por los de eficiencia super premium IE3, que operarán a la misma carga, pero consumiendo cantidades menores de energía; por lo que se calcula el ahorro energético y beneficio económico en base a la sustitución de motores eléctricos, por lo que se utilizaron las siguientes formulas:

$$A_E = (P_N) \times (H_U) \times \left(\frac{100}{n_E} - \frac{100}{n_P} \right) \quad (21)$$

$$A_P = (P_N) \times \left(\frac{100}{n_E} - \frac{100}{n_P} \right) \quad (22)$$

$$B_{E,E} = (A_E) \times (C_E) \quad (23)$$

$$B_{E,P} = (A_P) \times (C_P) \quad (24)$$

Donde:

A_E = Ahorro de Energía, (kWh/año)

A_P = Ahorro de Potencia, (kW)

$B_{E,E}$ = Beneficio económico de energía (S/, año)

$B_{E,P}$ = Beneficio económico de potencia (S/, año)

n_E = Eficiencia estandar

n_P = Eficiencia super premium

C_E = Costo de energía (0.3398, S//kWh)

C_P = Costo de Potencia (S/23.88, S//kW)

H_U = Horas de uso anual, (2,946 h/año)

Se describen en la **Tabla 21** los datos de los motores eléctricos a sustituir, de acuerdo a su previa evaluación.

Tabla 21

Datos de motores eléctricos estándar a sustituir.

Marca	Cantidad	Potencia nominal (kW)	Eficiencia (%)	Velocidad Nominal (rpm)	Frecuencia (Hz)	Año
XYMA (IE1)	1	5.50	85.75	1,750.00	60.00	2016
MENZEL (IE1)	3	1.50	81.50	1,710.00	60.00	2016
MENZEL (IE1)	2	4.10	84.20	1,725.00	60.00	2016
MENZEL (IE2)	1	22.00	84.90	1,720.00	60.00	2016
MENZEL (IE2)	2	10.50	83.00	1,720.00	60.00	2016
MENZEL (IE1)	2	2.20	81.00	1,700.00	60.00	2015
EBERLE (IE1)	1	1.50	81.50	1,730.00	60.00	2015
EBERLE (IE1)	14	1.50	81.50	1,730.00	60.00	2017

TONG BO (IE1)	1	37.00	92.00	1,475.00	60.00	2016
TONG BO (IE2)	1	15.00	90.65	1,760.00	60.00	2015
WEG (IE2)	1	3.00	87.50	1,725.00	60.00	2015

Nota. Se ilustra los motores eléctricos a sustituir por su nivel de rendimiento y antigüedad.

La sustitución de motores eléctricos se ha evaluado con los de eficiencia súper premium de la marca WEG.

Tabla 22

Rendimiento de motores estándar vs super premium.

Ítem	Cantidad de motores	Potencia (kW)	Marca	Eficiencia Estándar (IE1 – IE2) (%)	Marca	Eficiencia Premium (%)
1	1	5.50	XIYMA	85.75	WEG	93.10
	3	1.50	MENZEL	81.50	WEG	91.65
	2	4.10	MENZEL	84.20	WEG	92.60
2	1	22.00	MENZEL	84.90	WEG	94.50
	2	10.50	MENZEL	83.00	WEG	93.60
	2	2.20	MENZEL	81.00	WEG	91.00
	1	1.50	EBERLE	81.50	WEG	91.65
3	14	1.50	EBERLE	81.50	WEG	91.65
	1	37.00	TONG BO	92.00	WEG	95.40
4	1	15.00	TONG BO	90.65	WEG	94.10
5	1	3.00	WEG	87.50	WEG	93.60

Nota. Se ilustra la comparación de rendimientos de motores estándar y super premium, para evaluar sustitución.

En la **Tabla 22** se presenta los cálculos de ahorro energético que se tendrá en un año, al sustituir los motores propuestos el cual incrementaran la eficiencia en la producción y a consumos de energía en menores cantidades a los motores estándar.

d) Cambio de luminarias

La propuesta del cambio de luminarias se plantea a causa de que las existentes son de baja eficiencia y no cumplen con el nivel requerido de iluminancia en las diferentes áreas de producción.

➤ Cálculo del flujo luminoso

El flujo luminoso necesario para cada área que no cumple con la norma EM.010 en la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C., se calcula con la siguiente formula:

$$\Phi_T = \frac{E_m \times S}{C_u \times C_m} \quad (25)$$

Donde:

E_m = Nivel de iluminación medio (lux)

Φ_T = Flujo luminoso de un determinado local (lumenes)

S = Superficie a iluminar (m^2)

C_u = Coeficiente de utilización

C_m = Coeficiente de mantenimiento

➤ Cálculo del índice del local

$$k = \frac{a \times b}{h(a+b)} = \frac{S}{h(a+b)} \quad (26)$$

Donde:

k = índice de local

a = ancho

b = largo

h = altura entre fluorescente y área de trabajo

Teniendo en cuenta que las áreas de producción están en un mismo espacio de trabajo, no existe paredes, están bajo el mismo techo y la altura de plano de trabajo no tiene una variación significativa, consideramos para los cálculos el total del área contemplada en producción. Dimensiones del local:

Tabla 23

Dimensiones del área de producción

Área	Altura de planta (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Altura de plano de trabajo (m)
PRODUCCIÓN (abastecimiento de tolva, amasado, laminado, extracción, corte, secado y cocción)	12.00	49.00	63.00	7.01

Nota. Datos reales del área a evaluar

Calculamos el área total a iluminar:

$$S = 49.00 * 63.00 = 3,087.00 \text{ m}^2$$

Calculamos el valor de k:

$$k = \frac{3,087}{7.01 \times (49.00 + 63.00)}$$

$$k = 3.93$$

Tabla 24

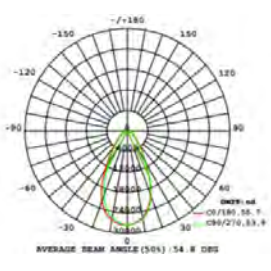
Coefficientes de reflexión de luminarias.

	COLOR	FACTOR DE REFLEXIÓN
Techo	Muy claro	70%
	Claro	50%
	Medio	30%
Pared	Claro	50%
	Medio	30%
	Oscuro	10%
Suelo	Claro	30%
	Oscuro	10%

Determinamos el factor de utilización: Este valor se calcula a partir del índice del local y los factores de reflexión:

Tabla 25

Factor de utilización de luminarias.

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7	0.5					0.3		
		Factor de reflexión de la pared								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	
	1.00	0.52	0.48	0.45	0.51	0.47	0.45	0.46	0.44	
	2.00	0.64	0.61	0.58	0.61	0.59	0.57	0.56	0.55	
	3.00	0.69	0.66	0.64	0.65	0.63	0.61	0.60	0.59	
	3.93	C_u								
	4.00	0.70	0.69	0.67	0.67	0.66	0.64	0.63	0.61	
	5.00	0.71	0.70	0.68	0.68	0.67	0.66	0.64	0.63	

Considerando que existe una relación lineal entre los valores, tenemos para un $k=3.93$, un coeficiente de utilización C_u .

Tabla 26

Interpolación lineal.

x_1	y_1
x	C_u
x_2	y_2

$$C_u = \frac{x-x_1}{x_2-x_1}(y_2 - y_1) + y_1 \quad (27)$$

$$C_u = \frac{3.93 - 3.00}{4.00 - 3.00}(0.67 - 0.65) + 0.65$$



$$C_u = 0.668$$

Determinar el factor de mantenimiento F_m : Este valor depende del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

Tabla 27

Factor de mantenimiento de luminarias.

Ambiente	Factor de mantenimiento F_m
Limpio	0.80
Sucio	0.60

Determinamos el flujo luminoso requerido.

$$\Phi_T = \frac{300 \times 3,087}{0.668 \times 0.8}$$

$$\Phi_T = 1,732,971.56 \text{ lumenes}$$

Determinamos la cantidad de luminarias

$$N_{total} = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_L} \quad (28)$$

Donde:

N_{total} = Numero de luminarias en total

Φ_T = Flujo total

n = numero de fluorescente por base

Φ_L = Flujo luminoso del fluorescente led Philips propuesto

Reemplazando en la ecuación anterior:

$$N_{total} = \frac{1,732,971.56}{30,000}$$

$$N_{total} = 57.76 \approx 58 \text{ luminarias led}$$

Distribución de luminarias:

$$N_{Ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{Largo} \times Ancho} \quad (29)$$

$$N_{Ancho} = \sqrt{\frac{58.00}{63.00} \times 49.00} = 6.72 \text{ Luminarias}$$

$$N_{Largo} = N_{Ancho} \times \frac{Largo}{Ancho} \quad (30)$$

$$N_{Largo} = 6.72x \frac{63.00}{49.00} = 8.82 \text{ Luminarias}$$

Consideramos una distribución uniforme como se muestra en el **Anexo 13**, ancho 7 filas de 9 en el largo del área a iluminar, por lo que el número de luminarias que cubrirán toda el área son 63.

Verificaremos el nivel de iluminación con esta distribución uniforme:

$$E_m = \frac{N_{total} \cdot n \cdot \phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} \quad (31)$$

$$E_m = \frac{63 \times 1 \times 30,000 \times 0.668 \times 0.80}{3,087}$$

$$E_m = 327.18 \text{ lux} > 300 \text{ lux}$$

Las 63 luminarias led propuestas, emiten un nivel de iluminancia mayor al establecido por la norma técnica EM-010 Instalaciones eléctricas interiores.

e) Implementación de un banco de condensadores

Se ha propuesto como mejora un banco de condensadores para compensar energía reactiva inductiva producida que fluye en el sistema eléctrico, de acuerdo con Osinergmin se evitara la facturación de este tipo energía, al no exceder el 30% de energía activa mensual facturada.

$$ER_{Facturada} = ER_{mes} - 0.3 * EA_{mes} \quad (32)$$

Se iguala a cero (0) la energía reactiva para evitar facturar:

$$0 = ER_{mes} - 0.3 * EA_{mes}$$

Despejamos:

$$\frac{ER_{mes}}{EA_{mes}} = \frac{0.3}{1}$$

factor de potencia:

$$FP = \cos \left(\tan^{-1} \left(\frac{ER_{mes}}{EA_{mes}} \right) \right) \quad (33)$$

Reemplazamos datos en ecuación (33) tenemos un factor de potencia de 0.96 requerido para evitar facturar y mantener nuestro sistema eléctrico con buena calidad de energía.

$$FP = \cos \left(\tan^{-1} \left(\frac{0.3}{1} \right) \right)$$

$$FP = 0.96$$

Para calcular la potencia reactiva a compensar se utiliza la ecuación (21).

$$Q_c = K * P \quad (34)$$

Donde:

$Q_c = \text{Potencia reactiva a compensar}$

$K = \text{Factor multiplicador}$

$P = \text{Máxima demanda registrada}$

El factor multiplicador k se selecciona del **Anexo 4:**

Factor k para compensación de potencia reactiva

Anexo 5, aplicando el valor del factor de potencia promedio medido con el analizador de redes un 0.58 y de facturas un 0.62; obteniendo un K de 1.113 y 1.007; por lo que se requiere llegar a un factor de potencia de 0.96.

Para factor de potencia registrado en el analizador de redes:

$$Q_c = 1.113 * 196.15 \text{ kW}$$

$$Q_c = 218.31 \text{ kVAR}$$

Para factor de potencia en facturas de los 12 últimos meses:

$$Q_c = 1.007 * 241 \text{ kW}$$

$$Q_c = 242.69 \text{ kVAR}$$

Para seleccionar el banco de condensadores apropiados se basará en el valor más alto calculado de las 2 ecuaciones anteriores, para este caso se requiere un banco de condensadores automático de 248.00 kVAR el cual está compuesto por un banco de 8 condensadores de 31kVAR – 60 Hz, 380V - 480V de la marca Schneider Electric.

Accesorios del banco de condensadores.

La compensación automática como propuesta tiene el propósito de ayudar a mantener el $\cos(\phi)$ requerido por Osinerming (0.96), por lo será esencial utilizar diferentes componentes:

Controlador de factor de potencia

Es un dispositivo que se encargara de regular el factor de potencia cuando lo requiera, por lo que se seleccionó el modelo VARLOGIC NR6.

Conductor general

El conductor de alimentación principal debe de estar dimensionado adecuadamente teniendo en cuenta que la intensidad nominal puede incrementar un 25%.

$$I_C = \frac{Q_R * 1000}{\sqrt{3} * V_{FF}} \quad (35)$$

Donde:

I_{nC} = Corriente nominal del banco de condensadores (A)

Q_R = Potencia reactiva (kVAR)

V_{FF} = Tensión entre fases (V)

$$I_{nC} = \frac{248.00 * 1000 \text{ VAR}}{\sqrt{3} * 380V}$$

$$I_{nC} = 376.80 \text{ A}$$

$$I_{\text{Conductor}} = 1.25 * I_{nC} \quad (36)$$

$$I_{\text{Conductor}} = 1.25 * 376.80 = 471.00 \text{ A}$$

De acuerdo con el **Anexo 7**, seleccionamos el conductor de 185mm² N2XOH libre de halógenos que soporta 522.00 A, para suministrar al banco de condensadores de 248.00 kVAR.

Interruptor termomagnético general

Seleccionaremos un interruptor con capacidad de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos. Para el cálculo y selección se considerará las siguientes premisas:

$$I_{nC} \ll I_{n(\text{termomagnético})} \ll I_{\text{Selec}(N2XOH)}$$

Donde:

I_{nC} = Corriente nominal del banco de condensadores (376.80 A)

$I_{\text{Selec}(N2XOH)}$ = Corriente seleccionada del cable N2XOH, (522.00 A)

Calculamos la corriente para el interruptor termomagnético:

$$I_{n(\text{termomagnético})} = 1.43 * I_{nC} \quad (37)$$

$$I_{n(\text{termomagnético})} = 1.43 * 376.80A$$

$$I_{n(\text{termomagnético})} = 538.82 \text{ A}$$

Por lo tanto, Seleccionamos el Interruptor Termomagnético en caja moldeada $I_{S(Tmg)} = 400 - 630 \text{ A}$ (por ser del tipo estándar comercialmente), será regulable térmicamente de (0.8 a 1.0) x I_n y magnéticamente de (5 a 10) x I_n , a la tensión nominal de 690 V, y una corriente de ruptura $I_k = 36 \text{ kA}$.

Para el condensador de 31 kVAR

- Interruptor termomagnético

Se dimensiono un interruptor termomagnético para cada condensador.

$$I_C = \frac{31.00 * 1000 \text{ VAR}}{\sqrt{3} * 380V}$$

$$I_C = 47.10 \text{ A}$$

$$I_{\text{interruptor prin.}} = 1.43 * I_C$$

$$I_{\text{interruptor prin.}} = 67.40 \text{ A}$$

Por lo tanto, Seleccionamos el Interruptor Termomagnético en caja moldeada $I_{S(Tmg)}$ = 70 A, será regulable térmicamente de (0.8 a 1.0) x I_n y magnéticamente de (5 a 10) x I_n , a la tensión nominal de 480 V, y una corriente de ruptura $I_k = 18/25 \text{ kA}$.

- Contactor especial para condensadores

Para el control de condensadores se seleccionaron contactores que soporten sobre corrientes de dos veces su corriente del banco de condensadores.

$$I_{\text{Coctactor}} = 2 * I_C \quad (38)$$

$$I_{\text{Coctactor}} = 2 * 47.10$$

$$I_{\text{Coctactor}} = 94.2 \text{ A}$$

Dimensionamiento de los conductores

Se dimensiono el adecuado calibre de los conductores que alimentaran a cada condensador.

$$I_{\text{conductor}} = 1.25 * I_C$$

$$I_{\text{conductor}} = 1.25 * 47.10A$$

$$I_{\text{conductor}} = 58.87 \text{ A}$$

De acuerdo con el **Anexo 7** seleccionamos el conductor de 6mm² N2XOH libre de halógenos que soporta 58.00 A, para suministrar en la derivación a cada condensador de 31 kVAR.

Simulación de banco de condensadores

Se utilizó como herramienta el software ETAP 19.01 en versión DEMO para simular el banco de condensadores seleccionado de 248.00 kVAR, para verificar si es el correcto y ver el comportamiento de la energía reactiva con respecto a las cargas inductivas que se encuentran conectadas al sistema (ver simulación en **Anexo 16**).

f) Implementación de secuencia de encendido de equipos

Se ha propuesto como mejora implementar secuencia para el encendido de equipos con el fin de evitar las excesivas corrientes de arranque simultaneas y picos demasiado elevados de corriente.

Para llevar a cabo la propuesta se tuvo que analizar el ciclo de procesamiento que se lleva para la producción de ladrillo, para lo cual se ha medido el tiempo que demora en estabilizarse la corriente de arranque de cada motor.

$$E_{ahorr} = P_{nom} * t * 312 \quad (39)$$

Donde:

E_{ahorr} = Energía ahorrada por secuencia de encendido de equipos (kWh/año)

P_{nom} = Potencia nominal del equipo (kW)

t = Tiempo de encendido del equipo (kW)

PASO 3: Evaluar la viabilidad económica que sustenta la implementación de todo el plan de mejora de la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

En la evaluación económica del proyecto, se consideró los gastos asociados al desarrollo del proyecto como los costos de adquisición del equipamiento necesario para su implementación de las propuestas. Se analizaron los criterios de evaluación como Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), para un periodo determinado y se ha verificado si las propuestas son factibles en el ámbito económico.

2.8. Análisis estadístico de datos

Se utilizaron softwares como Excel, Power View y el ETAP 19.0.1 versión DEMO.

Los datos que se obtuvieron de la visita in situ y la observación de facturas se procesaron en Excel.

Al igual que las mediciones tomadas con el analizador de redes, esos datos los extraeremos con el software Power view y con el cual también se realiza el informe detallado de parámetros eléctricos; toda esta data se manipulará en el Excel para luego darla a conocer en forma estadística y gráfica.

Para seleccionar adecuadamente el banco de condensadores se utilizaron modelos matemáticos, y la aplicación del software ETAP 19.0.1 versión DEMO para la simulación.

Para seleccionar adecuadamente la tarifa se utilizó el Excel el cual permitirá comparar los resultados facturados. Así mismo para evaluar y determinar la viabilidad económica del costo total que tendrán las propuestas de mejora.

2.9. Materiales

Para el desarrollo del estudio y lograr los objetivos planteados se utilizaron diferentes tipos de materiales y equipos:

- Internet, se utilizó para buscar y adquirir información de suma importancia relacionado al tema de investigación, tales como: libros, tesis, revistas, etc.
- Código Nacional de Electricidad - Utilización 2006
- Norma Técnica EM-010, 2019
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE).
- Norma Internacional IEC.
- Recibos eléctricos mensuales de la empresa, para verificar cantidades y elevados consumos de energía.
- Analizador de redes marca METREL, Power Master MI 2883, para determinar los diferentes parámetros del Sistema Eléctrico.
- Luxómetro marca SONEL, modelo LXP-10, para determinar el nivel de iluminación.
- GPS marca GARMIN, modelo GPSMAP64s, para georreferenciar el lugar de estudio.
- Pinza amperimétrica marca AEMC, modelo 565, para medir la corriente.
- Telurómetro marca METREL, modelo MI 3102 BT, para medir la resistencia de las Puestas a Tierra.
- Cámara termográfica marca FLI, modelo E-40, para inspeccionar temperatura en puntos calientes del sistema eléctrico
- Para el procesamiento de datos se utilizó el software Microsoft Excel 2019.
- Para descargar, analizar datos registrados y crear el informe del factor de potencia se empleó el software PowerView 3.
- Para los diagramas unifilares se utilizó el software AUTOCAD.
- Para simular el banco de condensadores se utilizó el software Electrical transient and Analysis Program (ETAP 19.0.1 versión DEMO).


III. RESULTADOS

3.1. Identificar las principales deficiencias relacionadas a la estructura, funcionamiento de equipos y dispositivos del sistema eléctrico de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

3.1.1. Verificación de tableros eléctricos

Tabla 28

Diagnóstico visual de tableros eléctricos.


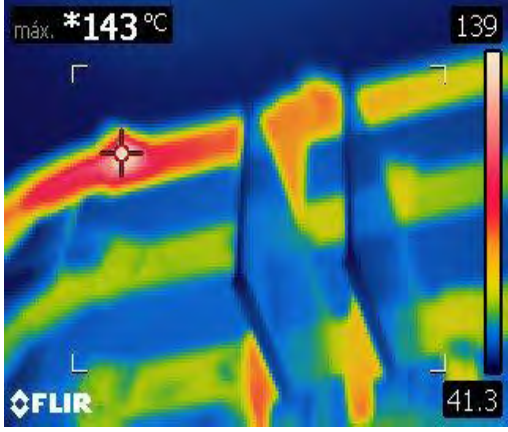
Diagnóstico visual	
	
Diagnóstico	Los tableros han presentado las siguientes deficiencias: ✓ Partículas de polvo en su interior.
Conclusión	La presencia de partículas de polvo en la instalación limita la eficiencia energética (falta de mantenimiento).

Nota: Se visualiza el estado actual los tableros eléctricos de la empresa.



Tabla 29

Diagnóstico termográfico de tableros eléctricos.

Diagnóstico termográfico	
 <p>Imagen Real</p>	 <p>Imagen termográfica</p>
Diagnóstico	<p>En la figura anterior, se observa una diferencia de temperatura en la parte inferior aguas abajo del interruptor termomagnético por falso contacto entre la barra y el terminal. Esta variación de temperatura según la norma NETA indica que debe realizarse una reparación inmediata porque la temperatura en este punto supera los 40 °C por encima de la temperatura ambiente 25 °C.</p>
Conclusión	<p>Los falsos contactos influyen en la eficiencia energética (falta de mantenimiento).</p>


Nota: Se visualiza parámetros registrados de los tableros, según cámara termográfica Flir E-40



3.1.2. Verificación de Conductores eléctricos

Tabla 30

Diagnóstico visual de conductores eléctricos.

Diagnóstico visual	
	
Descripción	Los conductores eléctricos de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C. son de tipo N2XOH.
Diagnóstico	<p>Los conductores eléctricos han presentado las siguientes deficiencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Agrietamiento. ✓ Falla de aislamiento. ✓ Sección de conductor subdimensionado.
Conclusión	La falla de aislamiento y conductor subdimensionado generan pérdidas de energía.

Nota: Se visualiza el estado actual de los conductores eléctricos de la empresa.





Tabla 31*Diagnóstico de pérdidas de energía en conductores eléctricos sin mejoras.*

Trabajo de conductor	Corriente (A)	Caída de tensión (V)	Pérdidas de potencia (kW)	Tiempo de operación (h/año)	Energía anual (kWh/año)
Tablero general					
Operación normal	323.12	4.91	2.75	2,028.00	5,577.00
Máxima demanda	561.05	8.52	8.30	468.00	3,884.40
Total					9,461.40
Tablero de distribución N° 01					
Operación normal	243.51	2.93	1.24	2,028.00	2,514.72
Máxima demanda	412.64	4.96	3.54	468.00	1,656.72
Total					4,171.44
Tablero de distribución N° 02					
Operación normal	79.61	2.10	0.29	2,028.00	2,021.76
Máxima demanda	146.46	3.87	0.982	468.00	459.58
Total					2,481.34

Nota. Se estima la pérdida de energía multiplicando la pérdida de potencia respectivamente con el tiempo de operación (la empresa opera de lunes a sábado en un tiempo de 8 horas diarias, con la data del analizador de redes el tiempo que opera a condiciones normales es el 81% (6.5 horas) y a máxima demanda el 19% (1.5 horas)). Las pérdidas de energía en conductores son de 16,114.18(kWh/año).





3.1.3. Verificación de motores eléctricos

Tabla 32

Diagnóstico de pérdidas de potencia en motores eléctricos sin mejoras.

Motor	Cant.	Potencia Absorbida (kW)	Potencia Útil (kW)	Pérdida de potencia (kW)	Horas de uso (h/día)	Pérdida de energía (kWh/día)	Costo de energía perdida (S/.)
XIYMA	1	6.41	5.50	0.91	8	7.28	2.47
MENZEL	3	5.30	4.32	0.98	8	7.84	2.66
EBERLE	1	1.79	1.46	0.33	8	2.64	0.90
TONG BO	1	40.03	36.82	3.20	8	25.60	8.70
SIEMENS	1	46.43	43.65	2.79	8	22.32	7.58
TONG BO	1	30.96	29.72	1.24	8	9.92	3.37
DELCROSA	1	100.19	93.17	7.01	8	56.08	19.06
TONG BO	1	16.55	15.00	1.55	8	12.40	4.21
MENSEL	2	9.50	8.00	1.50	8	12.00	4.08
MENZEL	1	25.91	22.00	3.91	8	31.28	10.62
MENZEL	2	25.38	21.06	4.31	8	34.48	11.72
EBERLE	14	25.06	20.43	4.64	8	37.12	12.61
WEG	1	3.43	3.00	0.43	8	3.44	1.17
MENZEL	2	5.43	4.40	1.03	8	8.24	2.80
TOTAL	32	342.37	308.53	33.84		270.64	91.95

Nota: Luego de la evaluación de los motores se calculó que las pérdidas de potencia por día ascienden a 33.84 kW, consumo desaprovechado de 270.64 kWh/día (84,439.68 kWh/año) y el costo de energía perdida a diario es de S/. 91.95.

3.1.4. Verificación del sistema de iluminación

Tabla 33

Diagnóstico de los niveles de iluminación.

Ítem	Área	Nivel de Iluminancia Medida (Lux)	Nivel de Iluminancia -Norma Técnica EM.010 (Lux)	Cumple Nivel Requerido
1	Almacenamiento de pajilla	159.80	150	Si
2	Almacenamiento de materia prima (arcilla)	151.80	150	Si
3	Abastecimiento de tolva	180.44	300	No
4	Amasado	165.65	300	No
5	Laminado	133.30	300	No
6	Extrusión	186.20	300	No
7	Corte	184.90	300	No
8	Secado	235.80	300	No
9	Cocción	254.20	300	No
10	Clasificación	823.00	750	Si
11	Comercialización	314.20	300	Si
12	Oficinas	508.00	500	Si

Nota: Datos obtenidos con el luxómetro digital.

3.1.5. Verificación de parámetros eléctricos

Tabla 34

Diagnóstico de parámetros del sistema eléctrico.

Ítem	Descripción	Medida Límite	Medida registrada	Estado
1	Tensión	$\pm 5 \% U_{nom}$	-2.50% ÷ 11.89%	No pasa
2	Frecuencia	$\pm 0.60 \% f_{nom}$	-0.07% ÷ 0.08%	Pasa
3	Flicker	Pst < 1	< 0.67	Pasa
4	Armónicos (TDH de tensión)	<8.00%	<3.09%	Pasa
5	Corriente	-	276.20 A	-
6	Potencia aparente	-	350.77 kVA	-
7	Potencia activa	-	196.15 kW	-
8	Potencia Reactiva	PR < 30%*PA	336.43 kVAR	No pasa
9	Factor de potencia	≥ 0.96	0.58	No pasa
10	Energía consumida	-	12.87 kWh	-

Falta regular el TAP del transformador ante la sobretensión.

Conclusión: El exceso de potencia reactiva supone una facturación innecesaria y un bajo factor de potencia evidencia la ineficiencia energética.

Nota: Datos obtenidos con el analizador de redes METREL MI 2883.

3.1.6. Verificación de secuencia de encendido de equipos electromecánicos

Tabla 35

Diagnóstico de Secuencia de encendido de equipos electromecánicos.

Ítem	Equipo	Cant.	Potencia nominal (kW)	Tiempo de encendido (s)
1	Tolva	1	5.50	0
2	Faja transportadora 1	1	1.50	0
3	Mezcladora	1	37.00	0
4	Faja transportadora 2	1	1.50	0
5	Laminadora	1	45.00	0
6	Faja transportadora 3	1	1.50	0
7	Extractor de agua	1	15.00	0
8	Extrusora 1	1	93.00	0
9	Extrusora 2	1	30.00	0
10	Cortadora	1	1.50	0
11	Carrito deslizable	1	3.00	0
12	Extractor de humedad	2	4.10	0
13	Horno de secadero	2	2.20	0
14	Suministro – Aire caliente	1	22.00	0
15	Ventilador – Aire caliente	2	10.50	0
16	Motores de los hornos	14	1.50	0

Cuando los equipos encienden simultáneamente, muchos de estos son encendidos innecesariamente además el pico de corriente de

Conclusión: arranque es muy alto.

Nota. Todos los equipos electromecánicos encienden al mismo tiempo.



3.2. Proponer oportunidades de mejora a partir de las diversas deficiencias identificadas en el sistema eléctrico de la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

3.2.1 Mantenimiento de sistema eléctrico

Tabla 36

Ahorro técnico y económico en mantenimiento de sistema eléctrico.

Energía promedio consumida (kWh/mes)	Mes		Año		
	kWh/mes	S/.	kWh/año	S/.	
Horas fuera de punta	26,840.42	268.40	91.20	3,220.80	1,094.43
Horas punta	2,488.08	24.90	10.01	298.80	120.21
TOTAL	293.30	101.21	3,519.60	1,214.64	

Nota: La eficiencia energética anual se multiplica la eficiencia energética mensual por doce que es la cantidad de meses que tiene un año.

Análisis: En el estado actual se observa que tienen pérdidas de energía de 3,519.60 kWh/año, si se aplica la mejora de mantenimiento de sistema eléctrico se puede mejorar significativamente la eficiencia energética. Esto se puede demostrar a través de una simulación de cálculo matemático donde si aplico $E_{Energ.} = 1\% * E_{Consumida}$, se calcula un ahorro de 3,519.60 kWh/año.

3.2.2 Cambio de conductores eléctricos

Tabla 37

Diagnóstico de pérdidas de energía en conductores eléctricos con mejoras.

Trabajo de conductor	Corriente (A)	Caída de tensión (V)	Pérdidas de potencia (kW)	Tiempo de operación (h/año)	Energía anual (kWh/año)
----------------------	---------------	----------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------------

Tablero general

Operación normal	323.12	0.55	0.31	2,028.00	628.68
Máxima demanda	561.05	0.95	0.92	468.00	430.56
Total					1,059.24
Tablero de distribución N° 01					
Operación normal	243.51	4.91	2.07	2,028.00	4,197.96
Máxima demanda	412.64	8.3	5.93	468.00	2,775.24
Total					6,973.20
Tablero de distribución N° 02					
Operación normal	79.61	1.64	0.23	2,028.00	466.44
Máxima demanda	146.46	3.01	0.76	468.00	355.68
Total					1,734.72

Nota. Se estima la pérdida de energía multiplicando la pérdida de potencia respectivamente con el tiempo de operación (la empresa opera de lunes a sábado en un tiempo de 8 horas diarias, con la data del analizador de redes el tiempo que opera a condiciones normales es el 81% (6.5 horas) y a máxima demanda el 19% (1.5 horas)).

Tabla 38

Ahorro técnico y económico en cambio de conductores.

Pérdidas de energía		Ahorro de energía	Precio	Beneficio
sin propuesta	Con propuesta	activa (kWh/año)	Unitario	económico
(kWh/año)	(kWh/año)		(S//kWh)	(S/.)
16,114.18	9,767.16	6,347.02	0.3398	2,156.72

Nota: El beneficio económico se calcula multiplicando la energía activa por el precio unitario.

Análisis: En el estado actual se observa que tienen pérdidas de energía de 16,114.18 kWh/año, si se aplica la mejora de cambio de conductores se puede mejorar significativamente la eficiencia energética. Esto se puede demostrar a través de una simulación de cálculo matemático donde si aplico $P_{p.c} = \sqrt{3} * \Delta U * I_N$, se calcula un ahorro de 6,347.02 kWh/año.

3.2.3 Cambio de motores eléctricos

Tabla 39

Ahorro técnico y económico en cambio de motores.

Cantidad de motores	Potencia (kW)	Ahorro		Beneficio económico anual		Beneficio total (S/.)
		Energía (kWh/año)	Potencia (kW/año)	Energía (S//kWh)	Potencia (S//kW)	
1	5.50	1,263.89	0.51	429.47	12.09	441.56
3	1.50	1,526.28	0.61	518.63	14.60	533.23
2	4.10	2,205.03	0.88	749.27	21.10	770.37
1	22.00	6,570.51	2.63	2,232.66	62.86	2,295.52
2	10.50	7,151.81	2.87	2,430.18	68.42	2,498.61
2	2.20	1,489.95	0.60	506.28	14.25	520.54
1	1.50	508.76	0.20	172.88	4.87	177.74
14	1.50	7,122.62	2.85	2,420.27	68.14	2,488.41
1	37.00	3,577.58	1.43	1,215.66	34.23	1,249.89
1	15.00	1,514.25	0.61	514.54	14.49	529.03
1	3.00	557.71	0.22	189.51	5.34	194.85
TOTAL		33,488.39	13.42	11,379.35	320.39	11,699.75

Nota. Estimación del ahorro energético y beneficio económico referente a un año.

Análisis: En el estado actual se observa que tienen pérdidas de energía de 84,439.68 kWh/año, si se aplica la mejora de cambio de motores se puede mejorar significativamente la eficiencia energética. Esto se puede demostrar a través de una simulación de cálculo

matemático donde si aplico $A_E = (P_N) \times (H_U) \times \left(\frac{100}{n_E} - \frac{100}{n_P} \right)$, se calcula un ahorro de 33,488.39 kWh/año.

3.2.4 Cambio de Luminarias

Tabla 40

Ahorro energético de luminarias convencionales vs tecnología LED.

Descripción	Cantidad	Potencia Nominal (kW)	Potencia Instalada (kW)	Funcionamiento (h/día)	Energía consumida (KWh/año)
Fluorescente Phillips	159.00	0.085	13.515	8.00	39,463.80
LED 200W	63.00	0.200	12.60	8.00	36,792.00
Ahorro energético			0.915	8.00	2,671.80

Nota. Estimación del ahorro energético

Tabla 41

Ahorro técnico y económico en cambio de luminarias.

Cantidad de luminarias	Ahorro Energético (kWh/año)	Precio de (S/. /kWh)	Beneficio económico anual (S/. /año)
63	2,671.80	0.3398	907.88
TOTAL			907.88

Nota. Estimación del ahorro energético y beneficio económico referente a un año.

Análisis: En el estado actual se observa que tienen pérdidas de energía de 39,463.80 kWh/año, si se aplica la mejora de cambio de motores se puede mejorar significativamente la eficiencia energética. Esto se puede demostrar a través de una simulación de cálculo matemático donde si aplico $\phi_T = \frac{E_m \times S}{C_u \times C_m}$, se calcula un ahorro de 2,671.80 kWh kWh/año.

3.2.5 Implementación de un banco de condensadores

Tabla 42

Ahorro técnico y económico con propuesta de banco de condensadores.

Mes	Potencia reactiva compensada (kVAR)	Ahorro de Energía Reactiva (kVARh)	Precio Unitario (S//kVARh)	Beneficio económico (S/.)
May-23	248.00	28,077.00	0.0492	1,381.39
Jun-23	248.00	29,199.00	0.0492	1,436.59
Jul-23	248.00	32,807.00	0.0492	1,614.10
Ago-23	248.00	38,969.00	0.0492	1,917.28
Set-23	248.00	45,000.00	0.0492	2,214.00
Oct-23	248.00	46,716.00	0.0492	2,298.43
Nov-23	248.00	24,098.00	0.0492	1,185.63
Dic-23	248.00	34,241.00	0.0492	1,684.66
Ene-24	248.00	39,246.00	0.0492	1,930.90
Feb-24	248.00	38,581.00	0.0492	1,898.19
Mar-24	248.00	43,699.00	0.0492	2,149.99
Abr-24	248.00	49,224.00	0.0492	2,421.82
TOTAL		449,857.32	0.0492	22,132.98

Nota: El beneficio económico se calcula multiplicando la energía reactiva por el precio unitario.

Análisis: En el estado actual se observa que tienen pérdidas de energía reactiva de 449,857 kVARh/año, si se aplica la mejora de implementación de un banco de condensadores se puede mejorar significativamente la eficiencia energética. Esto se puede demostrar a través de una simulación con el software ETAP 19.01 en versión DEMO, se calcula un ahorro de 449,857 kVARh/año.

3.2.6 Implementación de una secuencia de encendido de equipos electromecánicos

Tabla 43

Ahorro energético con secuencia de encendido de equipos.

Equipo eléctrico	Cantidad	Potencia nominal (kW)	Tiempo de encendido (h)	Ahorro de Energía activa (kWh/día)
Tolva	1	5.50	0	0.00
Faja transportadora 1	1	1.50	0.017	0.03
Mezcladora	1	37.00	0.025	0.93
Faja transportadora 2	1	1.50	0.042	0.06
Laminadora	1	45.00	0.050	2.25
Faja transportadora 3	1	1.50	0.067	0.10
Extractor de agua	1	15.00	0.075	1.13
Extrusora 1	1	93.00	0.083	7.72
Extrusora 2	1	30.00	0.092	2.76
Cortadora	1	1.50	0.108	0.16
Carrito deslizable	1	3.00	0.117	0.35
Extractor de humedad	2	4.10	0.125	1.03
Horno de secadero	2	2.20	0.135	0.59
Suministro – Aire caliente	1	22.00	0.152	3.34
Ventilador – Aire caliente	2	10.50	0.158	3.32
Motores de los hornos	14	1.50	0.175	3.68
Total				27.45

Nota. El ahorro de energía activa se determina multiplicando la potencia nominal por el tiempo que el motor no trabaja, obtenido un resultado de 27.45 kWh/día.

Tabla 44*Ahorro técnico y económico en la secuencia de arranque*

Ahorro Energético (kWh/día)	días/año	Ahorro Energético (kWh/año)	Precio de unitario (S//kWh)	Beneficio económico anual (S//año)
27.40	312	8,564.40	0.3398	2,904.88
TOTAL				2,904.88

Nota. Estimación del ahorro energético y beneficio económico referente a un año por parte de la secuencia de arranque de motores.

Análisis: En el estado actual se observa que tienen pérdidas de energía de 8,564.40 kWh/año, si se aplica la mejora de secuencia de encendido de motores se puede mejorar significativamente la eficiencia energética. Esto se puede demostrar a través de una simulación de cálculo matemático donde si aplico $E_{ahorr} = P_{nom} * t * 312$, se calcula un ahorro de 8,564.40 kWh/año.



3.3. Evaluar la viabilidad económica que sustenta la implementación de todo el plan de mejora de la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

Flujo de ingresos

Tabla 45

Resumen de ahorro económico en la empresa cerámicos prisma S.A.C.

Descripción	Ahorro económico (S/.)
Ahorro por mantenimiento anual programado	1,214.64
Ahorro económico por cambio de conductores eléctricos	2,156.72
Ahorro económico por cambio de motores más eficientes	11,699.70
Ahorro económico por el cambio de un sistema de iluminación más eficiente	907.88
Ahorro económico por compensación de energía reactiva con el banco de condensadores	22,132.98
Ahorro económico por la implementación de secuencia de encendido de equipos	2,904.88
TOTAL	41,016.80

Nota. Se ilustra los ahorros económicos anuales por parte de las propuestas planteadas.

Flujo de egresos

Los gastos de inversión referencial que se necesitaría para implementar las propuestas de mejora en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C. se detallan en la **Tabla 46**.

Tabla 46

Presupuesto referencial.

Ítem	Descripción	Unid.	Cant.	Precio Unitario (S/)	Precio total (S/)
I. SUMINISTRO DE MATERIALES					
1.01	Suministro de conductores eléctricos N2XOH	Glb	1	26,220.30	26,220.30
1.02	Suministro de banco de condensadores, marca Schneider Electric	Glb	1	28,050.80	28,050.80
1.03	Suministro de motores eléctricos, WEG	Glb	1	76,696.75	76,696.75

1.04	Suministro de luminarias, LED	Glb	1	6,438.60	6,438.60
TOTAL					137,406.45
II. DESMONTAJE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO					
2.01	Desmontaje y montaje de conductores eléctricos N2XOH	Glb	1	1,140.00	1,140.00
2.02	Montaje de banco de condensadores, marca Schneider Electric	Glb	1	1,480.00	1,480.00
2.03	Desmontaje y montaje de motores eléctricos, WEG	Glb	1	2,260.00	2,260.00
2.04	Desmontaje y montaje de luminarias, LED	Glb	1	820.00	820.00
TOTAL					5,700.00
III. MANTENIMIENTO					
3.01	Mantenimiento anual programado - Limpieza de acumulación de polvo en equipos y tableros eléctricos. -Ajuste de terminales. -Regulación de TAP del transformador.	Glb	1	950.00	950.00
TOTAL					950.00
IV. SERVICIOS					
4.01	Servicio de alquiler de Laptop (LENOVO) Core I7	Servicio	1	1,800.00	1,800.00
4.02	Alquiler de softwares	Unidad	3	120.00	360.00
4.03	Alquiler de analizador de redes	Unidad	1	200.00	200.00
4.04	Alquiler de pinza amperimétrica	Unidad	1	79.00	79.00
4.05	Alquiler de multímetro	Unidad	1	86.00	86.00
4.06	Alquiler de luxómetro	Unidad	1	102.00	102.00
4.07	Alquiler de cámara termográfica	Unidad	1	200.00	200.00
4.08	Alquiler de telurómetro	Unidad	1	150.00	150.00
4.09	Capacitación y diseño con software	Global	1	100.00	100.00
4.10	Transporte	Viaje	4	50.00	200.00
4.11	Viáticos	Global	1	60.00	60.00
4.12	Servicio de internet	Global	1	120.00	120.00
TOTAL					3,475.00
IV GASTOS ADMINISTRATIVOS					
4.01	Imprevistos	Unidad	1	250.00	250.00
4.02	Tesistas	Unidad	1	1,000.00	1,000.00
4.03	Asistente técnico	Unidad	1	800.00	800.00
TOTAL					2,050.00
V EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL					
5.01	Casco	Unidad	1	40.00	35.00
5.02	Lentes	Unidad	1	10.00	10.00
5.03	Guantes dieléctricos	Unidad	1	30.00	40.00
5.04	Zapatos dieléctricos	Unidad	1	180.00	120.00
5.05	Arnés con dos líneas	Unidad	1	250.00	200.00
TOTAL					405.00
PRESUPUESTO TOTAL					149,968.45

Nota. Se detalla el presupuesto total cotizado del equipamiento para la implementación de propuestas planteadas.

Tabla 47*Parámetros para evaluación económica del plan de propuesta*

Descripción	Datos financieros
Tasa de descuento (%)	12
Inversión (S/.)	149,968.45
Vida útil del proyecto (en años)	10

*Nota. Se detalla datos financieros para la evaluación económica***Tabla 48***Depreciación anual de los activos.*

Suministro de materiales	Costo (S/.)	Vida útil del material	Vida útil del proyecto	Depreciación anual (S/.)	Valor residual (S/.)
Conductores eléctricos	26,220.30	20	10	1,311.02	13,110.15
Banco de condensadores de 248 kVAR	28,050.80	12	10	2,337.57	4,675.13
Motores eléctricos WEG	76,696.75	20	10	3,834.84	38,348.38
Luminarias LED	6,438.60	10	10	643.86	0
Total				8,127.29	56,133.66

Nota. Cálculo de la depreciación anual y valor residual de los materiales del plan de mejoras.




Tabla 49

Flujo de caja económico.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
CAJA INICIAL	-S/ 149,968.45	-S/ 108,951.60	-S/ 67,934.75	-S/ 26,917.90	S/ 14,098.95	S/ 55,115.80	S/ 96,132.65	S/ 137,149.50	S/ 178,166.35	S/ 219,183.20	
A. INGRESOS											
Ahorro económico por disminución de pérdidas de energía en conductores eléctricos	S/ 2,156.72	S/ 2,156.72	S/ 2,156.72	S/ 2,156.72	S/ 2,156.72	S/ 2,156.72	S/ 2,156.72	S/ 2,156.72	S/ 2,156.72	S/ 2,156.72	S/ 2,156.72
Ahorro económico por compensación de energía reactiva	S/ 22,132.98	S/ 22,132.98	S/ 22,132.98	S/ 22,132.98	S/ 22,132.98	S/ 22,132.98	S/ 22,132.98	S/ 22,132.98	S/ 22,132.98	S/ 22,132.98	S/ 22,132.98
Ahorro económico por cambio de motores más eficientes	S/ 11,699.75	S/ 11,699.75	S/ 11,699.75	S/ 11,699.75	S/ 11,699.75	S/ 11,699.75	S/ 11,699.75	S/ 11,699.75	S/ 11,699.75	S/ 11,699.75	S/ 11,699.75
Ahorro económico por el cambio de un sistema de iluminación más eficiente	S/ 907.88	S/ 907.88	S/ 907.88	S/ 907.88	S/ 907.88	S/ 907.88	S/ 907.88	S/ 907.88	S/ 907.88	S/ 907.88	S/ 907.88
Ahorro económico por implementar secuencia de arranque de motores	S/ 2,904.88	S/ 2,904.88	S/ 2,904.88	S/ 2,904.88	S/ 2,904.88	S/ 2,904.88	S/ 2,904.88	S/ 2,904.88	S/ 2,904.88	S/ 2,904.88	S/ 2,904.88
Ahorro por mantenimiento anual programado	S/ 1,214.64	S/ 1,214.64	S/ 1,214.64	S/ 1,214.64	S/ 1,214.64	S/ 1,214.64	S/ 1,214.64	S/ 1,214.64	S/ 1,214.64	S/ 1,214.64	S/ 1,214.64
Total	S/ 41,016.85	S/ 41,016.85	S/ 41,016.85	S/ 41,016.85	S/ 41,016.85	S/ 41,016.85	S/ 41,016.85	S/ 41,016.85	S/ 41,016.85	S/ 41,016.85	S/ 41,016.85
B. EGRESOS											
Suministro de materiales	S/ 137,406.45										
Desmontaje y montaje electromecánico	S/ 5,700.00										
Mantenimiento anual programado	S/. 950.00	S/. 950.00	S/. 950.00	S/. 950.00	S/. 950.00	S/. 950.00	S/. 950.00	S/. 950.00	S/. 950.00	S/. 950.00	S/. 950.00

Servicios	S/ 3,457.00										
Gastos administrativos y RRHH	S/ 2050.00										
EPP	S/ 405.00										
Depreciación		S/ 8,127.29	S/ 8,127.29	S/ 8,127.29	S/ 8,127.29	S/ 8,127.29	S/ 8,127.29	S/ 8,127.29	S/ 8,127.29	S/ 8,127.29	S/ 8,127.29
Total	S/ 149,968.45	S/ 9,077.29	S/ 9,077.29	S/ 9,077.29	S/ 9,077.29	S/ 9,077.29	S/ 9,077.29	S/ 9,077.29	S/ 9,077.29	S/ 9,077.29	S/ 9,077.29
C. SALDO ECONÓMICO	-S/ 149,968.45	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56
D. VALOR RESIDUAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S/ 56,133.66
E. SALDO NETO	-S/ 149,968.45	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 88,073.22
SALDO ACUMULADO	-S/ 149,968.45	-S/ 118,028.89	-S/ 86,089.33	-S/ 54,149.77	-S/ 22,210.21	S/ 9,729.35	S/ 41,668.91	S/ 73,608.47	S/ 105,548.03	S/ 137,487.59	S/ 225,560.81

Tabla 50

Valor actual neto.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo neto de caja	-	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 88,073.22
Tasa de descuento	-	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
Flujos actualizados	-	S/ 28,517.46	S/ 25,462.02	S/ 22,733.95	S/ 20,298.17	S/ 18,123.36	S/ 16,181.58	S/ 14,447.83	S/ 12,899.85	S/ 11,517.73	S/ 28,357.22
(-) Inversión inicial	-S/ 149,968.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VAN											S/ 48,570.72

Nota. El valor actual neto es mayor a cero, por lo tanto, el proyecto si es viable.

Tasa interna de retorno (TIR)

Para determinar el valor de la tasa interna de retorno se usó excel, considerando los datos de **Tabla 49**, para un periodo de diez años.

Tabla 51

Tasa interna de retorno.

Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
-S/ 149,968.45	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 31,939.56	S/ 88,073.22
TIR	18.73%									

Luego de evaluar la parte económica del proyecto se puede apreciar que se tiene un **VAN = 48,570.72** soles y un **TIR = 18.73%**, por lo que se concluye que el proyecto es viable.

Relación beneficio - costo

$$RBC = \frac{48,570.72 + 149,968.45}{149,968.45}$$

$$RBC = 1.32$$

Tiempo de recuperación de la inversión

$$TR = \frac{149,968.45}{31,939.56}$$

$$TR = 4.70$$



IV. DISEÑO DEL PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Tabla 52

Diseño del plan de mejora del sistema eléctrico

	Cronograma del plan de mejora para incrementar la eficiencia energética															
	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
Identificar las principales deficiencias																
Verificación de tableros eléctricos:	x															
• Existencia de polvo y puntos calientes.																
Verificación de conductores eléctricos:		x														
• Agrietamientos, fugas de corriente y subdimensionamiento.																
Verificación de motores eléctricos:				x												
• Pérdidas de energía en motores IE1 e IE2.																
Verificación del sistema de iluminación:																
• Incumplimiento del nivel de iluminancia en diversas áreas de producción.					x											
Verificación de parámetros eléctricos:																
• Incumplimiento de tolerancias establecidas por la NTCSE.						x										
Verificación de secuencia de encendido de equipos electromecánicos:																
• Pérdidas de energía por encendido simultáneo.								x								
Propuesta de oportunidades de mejora																
Mantenimiento de sistema eléctrico.									x							
Cambio de conductores eléctricos.										x	x					
Cambio de motores eléctricos.											x	x				
Cambio de Luminarias.												x	x			
Implementación de un banco de condensadores.														x	x	
Implementación de una secuencia de encendido de equipos electromecánicos.																x

Nota: En Tabla 52, se aprecia la descripción y cronograma de las etapas del plan de mejora del sistema eléctrico, cada (X) se refiere a una semana.

V. DISCUSIÓN

La metodología implementada en esta investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo, respaldado por un diseño no experimental. Esta metodología guarda similitudes con la investigación de Gómez y Morales (2019) que fue de tipo aplicada, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo; aunque esta última no incluye diseño en su metodología.

Actualmente el consumo energético desaprovechado en la empresa Cerámicos Prima S.A.C es de 115,309.66 kWh/año, tuvo pérdidas de energía en tableros, conductores, motores y luminarias por lo que se registró un factor de potencia de 0.58; comparado con Oñate (2022) que en su proyecto de investigación con una potencia activa de 172,700.00 W y potencia reactiva 60,720.00 VAR, tuvo pérdidas de energía por desbalance de cargas, por lo que registró un factor de potencia de 0.90; esto se relaciona con Antón y Bautista (2020) en su investigación registraron un consumo de 58 225.44 kWh/mes, teniendo pérdidas de energía en luminarias y motores registraron un factor de potencia de 0.85. Las investigaciones han coincidido en tener un factor de potencia fuera del rango permitido, pues el valor tolerable que necesitan las empresas es de 0.96 a 1.

En esta investigación la sustitución de luminarias a través de una simulación matemática produjo un ahorro energético de 2,671.80 kWh/año y un beneficio económico de 907.88 S//año. Esta mejora guarda similitud con la investigación de Belmonte (2022), en la cual con la sustitución de equipos de iluminación logró un ahorro energético de 50,264.72 kWh/año y un ahorro económico de 4,554.42 €/año. En nuestra investigación las luminarias instaladas eran fluorescentes y en la investigación de Belmonte se usaba lámparas de halogenuro metálico ante las cuales coincidimos en que el ahorro energético es posible al sustituir luminarias convencionales por las de tecnología LED.



Se registraron parámetros eléctricos de tensión entre -2.50% y 11.87% y la tolerancia es de $\pm 5\%$ U_{nom} , mientras que el parámetro de frecuencia esta entre -0.07% y 0.08% y su tolerancia es $\pm 0.60\%$ f_{nom} , el valor de flicker < 0.67 con tolerancia de $P_{st} < 1$ y por último los armónicos en total se encuentran con valor $< 3.09\%$ y su tolerancia es de $< 8.00\%$; similar a lo registrado por Alcántara (2021), en su investigación obtuvo variaciones de tensión entre 0,15% y 5,31%, de frecuencia valores de -0,06% a 0,07%, el valor de Flicker es $< 0,82$ y en armónicos los porcentajes para los 39 armónicos están por debajo de los porcentajes exigidos por la normativa NTCSE. La sobretensión en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C. y en la investigación de Alcántara fue producto de una mala regulación del TAP del transformador de potencia.

Al implementar el plan de mejoras reducimos el consumo energético total de 115,309.66 kWh/año a 60,718.45kWh/año generando un ahorro de energía de 54,591.21 kWh/año y utilizando un banco de condensadores de 248 kVAR se realizó la simulación con el software ETAP 19.01 en versión DEMO evidenciando el incremento del factor de potencia a 0.97 obteniendo un ahorro económico de 22,132.98 soles por año. Los resultados fueron comparados según la investigación hecha por Campos y Ocupa (2023) en la cual realizó una auditoria energética para una planta industrial, en la cual obtuvo que en el sistema eléctrico se utiliza 569.2 VAR con un factor de potencia de 0.82 y utilizando un banco de condensadores de 200 kVAR, genera un ahorro de 13,450.00 soles al año. Los bancos de condensadores son de distintas capacidades en las empresas puesto a que los valores de energía reactiva a compensar son diferentes encada una de estas.

En la evaluación de factibilidad económica nuestro trabajo de investigación obtuvo un valor actual neto de S/. 48,570.72, tasa interna de retorno del 18.73% anual y un beneficio costo de 1.32, comparado según Vásquez (2022) obtuvo en su evaluación económica un VAN de 4,457.84 soles, TIR de 24% y una relación beneficio costo de 1.25; así mismo en su investigación de Orbegoso (2022), obtuvo un VAN de 24,60.23 soles y TIR del 18%. Por lo cual indica un proyecto rentable, si se realizan mejoras en el sistema eléctrico de la empresa el beneficio económico es considerable.



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se determinó que actualmente el consumo energético desaprovechado en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C es de 115,309.66 kWh/año; diseñando un plan de mejora del sistema eléctrico, incrementamos la eficiencia energética a un factor de potencia de 0.97, lo que reduce significativamente las pérdidas de energía a 60,718.45 kWh/año generando un ahorro energético de 54,591.21 kWh/año.
- Se identificó a través de un diagnóstico visual deficiencias como partículas de polvo en los tableros eléctricos, falsos contactos en los terminales y agrietamiento en conductores eléctricos; así mismo con un diagnóstico de termografía se identificaron temperaturas elevadas en los tableros y conductores eléctricos, siendo la temperatura registrada más elevada en el tablero general 143 °C, basándose en la norma NETA, esta deficiencia requiere de una reparación inmediata y también se diagnosticaron pérdidas de energía en el sistema eléctrico.
- Se han propuesto oportunidades de mejora tales como: mantenimiento de sistema eléctrico, cambio de conductor N2XOH, nuevos motores super premium IE3, sustitución de luminarias convencionales por las de tecnología LED de 200 W, implementación de un banco de condensadores de 248 kVAR y la implementación de una secuencia de encendido de equipos electromecánicos.
- El plan de mejoras es viable económicamente con un VAN de 48,570.72 que supera el valor 0, y un TIR 18.73%, con un tiempo de 4 años y 7 meses para recuperar la inversión, generando una ganancia de 1.32 por cada sol invertido.

6.2. Recomendaciones

- Diseñar, simular e implementar un plan de mejoras de sistema eléctrico en las empresas industriales para reducir su consumo energético.
- Realizar un diagnóstico visual y termográfico a sus instalaciones eléctricas mínimo una vez por año, donde el diagnóstico termográfico debe realizarse durante periodos en que el sistema eléctrico este operando en un porcentaje superior al 40% de su carga nominal.
- Realizar simulaciones con el software ETAP 19.0 versión DEMO con propuestas de mejora que permita conocer el valor actual de parámetros eléctricos del sistema.
- Ejecutar un plan de mejora de sistema eléctrico cuando el VAN y TIR sea mayor a cero, lo cual asegura tener un proyecto viable económicamente.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Internacional de la Energía. (2023). *Panorama Mundial de la Energía 2023*. Paris, Francia. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023/executive-summary?language=es>
- Alcantara, D. (2021). *Estudio de eficiencia energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en el Molino El Lirio S.A.C. ubicado en la prolongación Grau y evitamiento en la Victoria, provincia de Chiclayo-Lambayeque*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/9973>
- Antón, K., & Bautista, F. (2020). *Auditoría Energética del Sistema Eléctrico para la Empresa Molinera de Arroz Valle Dorado S.A.C en la Ciudad de Jaén-Perú- 2020*. [Tesis de Posgrado, Universidad Nacional de Jaen]. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/214>
- Balcells, J., Autonell, J., Barra, V., Brossa, J., Fornieles, F., Garcia, B., & Ros, J. (2011). *Eficiencia en el uso de la energía eléctrica* (Primera ed.). MARCOMBO.
- Barrero, F. (2004). *Sistemas de Energía Eléctrica*. Thomson. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=wZoyiFKf5IkC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Belmonte, Z. (2022). *Auditoría Energética en las dependencias de FAED, planta de EUROFOCAN*. [Tesis de Posgrado, Universidad de Cantabria]. Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/24580/ZBF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camarena, E. (2023). *Compensación reactiva y utilización de banco de condensadores automáticos en la planta Tigre Tubos y Conexiones S.A - Lima*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/19326>
- Campos, A., & Ocupa, A. (2023). *AUDITORIA ENERGÉTICA EN LA PLANTA INDUSTRIALCENFROCAFE, EN EL DISTRITO DE JAÉN-CAJAMARCA*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Obtenido de http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/536/2/IFT_Campos%20Guevara%20%20y%20Ocupa%20Gonzales_IME.pdf

- Capitán, A. (2018). *Auditoria energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en la industria arrocera Molinera del Centro S.C.R.L. ubicado en el distrito de Lambayeque*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4020>
- CEPER. (2024). *Catálogo general*. Lima: CEPER CABLES. Obtenido de <https://issuu.com/cepercables/docs/catalogo-general>
- Chapman, S. (2012). *MÁQUINAS ELÉCTRICAS* (Quinta ed.). MEXICO: MCGRAW-HILL-HILL.
- Comision Electrotécnica Internacional. (2015). *Técnicas de prueba y medición - Metodos de medición de la calidad de la Energía*. (IEC 61000 - 4 - 30). Obtenido de https://webstore.iec.ch/preview/info_iec61000-4-30%7Bed3.0.RLV%7Den.pdf
- Comité de Operación Económica del Sistema. (2022). Sector Electrico Peruano.
- CYDESA. (Abril de 2003). Condensadores de Potencia. *Manual CYDESA de Condensadores de Potencia*. Obtenido de http://www.uco.es/organiza/departamentos/ing-rural/agroforestal/electrotecnia-etsiam/pdf/pdf-practicas/cydesa_manual.pdf
- Fernández, J. (2021). *Eficiencia Energética en el sector Industrial*. Obtenido de <https://www.orkestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf>
- Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid. (2014). Procedimiento de auditorias energeticas en el sector industrial de la Comunidad de Madrid. *FENERCON*. Obtenido de <https://gestion3.madrid.org/bvirtual/BVCM005912.pdf>
- García, J. (2003). *Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensioón* (Tercera ed.). Thomson. Obtenido de https://www.academia.edu/36871710/Jos%C3%A9_Garc%C3%ADa_Trascos_TERCERA_EDICI%C3%93N
- García, M., Caicedo, J., Tobar, V., & Floréz, J. (2019). Propuesta de energia energetica para la industria aplicada a un caso de estudio del sector plastico. *DYNA*. doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v86n210.76094>

- Gomez, H., & Morales, C. (2019). *Auditoria eléctrica en industria de productos alimenticios INPROLAC S.A.* [Tesis de Posgrado, Escuela Politecnica Nacional]. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20506>
- Harper, E. (1998). *El ABC de las instalaciones Electricas residenciales*. Limusa. Obtenido de <https://profefily.com/wp-content/uploads/2019/10/El-abc-de-las-instalaciones-el%C3%A9ctricas-residenciales-Enr%C3%ADquez-Harper.pdf>
- Hart, D. (2001). *Electronica de Potencia*. Madrid: Pearson Educacion S.A.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición ed.). Mexico. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Indicadores de Eficiencia energética en España . (2015).
- Instituto de Ingenieros y Electrónicos. (1995). *Calidad de Energía Eléctrica*. (IEEE-1995). Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/document/475495>
- Juárez, J. (1995). *Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica* (Primera ed.). Sans Serif Editores.
- Kerlinger, F. (1979). *Investigación experimental y no experimental*. Mexico: D.F: Nueva Editorial Interamericana.
- Legrand. (2023). Compensación de energía reactiva y monitoreo de la calidad de potencia. Obtenido de tudocu.com/es/document/universidade-de-vigo/fundamentos-de-teoria-de-circuitos-y-maquinas-electricas/compensacion-de-energia-reactiva-legrand/10691504
- López, O. (2018). La eficiencia energética en la industria: una solución efectiva para ahorrar energía. *Letras ConCiencia Tecnológica*. doi:<https://doi.org/10.55411/26652544.120>
- Merino, A. (2022). Potencia Eléctrica. *Mi técnico instalaciones y mantenimiento*. Obtenido de <https://www.antonioamerino.es/potencia-activa-reactiva-y-aparente/>
- Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Eficiencia Energética. (2022). *Balace Nacional de Energía*. Obtenido de

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6350382/5575775-balance-nacional-de-energia-2022.pdf?v=1715784589>

Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad. (1997). *Normas Técnicas de los Servicios Eléctricos*. (MEM-020-97-EM). Obtenido de <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/ds020-97-em.PDF>

Murillo, W. (2018). *La investigación científica*. Obtenido de <http://www.monografias.com/>

Oñate, D. (2022). *Propuestas de eficiencia energética para la empresa láctea "El Ranchito" CIA. LTDA.: diagnóstico y propuestas de eficiencia energética para las cargas eléctricas asociadas al sistema de fuerza de la empresa*. [Tesis de posgrado, Escuela Politécnica Nacional]. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23344>

Orbegoso, A. (2022). *Auditoría energética eléctrica para optimizar el índice de consumo energético eléctrico en el molino latino S.A.C. ubicado en la carretera Ferreñafe - Chiclayo*. [Tesis de Posgrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].

O'rea, F. (2020). *La bendita Muestra Censal*. Obtenido de Ingeniería hecha simple: <https://ingenieriahechasimple.wordpress.com/2020/02/05/la-bendita-muestra-censal/>

Osinermin. (2022). *Sector Eléctrico Peruano*. Lima. Obtenido de <https://www.aai.com.pe/wp-content/uploads/2023/06/Sectorial-Sector-El%C3%A9ctrico-Dic-2022.pdf>

OSINERMIN. (2001). *Opciones Tarifarias y Condiciones de la Aplicación de las Tarifas a Usuario Final*. Lima. Obtenido de <https://www.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2005/OSINERG%20No.236-2005-OS-CD-Norma.pdf>

Pascual, H., Sansogni, F., & Albanese, A. (2008). *Metodología de Cálculo de Pérdidas Técnicas de Energía en Redes Eléctricas*. CLADE. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/45964807/Calculo-de-Perdidas-de-Energia>

Prysmian. (2023). *EL LIBRO BLANCO DE LA INSTALACIÓN: Manual técnico y práctico de cables y accesorios Baja Tensión*. España. Obtenido de <https://www.prysmiangroupcatalogue.com/prysmian/libro-blanco-instalacion-baja-tension/>

- Rey, F., & Velasco, E. (2006). *Eficiencia Energética en los edificios. Certificación y auditorías energeticas*. Ediciones Paraninfo, S.A. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Eficiencia_energ%C3%A9tica_en_edificios_Cert/3LykBainW7kC?hl=es&gbpv=1
- Romani, J., & Arroyo, V. (2012). *Matriz Energética en en el Perú y Energías Renovables*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.
- Sapag, N. (2001). *Evaluacion de Proyectos de Inversion en la Empresa* (Primera Edicion ed.). Argentina: Pearson Education S.A.
- Theodore, W. (2007). *Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia* (Sexta ed.). Pearson Educación de Mexico. Obtenido de <https://lc.fie.umich.mx/~jorgeahb/Pagina/materias/Libro2.pdf>
- Ubieto, P., & Ibañez, P. (1999). *Diseño básico de automatismos eléctricos* (Cuarta ed.). Paraninfo. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/454373426/Diseno-Basico-de-Automatismos-Electricos-P-Ubieto-Artur-1-1>
- Vasquez, A. (2022). *Auditoria Energetica para Optimizar la utilizacion de la Energie electrica, en la piladora de arroz "El Lirio S.A.C." - La Victoria - Chiclayo*. [Tesis de Posgrado, Universidad Cesar Vallejos].
- Yepez, A., & Lopez, D. (2017). La energía en el 2040. *Energía para el futuro*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/energia/es/la-energia-en-el-2040/>
- Zapata, L. (2020). *MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA DE LA EMPRESA PILADORA DOÑA CARMELASAC APLICANDO LA NORMA ISO 50001*. Chiclayo. Obtenido de https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2619/1/TL_ZapataBenitesLeonel.pdf

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios, quien nos ha permitido finalizar con éxito este trabajo de investigación, dándome salud, fuerza y ganas de vivir ya que solo en él todo fue posible, a mis padres Juan y Sofía por brindarme todo su apoyo incondicional para poder cumplir mis sueños, también a toda mi familia y las personas que de una y otra manera han contribuido en la realización de este trabajo.

EDWIN ROBERTO LACHIRA PEREZ

A Dios, por darme salud, sabiduría y gratas amistades para afrontar las adversidades de la vida. A mi familia, por ese apoyo incondicional brindado a mi persona durante la etapa universitaria, hicieron posible mi alimentación, transporte y disponibilidad de materiales de estudio. A la Universidad Nacional de Jaén y a cada uno de sus docentes, que me impartieron formación académica de calidad logrando hacer de mi persona un profesional competitivo para beneficio de la sociedad. A mis compañeros de estudio, por ser parte de los grupos de trabajo e investigación y de hacer que las anécdotas en esta etapa de mi vida sean más entretenidas. A la empresa Cerámicos Prisma S.A.C, por permitir nuestras constantes visitas in situ, compartimiento de información y mediciones de parámetros eléctricos dentro de sus instalaciones.

LINDER DENIS INGA PERALTA



DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico primeramente a Dios por guiarme por el camino del bien, a mis padres Juan Lachira Huaman y Sofia Perez Vilchez por su apoyo y consejos brindado durante mi vida, a mi hermana Leydi, mi sobrina Alexia y a mi enamorada Lusecita por haberme brindado todo su apoyo para así poder lograr una más de mis metas. A mi asesor el Mg. Ing. Jannier Montenegro Juarez por compartir con nosotros sus conocimientos y así mismo guiarnos durante el desarrollo de la tesis. A mis amigos por la incentivación que me brindaron a seguir adelante y a nuestra casa superior de estudios la Universidad Nacional de Jaén por haberme acogido y hacer de mí un gran profesional.

EDWIN ROBERTO LACHIRA PEREZ

A mis padres Wilder Inga y Esmiría Peralta por hacer todo lo posible para ver a su hijo lograr ese anhelado sueño de ser un Ingeniero Mecánico Electricista. A mis hermanas Yaleni y Yohana, por contar con su apoyo y motivación en todo momento. A mis tíos Humberto Cercado y Sulema Heredia por haberme acogido en su humilde hogar durante mucho tiempo con muestras de cariño y afecto. A mi amiga Seleni Cordova por su grata amistad y el anhelado sueño en común de lograr ser profesionales en ingeniería, que en paz descanse y que de Dios goce.

LINDER DENIS INGA PERALTA



ANEXOS

Anexo I:

Certificados de calibración de equipos de medición



LABORATORIO DE CALIBRACIONES
Formato:GTE-LAB-REG-015
Página: 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 230521

Datos Generales

Solicitante	SBB INGENIEROS S.A.C.
Dirección	CAL ISLAS CANARIAS MZA. F LOTE 12 A.V. LAS BRISAS DEL NARANJAL - SAN MARTIN DE - LIMA
Equipo	MULTIMETRO
Marca	Fluke
Modelo	3000FC
Número de serie	53750089
Fecha de Calibración	2023-01-20
Registro	14-16315

Método de Calibración

Por comparación directa con nuestro Patrón
Se han tomado cinco lecturas por cada valor nominal.

Patrón(es) utilizado(s).

Descripción	N° de serie	Trazabilidad	Validez
CALIBRADOR MULTIFUNCION Marca:TIME ELECTRONICS Modelo:5025E	1482G19	INACAL Certificado N°: LE - 055 - 2022 Calibrado 2022-12-05	2 año(s)

Lugar de la Calibración

Realizada en las instalaciones de Laboratorio de Calibraciones de LOGYTEC S.A.
Calle Isidoro Suárez # 236 - San Miguel - Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa
22,5 °C ± 1 °C	65,0 % ± 5 %

Nota

Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

La incertidumbre total expandida está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de expansión k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 230521

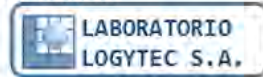
Resultado de la calibración

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (K=2)
1000 V AC	100 V	100,00233 V	99,9 V	-0,10 V	0,37 V
	500 V	499,98875 V	499,8 V	-0,19 V	2,54 V
	700 V	699,98125 V	700 V	0,0 V	3,1 V
600 mV AC	10 mV	9,9981777 mV	10,0 mV	0,00 mV	0,06 mV
	100 mV	99,97677 mV	99,9 mV	-0,08 mV	0,06 mV
	200 mV	199,953 mV	200,0 mV	0,05 mV	0,06 mV
1000 V DC	100 V	100,00223 V	100,0 V	0,00 V	0,06 V
	500 V	500,0099 V	500,0 V	-0,01 V	0,06 V
	700 V	700,0081 V	700 V	0,0 V	0,6 V
600 mV DC	10 mV	10 mV	10,0 mV	0,00 mV	0,06 mV
	100 mV	100,00203 mV	100,0 mV	0,00 mV	0,06 mV
	200 mV	200,00422 mV	200,0 mV	0,00 mV	0,06 mV
400 mA AC	10 mA	10,00174 mA	10,01 mA	0,008 mA	0,006 mA
	100 mA	99,99833 mA	99,8 mA	-0,20 mA	0,06 mA
	200 mA	199,996 mA	199,8 mA	-0,20 mA	0,06 mA
400 mA DC	10 mA	10,00175 mA	9,99 mA	-0,012 mA	0,006 mA
	100 mA	100,00332 mA	99,9 mA	-0,10 mA	0,06 mA
	200 mA	200,0081 mA	199,8 mA	-0,21 mA	0,07 mA
Ω	10 Ω	10,01952 Ω	10,1 Ω	0,08 Ω	0,06 Ω
	100 Ω	100,01853 Ω	100,1 Ω	0,08 Ω	0,06 Ω
	1 k Ω	0,9999 k Ω	1,000 k Ω	0,0001 k Ω	0,0011 k Ω

Frecuencia AC: 60 Hz

Observaciones

Del resultado de las mediciones se concluye que el instrumento se encuentra calibrado.



Calibrado por:

Eduardo Fernandez Ulfee
 Laboratorio de calibraciones

Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 225684**Datos Generales**

Equipo PINZA MULTIMETRICA
Marca AEMC
Modelo 566
Número de serie 50995ULCT
Fecha de Calibración 2022-12-27
Registro 14-15904

Método de Calibración

Por comparación directa con nuestro Patrón.
Se han tomado cinco lecturas por cada valor nominal.

Patrón(es) utilizado(s).

Descripción	N° de serie	Trazabilidad	Validez
CALIBRADOR MULTIFUNCION Marca:TIME ELECTRONICS Modelo:5025E	1482G19	INACAL Certificado N°: LE - 055 - 2022 Calibrado 2022-12-05	2 año(s)

Lugar de la Calibración

Realizada en las instalaciones de Laboratorio de Calibraciones de LOGYTEC S.A.
Calle Isidoro Suárez # 236 - San Miguel - Lima

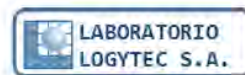
Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa
22,5 °C ± 1 °C	65,0 % ± 5 %

Nota

Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

La incertidumbre total expandida está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de expansión $k=2$ para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 225684

Resultado de la calibración

Corriente A AC

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (K=2)
60 A	10 A	9,99075 A	10,01 A	0,019 A	0,013 A
	30 A	29,99003 A	30,18 A	0,190 A	0,036 A
	50 A	50,00505 A	50,30 A	0,295 A	0,059 A

Frecuencia AC: 60 Hz

Corriente mA AC

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
600 mA	10 mA	10,00174 mA	10,00 mA	-0,002 mA	0,013 mA
	300 mA	299,99366 mA	300,0 mA	0,01 mA	0,35 mA
	500 mA	499,989 mA	499,9 mA	-0,09 mA	0,58 mA

Frecuencia AC: 60 Hz

Voltaje AC

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
600 V	100 V	100,00233 V	100,0 V	0,00 V	0,37 V
	300 V	299,99625 V	299,9 V	-0,10 V	2,08 V
	500 V	499,98875 V	500,0 V	0,01 V	2,54 V

Frecuencia AC: 60 Hz

Voltaje DC

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
600 V	100 V	100,00223 V	99,9 V	-0,10 V	0,06 V
	300 V	300,0117 V	299,9 V	-0,11 V	0,06 V
	500 V	500,0099 V	500,0 V	-0,01 V	0,06 V

Resistencia

Escala	Nominal	Patrón	Lectura	Error	μ (k=2)
Ω	10 Ω	10,01953 Ω	10,1 Ω	0,08 Ω	0,06 Ω
	100 Ω	100,01853 Ω	100,1 Ω	0,08 Ω	0,06 Ω
	1 k Ω	0,99999 k Ω	1,000 k Ω	0,0000 k Ω	0,0006 k Ω

Observaciones

Del resultado de las mediciones se concluye que el instrumento se encuentra calibrado.



Calibrado por:

Eduardo Fernandez Ulfee
Laboratorio de calibraciones

Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración





 <p>Calle Isidoro Suárez 236, San Miguel Lima 32 Telf.: (011) 402 3111 (011) 661 0884 e-mail: calibraciones@logytec.com.pe - www.logytec.com.pe</p>	LABORATORIO DE CALIBRACION
CERTIFICADO DE CALIBRACION 2401612	Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

1) **DATOS**

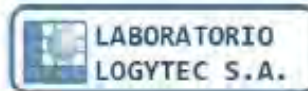
Cliente	:	AYM INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.A.C.
Dirección	:	Car. Fernando Belaunde Terry Nro S/N - San Martín
Equipo	:	Analizador de Red Trifásico
Marca	:	METREL
Modelo	:	MI2883
Nº de Serie	:	20460381
Fecha de Calibración	:	05 de marzo de 2024.
Fecha de Emisión	:	05 de marzo de 2024.

2) **METODOLOGIA**

Para proceder a la calibración del equipo, se siguió el procedimiento interno N° PCL-032 de Logytec SA. Se informa las diferencias obtenidas en base a patrones certificados.

Patrones Utilizados	Marca	Modelo	N° de Certificado
Fuente de Potencia ficticia	KINGSINE	KS833	LPE - 282 - 2023 (*)

(*) Con certificado de calibración N°: LPE - 282 - 2023. Trazable por INACAL al 2023-10-17.



	Firmado digitalmente por OYOLO ARROYO PERCY CLAUDIO Fecha: 2024.04.05 11:02:10 -05'00'
---	---

Percy Oyolo A
Laboratorista
LOGYTEC S.A.

	Firmado digitalmente por FERNANDEZ ULFEE WILLIAM EDUARDO Fecha: 2024.04.05 11:02:18 -05'00'
--	---

Eduardo Fernández U
Responsable Laboratorio
LOGYTEC S.A.

Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración





 LOGYTEC	Calle Toldero Suarez 236, San Miguel Lima 32 Telf.: (011) 432 3111 D(1)261 0884 e-mail: calibraciones@logytec.com.pe - www.logytec.com.pe	LABORATORIO DE CALIBRACION

3) **RESULTADOS**

3.1 Tensión Medida:

Nominal(V)	Patrón(V)	Equipo(V)		Desvío Relativo	Incertidumbre %
110	109,989	Canal 1	109,81	-0,16	0,01
		Canal 2	109,83	-0,14	0,01
		Canal 3	109,82	-0,15	0,01
220	220,003	Canal 1	219,6	-0,18	0,01
		Canal 2	219,7	-0,14	0,01
		Canal 3	219,6	-0,18	0,01
380	379,994	Canal 1	379,3	-0,18	0,01
		Canal 2	379,4	-0,16	0,01
		Canal 3	379,3	-0,18	0,01

3.2 Potencia Medida:

Tensión(V)	Corriente(A)	F.P	Patrón (kW)	Equipo (kW)	Desvío Relativo %	Incertidumbre %
220	25	1	16,500	16,55	0,30	0,02
220	20	1	13,200	13,24	0,27	0,02
220	20	0,5	6,600	6,640	0,61	0,02

Para medir las potencias se ha utilizado los transductores A1227.

3.3 Distorsión Armónica Total THD (%):

Se verifica que:

% de THD	Canal 1	Desvío Relativo %	Canal 2	Desvío Relativo %	Canal 3	Desvío relativo %
8,201	8,20	0,01	8,20	0,01	8,20	0,01
10,010	10,0	0,10	10,0	0,10	10,0	0,10

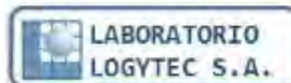
La incertidumbre de medición expandida, fue calculada multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de seguridad k=2 que corresponde a un nivel aproximado de confianza del 95% bajo distribución normal.

4) **OBSERVACIONES**

- Temperatura Ambiente: (21 ± 1) °C, Humedad Relativa: (60 ± 5) %
- Donde no se menciona, las pruebas fueron hechas a 220V constante a una frecuencia de 60Hz.
- Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

5) **CONCLUSIONES**

Los valores medidos se encuentran dentro del rango normal de operación.



Fin del documento.

Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 2400174

Datos Generales

Solicitante: AYM INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.A.C.
 Dirección: CAR.FERNANDO BELAUDE TERRY NRO. S/N SANMARTIN
 Equipo: EQUIPO MULTIFUNCION
 Marca: METREL
 Modelo: MI3102BT
 Número de serie: 17470509
 Fecha de Calibración: 2024-01-18
 Registro de Calibración: RC-240223

Método de Calibración

Por comparación con nuestro Patrón
 Se han tomado cinco lecturas por cada valor nominal.

Patrón(es) utilizado(s).

Descripción	Trazabilidad	Validez
Decada De Resistencia 8 Diales 1051 8151C18	LE - 333 - 2022 2022-12-05 INACAL	2 año(s)
Calibrador Multifuncion 5025E I482G19	LE - 055 - 2022 2022-12-05 INACAL	2 año(s)

Lugar de la Calibración

Realizada en las instalaciones de Laboratorio de Calibraciones de LOGYTEC S.A.
 Calle Isidoro Suárez # 236 - San Miguel - Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa
21.2 °C	65.9 %HR

Nota:

Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

La incertidumbre total expandida está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de expansión k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 2400174
Resistencia

Alcance	Nominal	Patrón	Lectura	Error	Incertidumbre
20 Ω	5,00 Ω	5,0192 Ω	5,13 Ω	0,11 Ω	0,05 Ω
	15,00 Ω	15,0232 Ω	15,15 Ω	0,13 Ω	0,08 Ω
200 Ω	50,00 Ω	50,074 Ω	50,3 Ω	0,2 Ω	0,3 Ω
	150,00 Ω	149,926 Ω	150,7 Ω	0,8 Ω	0,2 Ω
10000 Ω	500,00 Ω	500,03 Ω	503 Ω	3 Ω	1 Ω
	1500,00 Ω	1500,33 Ω	1503 Ω	3 Ω	2 Ω
	5000,00 Ω	5001,00 Ω	5038 Ω	37 Ω	5 Ω
	9000,00 Ω	9003,24 Ω	9048 Ω	45 Ω	9 Ω

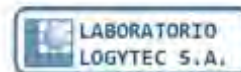
Resistencia de Aislamiento

Alcance	Nominal	Patrón	Lectura	Error	Incertidumbre
50,00 V	5,00 MΩ	5,0249 MΩ	5,09 MΩ	0,07 MΩ	0,05 MΩ
	10,00 MΩ	10,0038 MΩ	10,15 MΩ	0,15 MΩ	0,10 MΩ
100,0 V	50,00 MΩ	50,241 MΩ	51,0 MΩ	0,8 MΩ	0,5 MΩ
	100,00 MΩ	99,857 MΩ	100,8 MΩ	0,9 MΩ	1,0 MΩ
250,0 V	50,00 MΩ	50,241 MΩ	50,5 MΩ	0,3 MΩ	0,5 MΩ
	100,00 MΩ	99,857 MΩ	99,9 MΩ	0,0 MΩ	1,0 MΩ
500 V	100,00 MΩ	99,857 MΩ	98,8 MΩ	-1,1 MΩ	1,0 MΩ
	500,00 MΩ	498,51 MΩ	494 MΩ	-5 MΩ	5 MΩ
1000 V	500,00 MΩ	498,51 MΩ	485 MΩ	-14 MΩ	5 MΩ
	1,00 GΩ	0,99570 GΩ	0,940 GΩ	-0,056 GΩ	0,010 GΩ

Voltaje V AC

Alcance	Nominal	Patrón	Lectura	Error	Incertidumbre
550 V	100,00 V 60 Hz	100,00 V	100 V	0 V	1 V
	100,00 V 500 Hz	100,00 V	100 V	0 V	1 V
	300,00 V 60 Hz	300,01 V	300 V	0 V	1 V
	300,00 V 500 Hz	300,01 V	300 V	0 V	1 V
	500,00 V 60 Hz	500,01 V	500 V	0 V	1 V
	500,00 V 500 Hz	500,01 V	500 V	0 V	1 V

(Fin de la Calibración)


 Firmado digitalmente por
 EDUARDO FERNANDEZ ULFEE
 DN: cn=EDUARDO FERNANDEZ ULFEE,
 fecha=2024.11.19 10:24:08 -0700

 Eduardo Fernandez Ulfee
 Responsable Técnico

Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración





Anexo 2:

Panel fotográfico de ejecución de proyecto



FOTO N°: 01	Visita técnica por parte de los tesistas a la empresa “ Cerámicos Prisma S.A.C. ”
------------------------------	--



FOTO N°: 02	Subestación de 250 kVA 22.9/0.40-0.23 kV que suministra energía eléctrica a la empresa
------------------------------	--



FOTO N°:
03

Verificación de tablero de distribución N°01



FOTO N°:
04

Verificación de tablero de distribución N°02



FOTO N°: Verificación de motores eléctricos, en los cuales se detalla la placa característica de operación
07



FOTO N°: Verificación de luminarias existentes en el sistema de iluminación de la Empresa.
08

[Handwritten signatures]



FOTO N°:
09

Circuito alimentador de la empresa **Cerámicos Prisma S.A.C.** con conductor N2XOH 3-1X120+1x70 mm².



FOTO N°:
10

Sistema de puesta a tierra en subestación.



FOTO N°:
11

Instalación del analizador de redes en el tablero general



FOTO N°:
12

Toma de parámetro de corriente y voltaje en tableros de distribución con Pinza amperimétrica calibrado



13 abr. 2024 5:02:51 p. m.
Número de índice: 1032

FOTO N°:
13

Toma de parámetro lúmenes por cada ambiente de la Empresa.



FOTO N°:
14

Toma de parámetro de temperatura en tableros de distribución con cámara termográfica FIR



FOTO N°:
15

Resultado de medición de puesta tierra en la Subestación




FOTO N°:
16

Instalación de analizador de redes para verificar la calidad de la energía de la Empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

Anexo 3:

Registros de facturaciones mensuales



Electro Oriente
Generando Progreso

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO
DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A.
AV. AUGUSTO FREYRE N° 1168 - IQUITOS - MAYNAS
R.U.C. 20103795631

Código 331000009200 Salida: 3294 - SS.EE.: 3314091
 Contrato 210735208 R.U.C. 20487260381
 Señores SALESA S.A.C.
 Direc.Legal CARRETERA RIOJA - POSIC KM 3.5
 Localidad RIOJA
 mroserie Nro. 02915835 EN 4 hilos

CONSUMO FACTURADO
JUN-2023
RECIBO N° S221-02814947

Emisión 05-JUL-2023
 Vencimiento 23-JUL-2023
 Fecha Corte ****CORTADO****

Pot.Cont.HP.	112.000	Tensión kV.	22.900
Pot.Cont.FP.	112.000	Conex. C5.2 Trifasico-Aereo (52670)	
Demanda Max.	176.79	Calificac. de Potencia	0.0000
		Numero Horas Punta	0

Conceptos	Lectura		Diferencia	Factor	Consumo	Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe Parcial S/.
	Anterior	Actual						
Cargo Fijo Mensual	31/05/2023	30/06/2023				1.0000	15.4700	15.47
Energía Activa horas fuera de punta	2075.92	2367.23	291.31	82	23887.42	23887.4200	.3339	7976.01
Energía Activa en horas punta	216.64	245.22	28.58	82	2343.56	2343.5600	-.4019	941.88
Exceso de Potencia fuera de punta		2.156	2.156	82	176.792	152.0690	20.2100	3073.31
Energía Reactiva (kVar.h)	2983.71	3383.79	400.08	82	32806.56	24937.2660	.0475	1184.52
Potencia de Generación en horas punta						27.5520	79.0900	2179.09
Potencia de Distribución en horas punta		0.336	0.336	82	27.552	30.2170	18.8500	569.59

DETALLES DE PAGOS ESPECIALES

Pliego Tarifario Resolución OSINERGMIN N° 206-2013-OS/CD del 14-10-2013

TARIFA : MT2 MT

	Parcial consumos mes	15939.87
	Alumbrado Publico	584.25
	Mantenimiento de Conexion	14.66
	Reposicion de Conexion	8.94
	Interes Compensatorio	175.88
	Monto en Reclamo	-86700.00
	Deuda Anterior 7 Meses	112724.50
	Otros	259.69
	Monto en Reclamo	-86700.00
	Redondeo Mes Anterior	0.14
	Redondeo Mes Actual	-0.23
	Total del Mes	-156416.79
	Int.Moratorio	26.29

MENSAJES AL CLIENTE

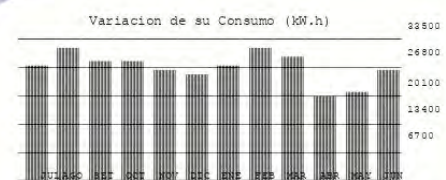
****CORTADO****

*** DUPLICADO, SIN DERECHO A CREDITO FISCAL ***

	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
EAHP	2042	2531	2546	2345	2600	2224	2782	2617	2935	1754	2075	2344
EAFP	24969	29266	25530	25707	24070	22809	23959	28516	26251	18051	18789	23887
MDHP	26	32	30	25	27	30	31	30	28	26	24	28
MDFP	173	186	184	169	169	177	177	180	184	170	153	177
ER	33992	38752	34223	36432	35017	30301	32809	38709	39419	28077	29199	32807
Soles												5/15406005/1592449

Total Recibo S/. *43034.00**

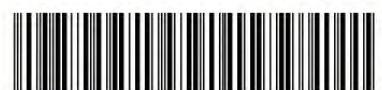
on :



****DUPLICADO****

** LAS TARIFAS DE ELECTRICIDAD SON FIJADAS POR OSINERGMIN **

Contrato 210735208



Cons.Fact. JUN-2023
 Vencimiento 23-JUL-2023
 Código 331000009200
 Tarifa MT2 MT
 RECIBO N° S221-02814947

TOTAL S/. *43034.00**

No ESCRIBIR ni SELLAR en esta zona del recibo

BIENES TRANSFERIDOS / SERVICIOS PRESTADOS EN LA REGION DE LA SELVA PARA SER CONSUMIDO EN LA MISMA





Electro Oriente
Generando Progreso
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO
DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A.
AV. AUGUSTO FREYRE N° 1168 - IQUITOS - MAYNAS
R.U.C. 20103795631

Código 331000009200 Salida: 3294 - SS.EE.: 331409
Contrato 210735208 R.U.C. 20487260381
Señores SALESA S.A.C.
Direc.Legal CARRETERA RIOJA - POSIC KM 3.5
Localidad RIOJA
nroserie Nro. 02915835 EN 4 hilos

CONSUMO FACTURADO
JUN-2024
RECIBO N° S221-03710723

Emisión 05-JUL-2024
Vencimiento 20-JUL-2024

Pot.Cont.HP. 112.000 Tensión kV. 22.900
Pot.Cont.FP. 112.000 Conex. C5.2 Trifasico-Aereo (52670)
Demanda Max. 161.26 Calificac. de Potencia 0.0000
Numero Horas Punta 0

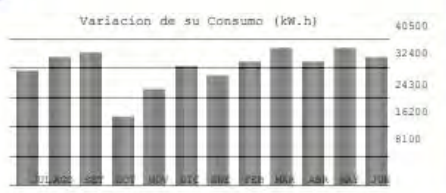
Conceptos	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Factor	Consumo	Consumo Facturado	Precio Unitario	Importe Parcial S/.
Carga Fija Mensual						16.7000		16.70
Energía Activa horas fuera de punta	5803.47	6062.31	259.84	124.9091	32456.3805	32456.3805	0.3288	10671.66
Energía Activa en horas punta	562.58	584.81	22.23	124.9091	2776.7293	2776.7293	0.3911	1085.98
Exceso de Potencia fuera de punta		1.291	1.291	124.9091	161.2576	163.6309	23.8000	3894.42
Energía Reactiva (kVar.h)	8108.17	8454.72	346.55	124.9091	43287.2486	32717.3157	0.0485	1586.79
Potencia de Generación en horas punta						30.6027	77.4800	2371.10
Potencia de Distribución en horas punta		0.245	0.245	124.9091	30.6027	39.9085	20.2600	808.55

DETALLES DE PAGOS ESPECIALES			
Pliego Tarifario Resolución OSINERGMIN N° 206-2013-OS/CD del 14-10-2013		Parcial consumos mes	20435.20
TARIFA : MT2 MT		Alumbrado Publico	725.85
		Mantenimiento de Conexion	15.48
		Reposicion de Conexion	11.22
		Interes Compensatorio	122.33
25 FACIL.PAGO	610 8155.31	Int.Moratorio	7.97
50 AporteElecR	1 362.9	Redondeo Mes Anterior	-0.11
		Redondeo Mes Actual	-0.15
		Total del Mes	21317.79

MENSAJES AL CLIENTE
ULTIMO DIA DE PAGO: 20-JUL-2024
Total Recibo S/. 29836.00

*** DUPLICADO, SIN DERECHO A CREDITO FISCAL ***

	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
EAHP	2361	2978	3019	1413	2403	2828	2798	2922	2942	3116	3560	2777
EAFP	29008	32728	33499	17199	24646	29554	27790	31410	35524	31609	34609	32456
MDHP	29	30	31	33	31	31	42	33	30	31	38	31
MDFP	183	170	166	168	170	162	241	166	158	158	165	161
ER	38969	45000	46716	24098	34241	39246	38581	43699	49224	44916	45918	43287
Soles												S/ 3180.000 20418.54



DUPLICADO
** LAS TARIFAS DE ELECTRICIDAD SON FIJADAS POR OSINERGMIN **

Contrato 210735208



Electro Oriente R.U.C. 20103795631
No ESCRIBIR ni SELLAR en esta zona del recibo

Cons.Fact. JUN-2024
Vencimiento 20-JUL-2024
Código 331000009200
Tarifa MT2 MT
RECIBO N° S221-03710722
TOTAL S/. 29836.00

BIENES TRANSFERIDOS / SERVICIOS PRESTADOS EN LA REGION DE LA SELVA PARA SER CONSUMIDO EN LA MISMA

Anexo 4:

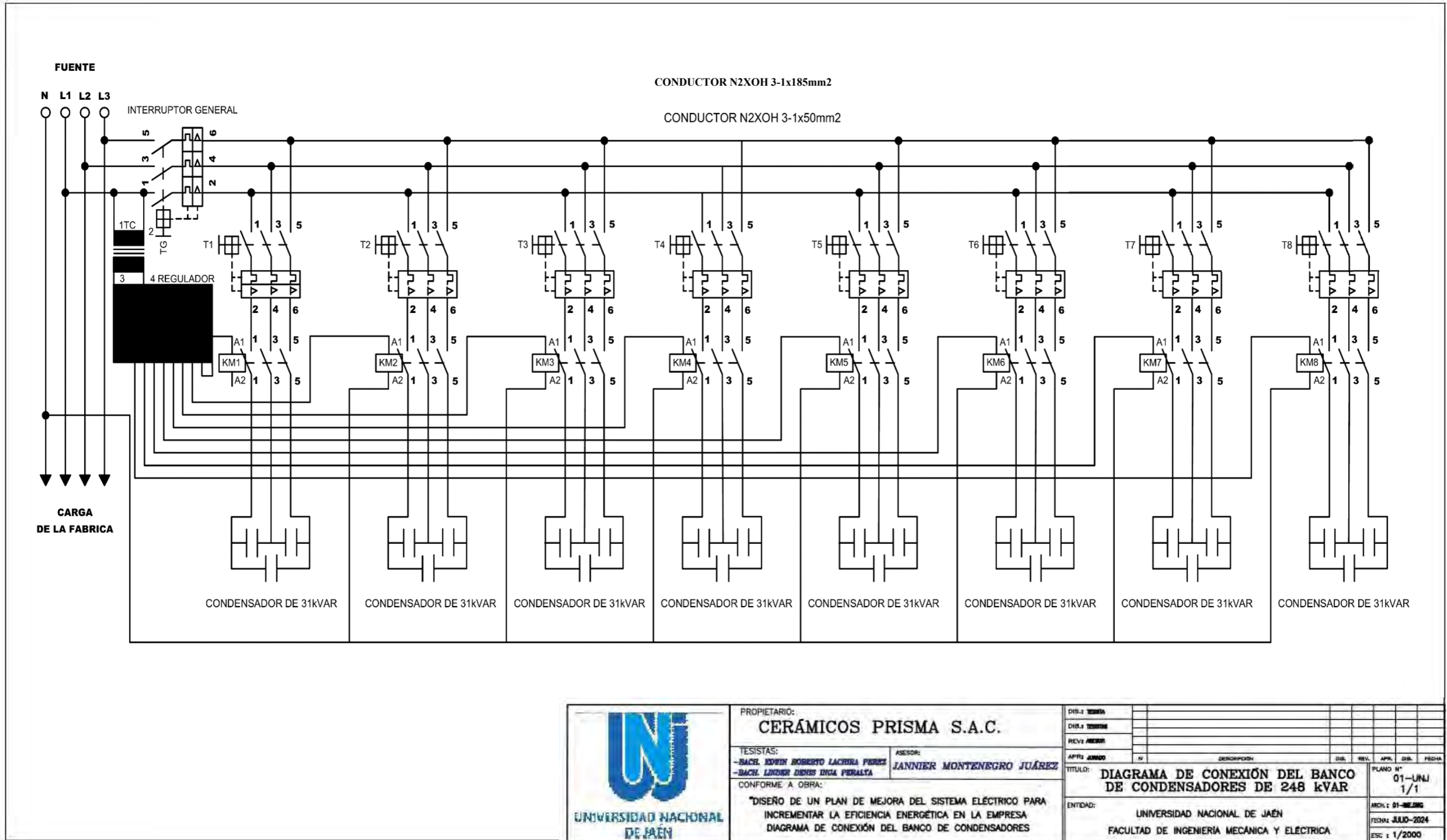
Factor k para compensación de potencia reactiva

Antes de la compensación		Potencia del condensador en kVAR a instalar por kW de potencia activa para mejorar el factor de potencia (cos(φ))													
tan(φ)	cos(φ)	tan(φ)	0.75	0.59	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.33	0.29	0.25	0.20	0.14	0.00
		cos(φ)	0.8	0.86	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
2.29	0.40		1.541	1.698	1.807	1.836	1.865	1.896	1.928	1.963	2.000	2.041	2.088	2.149	2.291
2.22	0.41		1.475	1.631	1.740	1.769	1.799	1.829	1.862	1.896	1.933	1.974	2.022	2.082	2.225
2.16	0.42		1.411	1.567	1.676	1.705	1.735	1.766	1.798	1.832	1.869	1.910	1.958	2.018	2.161
2.10	0.43		1.350	1.506	1.615	1.644	1.674	1.704	1.737	1.771	1.808	1.849	1.897	1.957	2.100
2.04	0.44		1.291	1.448	1.557	1.585	1.615	1.646	1.678	1.712	1.749	1.790	1.838	1.898	2.041
1.98	0.45		1.235	1.391	1.500	1.529	1.559	1.589	1.622	1.656	1.693	1.734	1.781	1.842	1.985
1.93	0.46		1.180	1.337	1.446	1.475	1.504	1.535	1.567	1.602	1.639	1.680	1.727	1.788	1.930
1.88	0.47		1.128	1.285	1.394	1.422	1.452	1.483	1.515	1.549	1.586	1.627	1.675	1.736	1.878
1.83	0.48		1.078	1.234	1.343	1.372	1.402	1.432	1.465	1.499	1.536	1.577	1.625	1.685	1.828
1.78	0.49		1.029	1.186	1.295	1.323	1.353	1.384	1.416	1.450	1.487	1.528	1.576	1.637	1.779
1.73	0.50		0.982	1.139	1.248	1.276	1.306	1.337	1.369	1.403	1.440	1.481	1.529	1.590	1.732
1.69	0.51		0.937	1.093	1.202	1.231	1.261	1.291	1.324	1.358	1.395	1.436	1.484	1.544	1.687
1.64	0.52		0.893	1.049	1.158	1.187	1.217	1.247	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.643
1.60	0.53		0.850	1.007	1.116	1.144	1.174	1.205	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.458	1.600
1.56	0.54		0.809	0.965	1.074	1.103	1.133	1.163	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416	1.559
1.52	0.55		0.768	0.925	1.034	1.063	1.092	1.123	1.156	1.190	1.227	1.268	1.315	1.376	1.518
1.48	0.56		0.729	0.886	0.995	1.024	1.053	1.084	1.116	1.151	1.188	1.229	1.276	1.337	1.479
1.44	0.57		0.691	0.848	0.957	0.986	1.015	1.046	1.079	1.113	1.150	1.191	1.238	1.299	1.441
1.40	0.58		0.655	0.811	0.920	0.949	0.969	1.009	1.042	1.076	1.113	1.154	1.201	1.262	1.405
1.37	0.59		0.618	0.775	0.884	0.913	0.942	0.973	1.006	1.040	1.077	1.118	1.165	1.226	1.368
1.33	0.60		0.583	0.740	0.849	0.878	0.907	0.938	0.970	1.005	1.042	1.083	1.130	1.191	1.333
1.30	0.61		0.549	0.706	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.157	1.299
1.27	0.62		0.515	0.672	0.781	0.810	0.839	0.870	0.903	0.937	0.974	1.015	1.062	1.123	1.265
1.23	0.63		0.483	0.639	0.748	0.777	0.807	0.837	0.873	0.904	0.941	1.982	1.030	1.090	1.233
1.20	0.64		0.451	0.607	0.716	0.745	0.775	0.805	0.838	0.872	0.909	0.950	0.998	1.058	1.201
1.17	0.65		0.419	0.672	0.685	0.714	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.919	0.966	1.027	1.169
1.14	0.66		0.388	0.639	0.654	0.683	0.712	0.743	0.775	0.810	0.847	0.888	0.935	0.996	1.138
1.11	0.67		0.358	0.607	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857	0.905	0.966	1.108
1.08	0.68		0.328	0.576	0.594	0.623	0.652	0.683	0.715	0.750	0.878	0.828	0.875	0.936	1.078
1.05	0.69		0.299	0.545	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.798	0.846	0.907	1.049
1.02	0.70		0.270	0.515	0.536	0.565	0.594	0.625	0.657	0.692	0.729	0.770	0.817	0.878	1.020
0.99	0.71		0.242	0.485	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.789	0.849	0.992
0.96	0.72		0.214	0.456	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.665	0.672	0.713	0.761	0.821	0.964
0.94	0.73		0.186	0.427	0.452	0.481	0.510	0.541	0.573	0.608	0.645	0.686	0.733	0.794	0.936
0.91	0.74		0.159	0.398	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766	0.909
0.88	0.75		0.132	0.370	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679	0.739	0.882
0.86	0.76		0.105	0.343	0.371	0.400	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.605	0.652	0.713	0.855
0.83	0.77		0.079	0.316	0.344	0.373	0.403	0.433	0.466	0.500	0.537	0.578	0.626	0.686	0.829
0.80	0.78		0.052	0.289	0.318	0.347	0.376	0.407	0.439	0.574	0.511	0.552	0.559	0.660	0.802
0.78	0.79		0.026	0.262	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573	0.634	0.776
0.75	0.80			0.235	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.449	0.547	0.608	0.750
0.72	0.81			0.209	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	0.521	0.581	0.724
0.70	0.82			0.183	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447	0.495	0.556	0.698
0.67	0.83			0.157	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421	0.469	0.530	0.672
0.65	0.84			0.131	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395	0.443	0.503	0.646
0.62	0.85			0.105	0.135	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369	0.417	0.447	0.620
0.59	0.86			0.079	0.109	0.138	0.167	0.198	0.230	0.265	0.302	0.343	0.390	0.451	0.593
0.56	0.87			0.053	0.082	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364	0.424	0.567
0.53	0.88			0.029	0.055	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397	0.540
0.51	0.89				0.028	0.057	0.086	0.117	0.149	0.184	0.221	0.262	0.309	0.370	0.512
0.48	0.90					0.029	0.058	0.089	0.121	0.156	0.193	0.234	0.282	0.48	0.484

Nota: La tabla muestra factores k, según el cos(φ) de la instalación antes y después de la corrección, adaptado del catálogo de Schneider electric (2022)

Anexo 6:

Diagrama de conexión del banco de condensadores de 248 kVAR



Nota: El banco de condensadores automático de 248 kVAR está compuesto por 8 condensadores de 31 kVAR.

Anexo 7:

Tabla de datos técnicos del cable N2XOH

CONDUCTORES Y CABLES DEL PERÚ



7. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES:

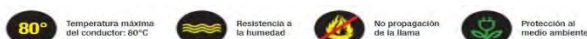
Sección Nominal (mm ²)	Número de Hilos por Conductor	Espesor (mm)		Diámetro Exterior Nominal (mm)	Peso Total Aproximado (kg/km)
		Nominal Aislante	Mínimo Cubierta		
2,5	7	0,7	0,9	5,5	49
4	7	0,7	0,9	6,5	66
6	7	0,7	0,9	7,0	87
10	7	0,7	0,9	8,0	130
16	7	0,7	0,9	9,0	183
25	7	0,9	0,9	10	280
35	7	0,9	0,9	12	370
50	19	1,0	0,9	14	490
70	19	1,1	0,9	15	685
95	19	1,1	1,0	17	940
120	37	1,2	1,0	18	1165
150	37	1,4	1,1	21	1445
185	37	1,6	1,1	23	1800
240	61	1,7	1,2	26	2350
300	61	1,8	1,2	28	2910
400	61	2,0	1,3	31	3700
500	61	2,2	1,4	35	4750

Datos sujetos a tolerancias normales de manufactura.

8. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:

Sección Nominal (mm ²)	Resistencia Conductor (Ohm/Km)		Reactancia Inductiva Ohm/Km a 60 Hz	Capacidad de Corriente (Amp)	
	c.c. a 20°C	c.a. a 90°C		Aire Libre 30°C	Enterrado Temp=25°C 0,9K-m/W
2,5	7,41	9,45	0,165	35	48
4	4,61	5,88	0,155	46	62
6	3,08	3,93	0,146	58	77
10	1,83	2,34	0,136	79	103
16	1,15	1,47	0,130	105	133
25	0,727	0,928	0,126	141	170
35	0,524	0,670	0,122	174	204
50	0,387	0,494	0,119	214	242
70	0,268	0,343	0,116	270	295
95	0,193	0,248	0,113	335	353
120	0,153	0,197	0,112	391	401
150	0,124	0,161	0,112	452	449
185	0,0991	0,130	0,112	522	506
240	0,0754	0,100	0,110	623	584
300	0,0601	0,0817	0,109	717	656
400	0,0470	0,0661	0,108	840	741
500	0,0366	0,0541	0,108	965	829

Capacidad de corriente para 3 cables instalados sin separación y en un solo plano.
Profundidad de instalación enterrada: 70 cm.



Nota. En la tabla se ilustra las especificaciones técnicas del cable N2XOH. Fuente CEPER (2024, págs. 57-58)

Anexo 8

Cotización de suministró de materiales



PROFORMA

RUC N°: 20604988293

VENTA DE MATERIAL ELÉCTRICO, INSTALACIONES ELÉCTRICAS, MANTENIMIENTOS E INSTALACIONES DE POZO A TIERRA, VENTA DE MURETES MONOFÁSICOS Y/O TRIFÁSICOS, MANTENIMIENTO DE REDES EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN Y OTROS.

N°24

1 de julio del 2024

Atención: CERÁMICOS PRISMA S.A.C.
Ruc: 20600688066

CANT.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MARCA	P.UNIT.	IMPORTE
8.00	CONDUCTOR N2XOH 0.6/1kV de 3-1x300 + 1x120mm2	m	CELSA	250.80	2006.40
78.00	CONDUCTOR N2XOH 0.6/1kV de 3-1x185+1x120 mm2	m	CELSA	180.70	14094.60
65.00	CONDUCTOR N2XOH 0.6/1kV de 3-1x120+1x70 mm2	m	CELSA	150.40	9776.00
6.00	TERMINAL BIMETÁLICO TIPO COMPRESIÓN BARRIL LARGO PARA CONDUCTOR N2XOH DE 380 MM2	UND.	PROMELSA	21.40	128.40
10.00	TERMINAL BIMETÁLICO TIPO COMPRESIÓN BARRIL LARGO PARA CONDUCTOR N2XOH DE 120 MM2	UND.	PROMELSA	16.50	165.00
2.00	TERMINAL BIMETÁLICO TIPO COMPRESIÓN BARRIL LARGO PARA CONDUCTOR N2XOH DE 70 MM2	UND.	PROMELSA	10.80	21.60
1.00	CINTA VULCANIZANTE	UND.	INDECO	28.30	28.30
63.00	LED HIGHBAY INDUSTRIAL 200W	UND.	LEDVANCE	102.2	6438.60
SUB TOTAL (SOLES)					32658.90
IGV (0%)					0.00
TOTAL (SOLES)					32658.90

CONDICION DE PAGO : CONTADO
 VALIDEZ DE OFERTA : 05 DIAS
 PLAZO DE ENTREGA : 22 DIAS
 PUNTO DE ENTREGA : CERÁMICOS PRISMA S.A.C- CARRETERA RIOJA -POSIC KM 3.5
 MONEDA : SOLES
 NRO. DE CUENTA BBVA CONTINENTAL (SOLES): CCI: 01189100020019966490

ELECTROSERVICIOS M & L S.A.C.

Mikel Galoc Sopla
MIKEL GALOC SOPLA
 GERENTE GENERAL

Anexo 9

Cotización desmontaje y montaje de instalaciones electromecánicas



Razón Social : AYM INGENIEROS
 CONSULTORES Y EJECUTORES S.A.C.
 Nombre Comercial: AYM INGENIEROS
 S.A.C
 RUC : 20494047196
 Dirección : Carretera Fernando
 Belaunde Terry S/N Sector Capironal –

COTIZACIÓN N°- 08-2024-AYM

Rioja, 08 de julio del 2024

Señor(es) : Cerámicos Prisma S.A.C.

RUC : 20600688066

Referencia: Mediante la presente reciba nuestros mas cordiales saludos y a la vez presentarnos nuestra mejor oferta técnica y económica

ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	UND	PRECIO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
1	Motor eléctrico trifásico de 5.5 kW	WEG	1	Und.	3,450.82	3,450.82
2	Motor eléctrico trifásico de 1.5 kW	WEG	18	Und.	1,514.46	27,260.28
3	Motor eléctrico trifásico de 4.1 kW	WEG	2	Und.	2,968.10	5,936.20
4	Motor eléctrico trifásico de 22.0 kW	WEG	1	Und.	7,998.48	7,998.48
5	Motor eléctrico trifásico de 10.5 kW	WEG	2	Und.	4,525.40	9,050.80
6	Motor eléctrico trifásico de 2.2 kW	WEG	2	Und.	2,025.60	4,051.20
7	Motor eléctrico trifásico de 37.0 kW	WEG	1	Und.	11,120.23	11,120.23
8	Motor eléctrico trifásico de 15.0 kW	WEG	1	Und.	5,648.40	5,648.40
9	Motor eléctrico trifásico de 3.0 kW	WEG	1	Und.	2,180.34	2,180.34
10	Banco de condensadores automático de 248.0 kVAR	SCHNEIDER ELECTRIC	1	Und.	28,050.80	28,050.80
TOTAL COTIZACIÓN						S/104,747.55
IGV (0%)						S/0.00
TOTAL. SUMINISTRO DE EQUIPOS						S/104,747.55

CONDICION DE PAGO : CONTADO
 VALIDEZ DE OFERTA : 05 DIAS
 PLAZO DE ENTREGA : 20 DIAS
 PUNTO DE ENTREGA : CERAMICOS PRISMA S.A.C- CARRETERA RIOJA -POSIC KM 3.5
 MONEDA : SOLES
 GARANTIA : 12 MESES EN CONDICIONES NORMALES
 NRO. DE CUENTA BBVA CONTINENTAL (SOLES): 0011 0891 010000 5730 95

Aguardamos su pronta respuesta

A y M Ingenieros S.A.C.

Ing. Maglorio Mas Guadalupe
 GERENTE GENERAL

Anexo 10

Cotización desmontaje y montaje de instalaciones electromecánicas



Razón Social : AYM INGENIEROS CONSULTORES Y EJECUTORES S.A.C.
Nombre Comercial: AYM INGENIEROS S.A.C
RUC : 20494047196
Dirección : Carretera Fernando Belaunde Terry S/N Sector
Capironal –
Teléfonos: : Cel: 942904214 / Cel:942059131
E-mail: : www.aymingsac.pe, aym.ingsac@gmail.com

COTIZACIÓN N°- 09-2024-AYM

Rioja, 08 de julio del 2024

Señor(es) : Cerámicos Prisma S.A.C.
RUC : 20600688066

Referencia: Mediante la presente reciba nuestros mas cordiales saludos y a la vez presentamos nuestra mejor oferta técnica y económica

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND	PRECIO UNITARIO (S./.)	TOTAL (S./.)
1	Desmontaje y montaje de conductores N2XOH.	1	Glb	1,140.00	1,140.00
2	Instalación del banco de condensadores (Incluye accesorios)	1	Glb	1,480.00	1,480.00
4	Desmontaje y montaje de motores eléctricos, WEG	1	Glb	2,260.00	2,260.00
5	Desmontaje y montaje de luminarias, LED	1	Glb	820.00	820.00
6	Mantenimientos de sistema eléctrico. - Limpieza de acumulación de polvo en equipos y tableros eléctricos. - Ajuste de terminales en interruptores, equipos eléctricos y luminarias. - Detección de fugas a tierra. - Ajuste de fajas transportadoras. - Lubricación de rodamientos.	1	Glb	950.00	950.00
TOTAL COTIZACIÓN					S/6,650.00
IGV (0%)					S/0.00
TOTAL SUMINISTRO DE EQUIPOS					S/6,650.00

CONDICION DE PAGO : CONTADO
VALIDEZ DE OFERTA : 05 DIAS
TIEMPO DE EJECUCIÓN DE LOS SERVICIOS : 15 DIAS
LUGAR DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS : CERAMICOS PRISMA S.A.C- CARRETERA RIOJA - POSIC KM 3.5
MONEDA : SOLES
NRO. DE CUENTA BBVA CONTINENTAL (SOLES): 0011 0891 010000 5730 95

Aguardamos su pronta respuesta

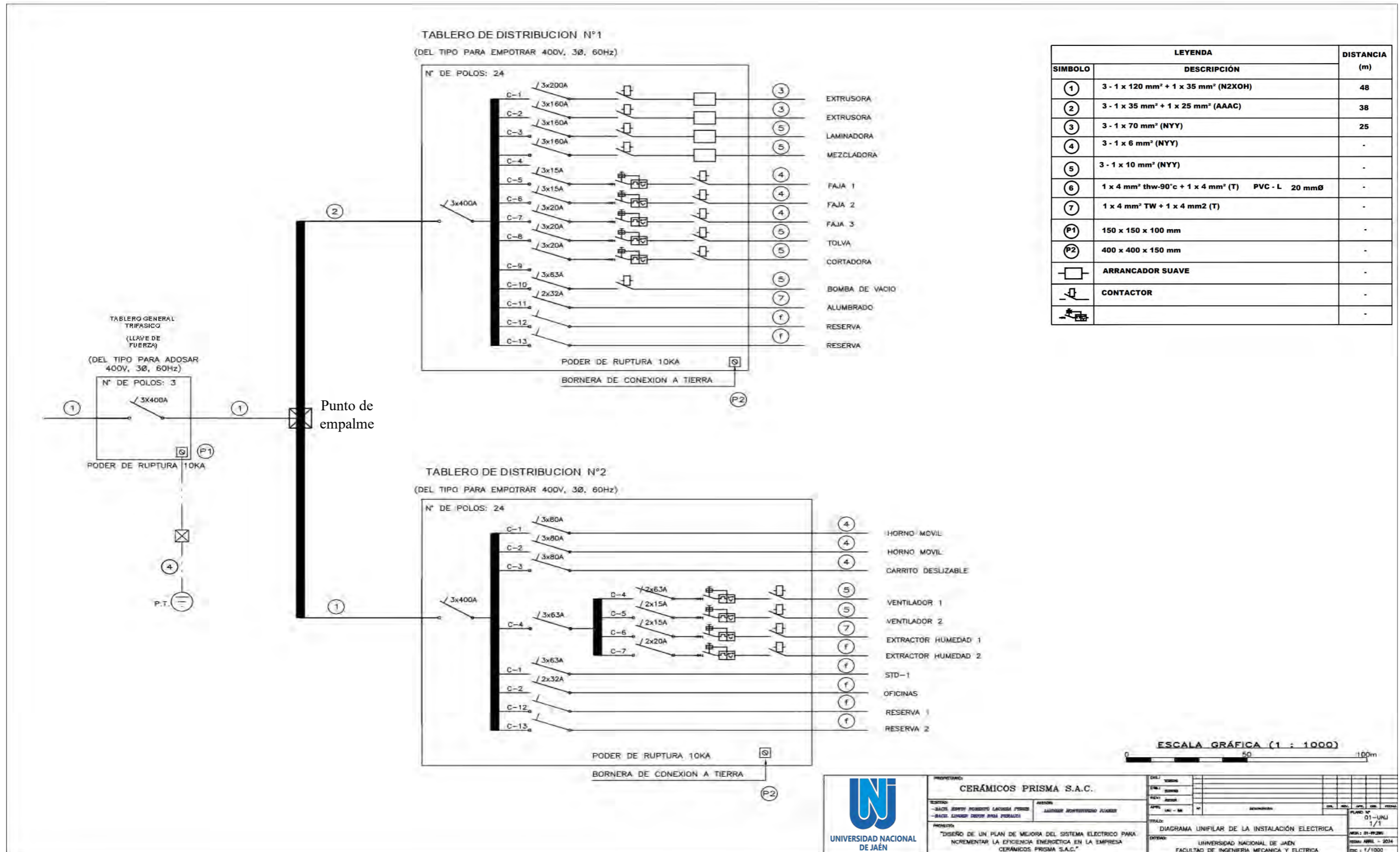
A y M Ingenieros S.A.C.

Maglorio Mas Guadalupe
GERENTE GENERAL



Anexo 11

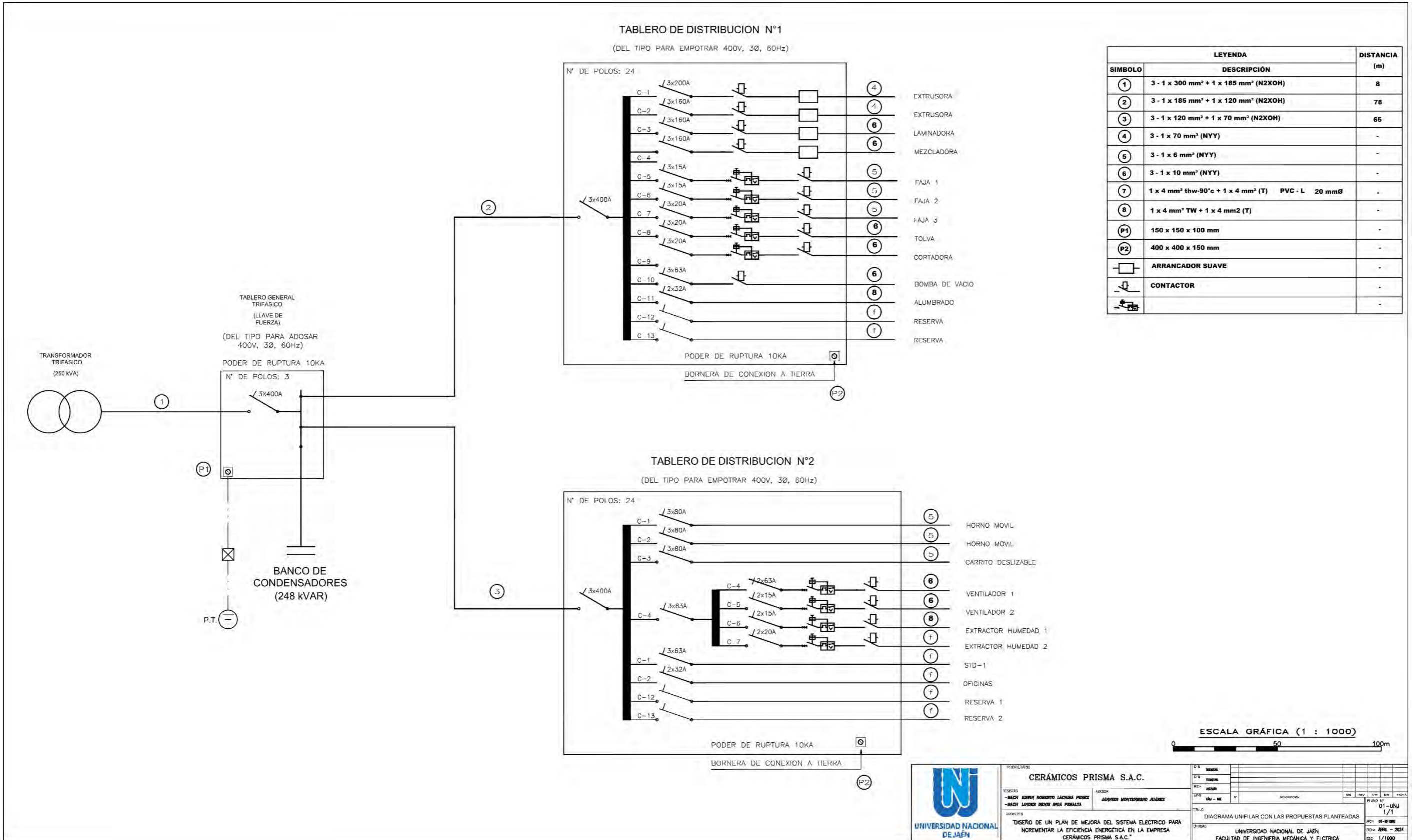
Diagrama unifilar de la empresa Cerámicos Prisma S.A.



Nota. Se ilustra el diagram unifilar de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C

Anexo 12

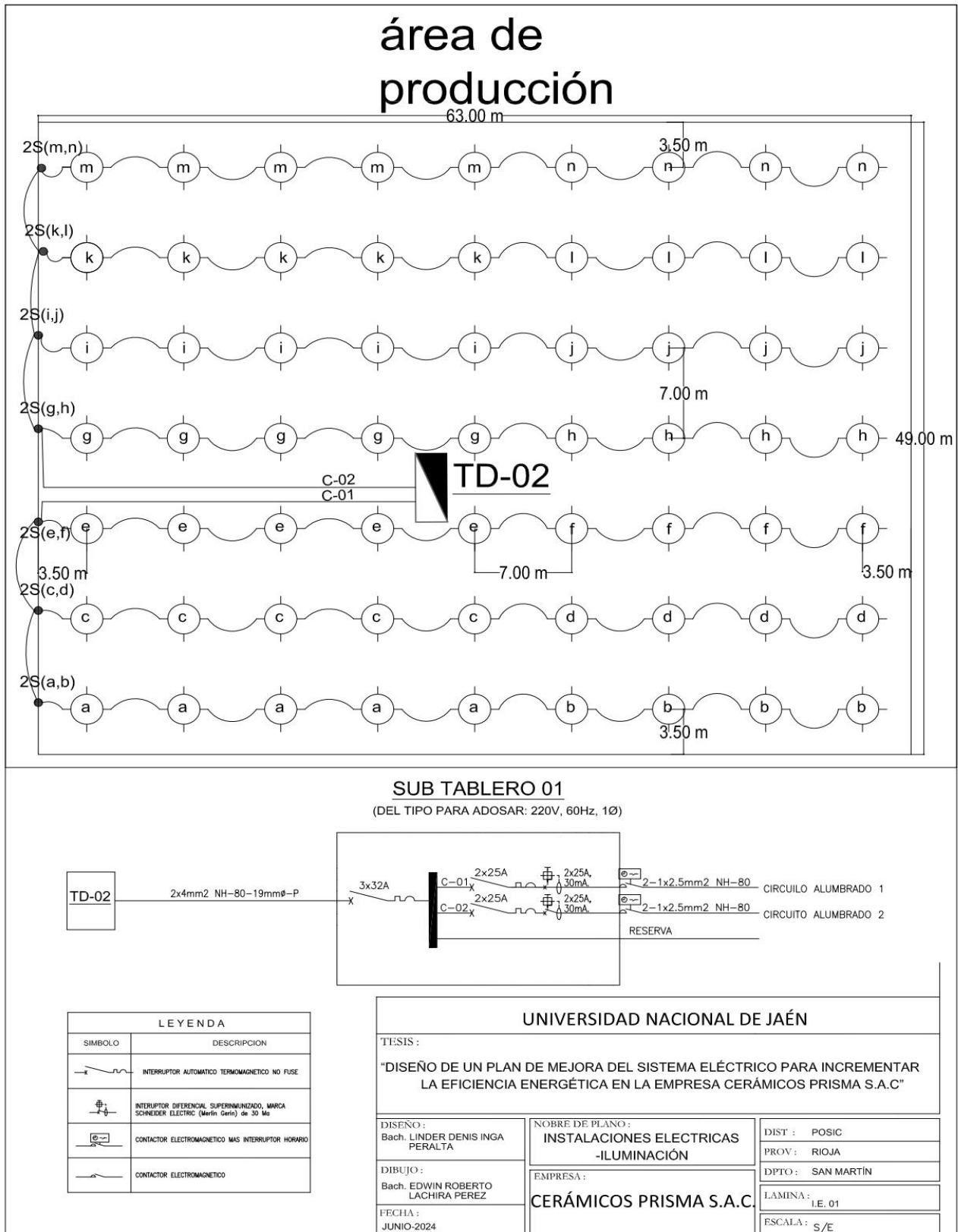
Diagrama unifilar con las propuestas planteadas



Nota. Se ilustra el diagram unifilar de la empresa Cerámicos Prisma S.A.C

Anexo 13

Distribución de luminarias LED propuestas



Nota. Se ilustra en el plano la distribución de luminarias con propuesta de luminarias LED

Anexo 14

Factor de potencia de equipos eléctricos

Aparato	Carga	cos(ϕ)	tan(ϕ)
Motor asíncrono ordinario	0%	0.17	5.8
	25%	0.55	1.52
	50%	0.73	0.94
	75%	0.8	0.75
	100%	0.85	0.62
Lámparas de incandescencia		1	0
Lámparas de fluorescencia		0.5	1.73
Lámparas de descarga		0.4 a 0.6	2.29 a 1.33
Hornos de resistencia		1	0
Hornos de inducción		0.85	0.62
Hornos de calefacción dieléctrica		0.85	0.62
Máquinas de soldar por resistencia		0.8 a 0.9	0.75 a 0.48
Centros estáticos monofásicos de soldadura al arco		0.5	1.73
Grupos rotativos de soldadura al arco		0.7 a 0.9	1.02
Transformadores – rectificadores de soldadura al arco		0.7 a 0.9	1.02 a 0.75
Hornos de arco		0.8	0.75

Nota. Se aprecia el factor de potencia de los equipos eléctricos existentes más utilizados en las industrias, *adaptado del catálogo de Schneider electric (2022)*



Anexo 15

Cuadro de cargas con relación a la máxima demanda

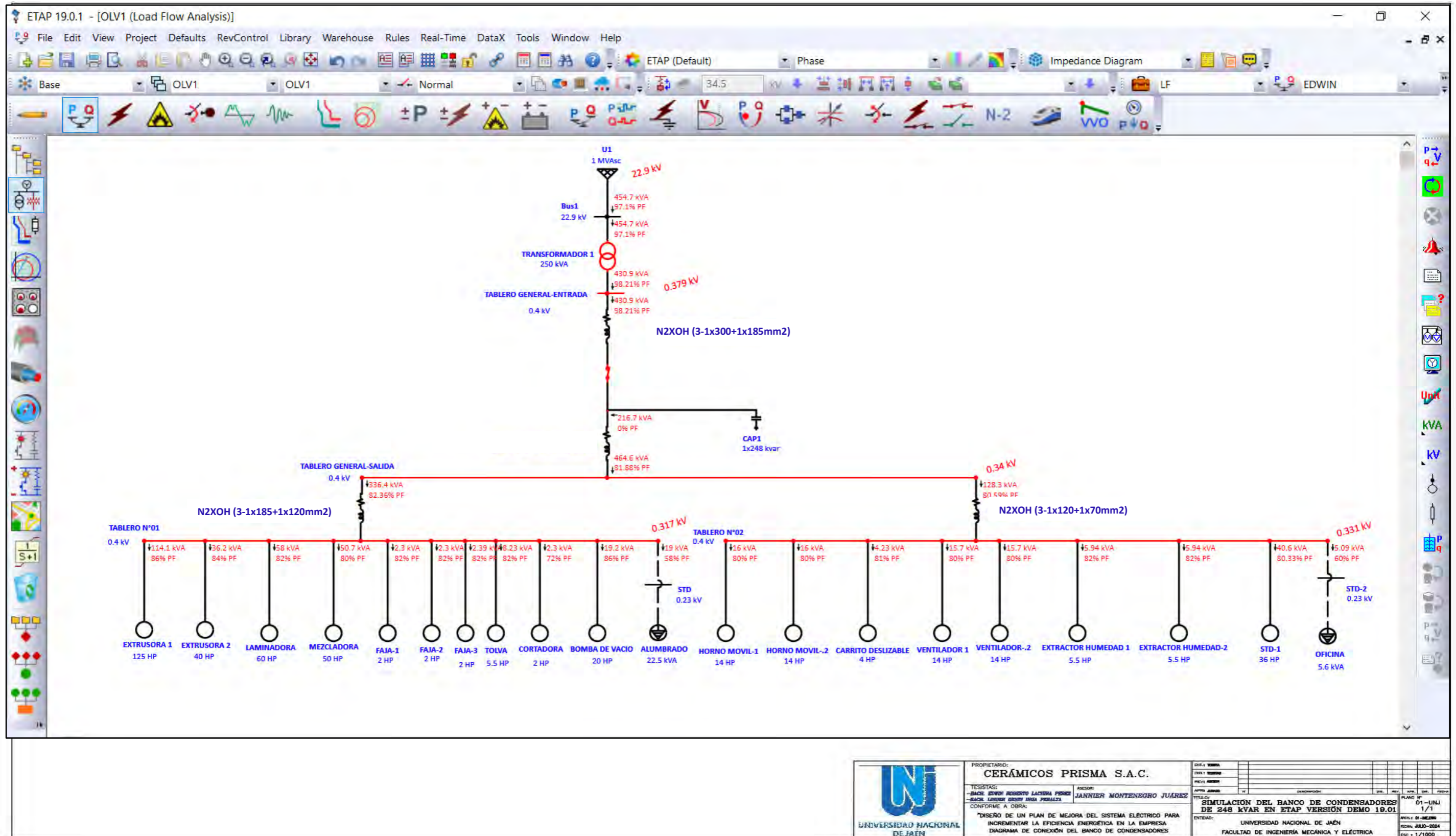
CUADRO DE CARGAS - TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN NORMAL						
TABLERO	DESCRIPCIÓN	CANT.	POTENCIA NOMINAL (kW)	CARGA INSTALADA (kW)	FACTOR DE DEMANDA	MAXIMA DEMANDA (kW)
TD-N°01	EXTRUSORA	1	30	30.00	0.7	21
	EXTRUSORA	1	93	93.00	0.7	65.1
	LAMINADORA	1	45	45.00	0.7	31.5
	MEZCLADORA	1	37	37.00	0.7	25.9
	FAJA TRANSPORTADORA	3	1.5	4.50	0.7	3.15
	TOLVA	1	5.5	5.50	0.7	3.85
	CORTADORA	1	1.5	1.50	0.7	1.05
	BOMA DE VACIO	1	15	15.00	0.8	12.186
	ALUMBRADO	159	0.085	13.52	1	13.52
TOTAL				245.02		177.25
TD-N°02	HORNO MOVIL	7	1.5	10.50	0.8	8.4
	HORNO MOVIL	7	1.5	10.50	0.8	8.4
	CARRITO DESLIZABLE	1	3	3.00	0.8	2.4
	VENTILADOR 1	1	10.5	10.50	0.8	8.4
	VENTILADOR 2	1	10.5	10.50	0.8	8.4
	EXTRACTORA HUMEDAD 1	1	4.1	4.10	0.8	3.28
	EXTRACTORA HUMEDAD 2	1	4.1	4.10	0.7	2.87
	STD - 1	1	26.4	26.40	0.7	18.48
	OFICINAS	1	3.5	3.50	0.7	2.282
	TOTAL				83.10	

RESUMEN DE CUADRO DE CARGAS - NORMAL			
TABLERO	DESCRIPCIÓN DE CARGAS	CANT.	CARGA INSTALADA (kW)
TDG	TD-N°01	1	245.02
	TD-N°02	1	83.10
CARGA TOTAL (kW)			328.12
FACTOR DE SIMULTANEIDAD			0.7
MAXIMA DEMANDA TOTAL (kW)			241.00

Nota. Se ilustra la máxima demanda que se tendría por cada tablero eléctrico de la Empresa


Anexo 16

Simulación del banco de condensadores



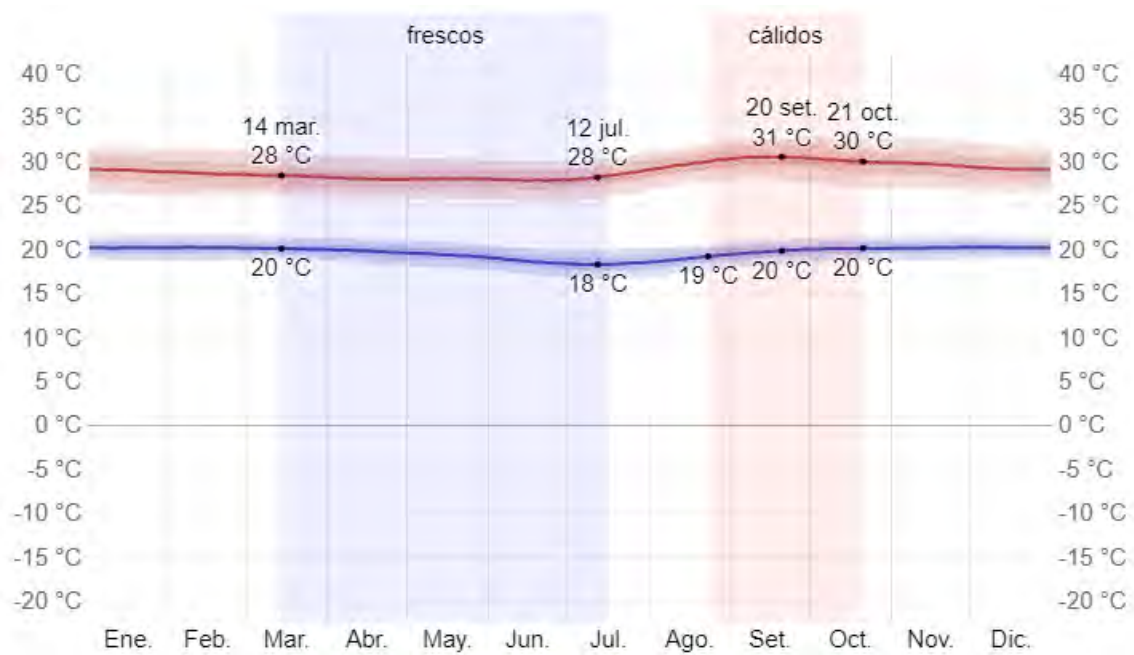
Nota. Se ilustra la simulación del banco de condensadores de 248 kVAR con el software ETAP 19.0.1. versión DEMO.

[Handwritten signatures]

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN</p>	<p>PROPIETARIO: CERÁMICOS PRISMA S.A.C.</p>	<p>CLIENTE: [Blank]</p>
	<p>TESISTAS: -BACHELOR EN INGENIERÍA LACTARIA PERÚ -BACHELOR EN INGENIERÍA EN PLÁSTICO CONFORME A OBRA:</p>	<p>AUTOR: JANNIER MONTENEGRO JUÁREZ</p>
<p>TÍTULO: SIMULACIÓN DEL BANCO DE CONDENSADORES DE 248 KVAR EN ETAP VERSIÓN DEMO 19.01</p>		<p>PLANO N°: 01-UNI-1/1</p>
<p>ENTIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA</p>		<p>FECHA: JULIO-2024</p>

Anexo 17:

Temperatura ambiente promedio en Rioja



Promedio	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Máxima	29 °C	29 °C	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C	28 °C	30 °C	30 °C	30 °C	30 °C	29 °C
Temp.	24 °C	24 °C	24 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	24 °C	25 °C	25 °C	24 °C	24 °C
Mínima	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	19 °C	19 °C	18 °C	19 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C

Nota. Se muestra la ilustración de temperatura de todo el año referente a la ciudad de Rioja. Según SENAHAMI (2024)

Anexo 16

Consumo de energía en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.

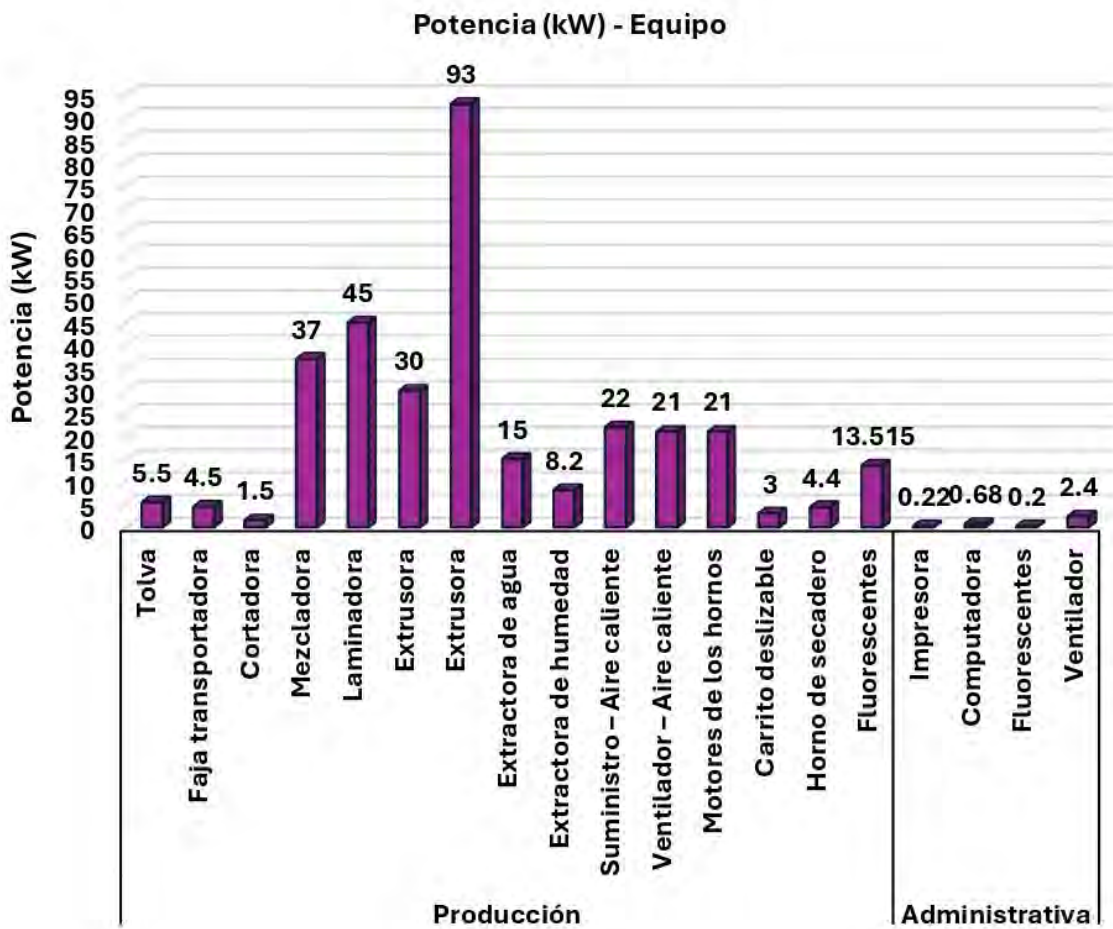
ENERGIA ACTIVA (kW-h) - PERIODO (MES)



Nota: Registro de consumos de energía activa en horas punta (HP) y horas fuera de punta (HFP)

Anexo 17

Potencia instalada en la empresa Cerámicos Prisma S.A.C.



Nota: Grafica donde se muestra la potencia eléctrica con relación a cada equipo eléctrico

Anexo 18

Características del sistema eléctrico

Capacidad del transformador de potencia	250 kVA
Grupo de conexión	Yyn6-Dyn5.
Tipo de contrato	Tarifa MT2
Calificación	Cliente fuera de punta
Potencia contratada	112 kW
Máxima demanda	241 kW
Tipo de suministro	Trifásico-aéreo (C5.2)
Alimentador	NC-S04 Nueva Cajamarca
Tensión	22.9/0.40-0.23 kV

Nota: Datos del suministro energético de la Empresa. Fuente: Electro Oriente S.A.



Anexo 19

Especificaciones técnicas de la norma NETA.



INTERNATIONAL ELECTRICAL TESTING ASSOCIATION (NETA)

La norma NETA (Asociación internacional de pruebas eléctricas) proporciona los criterios mostrados en la tabla N°1 de clasificación de fallas eléctricas en el cual se compara la temperatura del punto de interés con la temperatura ambiente o con la temperatura de un punto similar en buenas condiciones

1. PARAMETRO DE PRUEBA

- 1.1. Inspeccione los sistemas de distribución con un equipo capaz de detectar una diferencia de temperatura mínima de 1°C a 30 °C
- 1.2. El equipo debe detectar la radiación emitida y luego a esta, convertirla a una señal visual.
- 1.3. Las inspecciones termografías deben realizarse durante los periodos de máxima carga posible pero no menos de 40 por ciento de la carga nominal del equipo eléctrico a ser inspeccionado. Refiérase a NFPA 708-1991, Sección 18-16 (inspección infrarroja)

2. RESULTADOR DE PRUEBA

- 2.1. Una diferencia de temperatura de 1°C a 3°C indica una posible deficiencia e investigación de garantía
- 2.2. Una diferencia de temperatura de 4°C a 15°C indique deficiencia, repare si el tiempo lo permite
- 2.3. Una diferencia de temperatura de 16°C y mayores indica una deficiencia mayor, repare inmediatamente.
 - O/A: Por encima de la temperatura ambiente
 - O/S: Por encima de la temperatura de un punto similar

Nivel	Diferencia de Temperatura	Clasificación	Acción
1	1°C – 10°C O/A ó 1°C a 3°C O/S	BAJA	En observación /puede Esperar.
2	11°C– 20°C O/A y 4°C a 15°C O/S	MEDIA	Realizar mantenimiento en la próxima parada disponible.
3	21°C– 40°C O/A y > 15°C O/S	ALTA	Reparar tan pronto como sea posible.
4	>40°C O/A ó >15°C O/S	CRITICA	Reparar inmediatamente.

Tabla 1 NETA. Inspecciones con termografía