

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



**“PROPUESTA DE CAMBIO TARIFARIO EN LA EMPRESA
AGRÍCOLA LAS LLAMOZAS S.A., MEDIANTE EVALUACIÓN DE
CALIDAD DE ENERGÍA CON EL ANALIZADOR DE REDES METREL”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

SALINAS LLACSAHUANGA, DANY RAMON

ASESOR

PFUYO MUÑOZ, ROBERTO

Villa El Salvador

2021

DEDICATORIA

Dedico este mensaje a mis padres por su trabajo y sacrificios a lo largo de los años, y gracias a ustedes llegué hasta aquí y me convertí en lo que soy hoy.

A mis hermanas y hermano que siempre están a mi lado, apoyándome moralmente que me han brindado durante esta etapa de mi vida.

A mis compañeros, profesores y amigos que me apoyan, que comparten sus conocimientos y me han acompañado en mi camino profesional.

AGRADECIMIENTO

A mi familia por darme la oportunidad de formarme en la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

Especialmente mi asesor de tesis, el Dr. Pfuyo Muñoz Roberto, para orientarme en la preparación profesional de este trabajo y brindar el apoyo que necesito para desarrollarme de manera profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
LISTADO DE TABLAS	VI
LISTADO DE FIGURAS	VII
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I	3
ASPECTOS GENERALES	3
1.1. Contexto (empresa)	3
1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo	3
1.2.1. Delimitación temporal	3
1.2.2. Delimitación espacial	3
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes	6
2.1.1. Antecedentes nacionales	6
2.1.2. Antecedentes internacionales	11
2.2. Bases teóricas	13
2.2.1. Definición de calidad de la energía	13
2.2.2. Parámetros de calidad de la energía	14
2.2.3. Potencia activa (P)	20
2.2.4. Potencia aparente (S)	20

2.2.5. Potencia reactiva (Q)	21
2.2.6. Factor de potencia (F.P.)	21
2.2.7. Analizador de redes	25
2.2.8. Tarifas eléctricas en usuarios finales	27
2.3. Definición de términos básicos	32
CAPÍTULO III.....	35
DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	35
3.1. Determinación y análisis del problema	35
3.1.1. Problema general.....	36
3.1.2. Problema específico.....	36
3.2. Modelo de solución propuesto.....	37
3.2.1. Descripción del equipo de medición utilizada.....	37
3.2.2. Técnicas para el análisis de la calidad de la energía	37
3.2.3. Características técnicas de operación del sistema eléctrico de la empresa.....	41
3.2.4. Técnica para el procesamiento y análisis de datos	41
3.2.5. Evaluación de la tarifa BT5B y comparación con tarifas de MT y BT	56
3.3. Resultados	63
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....	69

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Consumo de energía 2019 - 2020	35
Tabla 2. Datos eléctricos de la empresa.....	41
Tabla 3. Resumen de la tensión	41
Tabla 4. Tolerancia de armónicos.....	47
Tabla 5. Resumen de la corriente.....	49
Tabla 6. Resumen de factor de potencia	50
Tabla 7. Resumen de potencia aparente	51
Tabla 8. Resumen de potencia activa.....	52
Tabla 9. Resumen de potencia reactiva.....	53
Tabla 10. Resumen de energía activa	54
Tabla 11. Resumen de energía reactiva.....	55
Tabla 12. Historial de consumo de los últimos 6 meses	57
Tabla 13. Cálculo de # HP mes	58
Tabla 14. Clasificación Tarifaria.....	58
Tabla 15. Ahorro mensual en cada tarifa	62

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la empresa Agrícola las Llamozas S.A.....	4
Figura 2. Ubicación de la empresa visto desde la calle	4
Figura 3 Descomposición de una onda no senoidal	18
Figura 4. Tolerancia de los armónicos.....	19
Figura 5. Diagrama de potencias	21
Figura 6. Analizador de redes metrel y accesorios	27
Figura 7. Parámetros de medición y cargos de facturación en MT2	28
Figura 8. Parámetros de medición y cargos de facturación en MT3	28
Figura 9. Parámetros de medición y cargos de facturación en MT4	29
Figura 10. Parámetros de medición y cargos de facturación en BT2.....	30
Figura 11. Parámetros de medición y cargos de facturación en BT3.....	30
Figura 12. Parámetros de medición y cargos de facturación en BT4.....	31
Figura 13. Parámetros de medición y cargos de facturación en BT5A	31
Figura 14. Parámetros de medición y cargos de facturación en BT5B	32
Figura 15. Pago de cada mes en la empresa Agrícola	36
Figura 16. Analizador de redes metrel MI - 2892.....	38
Figura 17. Instalación del analizador de redes	39
Figura 18. Lectura de datos con el software Power View	40
Figura 19. Informe de variación de tensión.....	42
Figura 20. Gráfica de variación de tensión	42
Figura 21. Informe de variación de frecuencia instantánea	43
Figura 22. Gráfica de variación de frecuencia instantánea	44
Figura 23. Informe de variación de frecuencia momentánea	44
Figura 24. Gráfica de variación de frecuencia momentánea.....	45
Figura 25. Informe de variaciones de frecuencia diaria	45
Figura 26. Gráfica de variaciones de frecuencia diaria	46
Figura 27. Informe de flicker.....	46
Figura 28. Gráfica de flicker	47
Figura 29. Gráfica de armónicos	49
Figura 30. Gráfica de corriente.....	50
Figura 31. Gráfica de factor de potencia	51
Figura 32. Gráfica de potencia aparente	52
Figura 33. Gráfica de potencia activa	53

Figura 34. Gráfica de potencia reactiva.....	54
Figura 35. Gráfica de energía activa	55
Figura 36. Gráfica de energía reactiva	56
Figura 37. Consumos a facturar en MT2	59
Figura 38. Consumos a facturar en MT3	59
Figura 39. Cargos a facturar en MT4.....	60
Figura 40. Cargos a facturar en BT2	60
Figura 41. Cargos a facturar en BT3	61
Figura 42. Cargos a facturar en BT4	61
Figura 43. Consumos a facturar en BT5A	62

RESUMEN

El presente informe de suficiencia profesional “Propuesta de cambio tarifario en la empresa Agrícola las Llamozas S.A., mediante evaluación de calidad de energía con el analizador de redes metrel” se desarrolló con el objetivo principal de evaluar la calidad de energía eléctrica con el analizador de redes metrel para determinar el cambio tarifario de la empresa Agrícola las Llamozas S.A. se empleó el procedimiento que indica la NTCSE en realizar un análisis durante 7 días consecutivos los parámetros eléctricos.

El instrumento utilizado durante dicho periodo de medición continua fue el analizador de redes metrel MI - 2892 con sus accesorios para su correcta instalación en la entrada del interruptor general ubicado en la sala de tablero de B.T. en la empresa Agrícola las Llamozas S.A.

Los valores máximo, promedio y mínimo que encontramos en el muestreo de los parámetros son: tensión, corriente, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, frecuencia, armónicos, F.P., energía activa, energía reactiva para hacer los cálculos respectivos para el cambio tarifario.

De todos esos parámetros, nos concentraremos en la potencia activa, potencia reactiva, energía activa y energía reactiva que son necesarios para el análisis tarifario.

La conclusión es que la empresa Agrícola las Llamozas S.A., solicitara un cambio tarifario a la empresa concesionaria Luz del Sur a un BT3 por el cual el consumo de energía resultara un ahorro económico mensual de S/.900.70 soles.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de suficiencia profesional “Propuesta de cambio tarifario en la empresa Agrícola las Llamozas S.A., mediante evaluación de calidad de energía con el analizador de redes metrel” cuyo problema principal es el exceso de consumo eléctrico que tuvo en los meses de diciembre del 2019, enero y febrero del año 2020 con un aumento del 28.13%, 47.12% y 94.34% respectivamente, respecto al consumo mensual de noviembre del 2019.

Se planteó el objetivo de realizar una evaluación de la calidad de energía eléctrica con el analizador de redes metrel durante 7 días como indica la NTCSE, el siguiente objetivo fue evaluar los valores de la potencia activa, potencia reactiva, energía activa y energía reactiva para realizar los cálculos y solicitar un cambio tarifario para la reducir los costos de pago mensuales.

El contenido del presente trabajo de suficiencia profesional consta de 3 capítulos, en el capítulo 1 tendremos el contexto de la empresa, la ubicación espacial de dicha empresa y la delimitación temporal del trabajo, así como el objetivo principal y los objetivos específicos; en el capítulo 2 se definirán los antecedentes de proyectos, trabajos o tesis a nivel nacional o internacional con el tema relacionado al análisis de calidad de energía y cambio tarifario; en el capítulo 3 se describirá los procedimientos y metodologías a utilizar para el análisis de los parámetros eléctricos y su posterior cambio tarifario donde se detallara los problemas encontrados, las soluciones que se hallaron para la reducción del consumo eléctrico.

Como resultado de este trabajo de suficiencia profesional, la empresa Agrícola las Llamozas S.A. tiene que solicitar un cambio de tarifa a BT3 que le cobraría por el consumo de energía una disminución de costo del 23.8% en su pago mensual.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Contexto (empresa)

La empresa Energía y Laboratorios S.A.C. “ENERLAB” se dedica al desarrollo e implementación de proyectos de ingeniería eléctrica y metrología, la cual labore desde el mes de febrero a abril del 2020 donde realizaba las funciones de: cotizar los proyectos de levantamiento de observaciones de INDECI y supervisión de instalación, mantenimiento de sistemas puesto a tierra, visitas técnicas a empresas y centros comerciales, realizando y gestionando el avance semanal de los informes técnicos en el levantamiento de observaciones de INDECI y finalización del trabajo e informes técnicos sobre calidad de energía eléctrica.

La empresa implemento un proyecto de calidad de energía eléctrica en la empresa Agrícola las Llamozas S.A. en el mes de marzo debido a problemas de consumo excesivo en meses previos a la realización del proyecto.

La problemática que se encontró antes de ejecutar el proyecto de calidad de energía en la empresa fue de un exceso de consumo energía eléctrica en los meses de diciembre del 2019, enero y febrero del 2020 lo cual se vio reflejado en la facturación de dichos meses.

1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo

1.2.1. Delimitación temporal

La delimitación temporal del V programa de suficiencia profesional es desde el 27 de agosto al 11 de diciembre del 2021.

1.2.2. Delimitación espacial

La delimitación espacial del trabajo profesional se ejecutó en la empresa Agrícola las Llamozas S.A., ubicada en la dirección Av. Javier Prado Este 3580, San Borja 15037, Departamento de Lima - Perú.

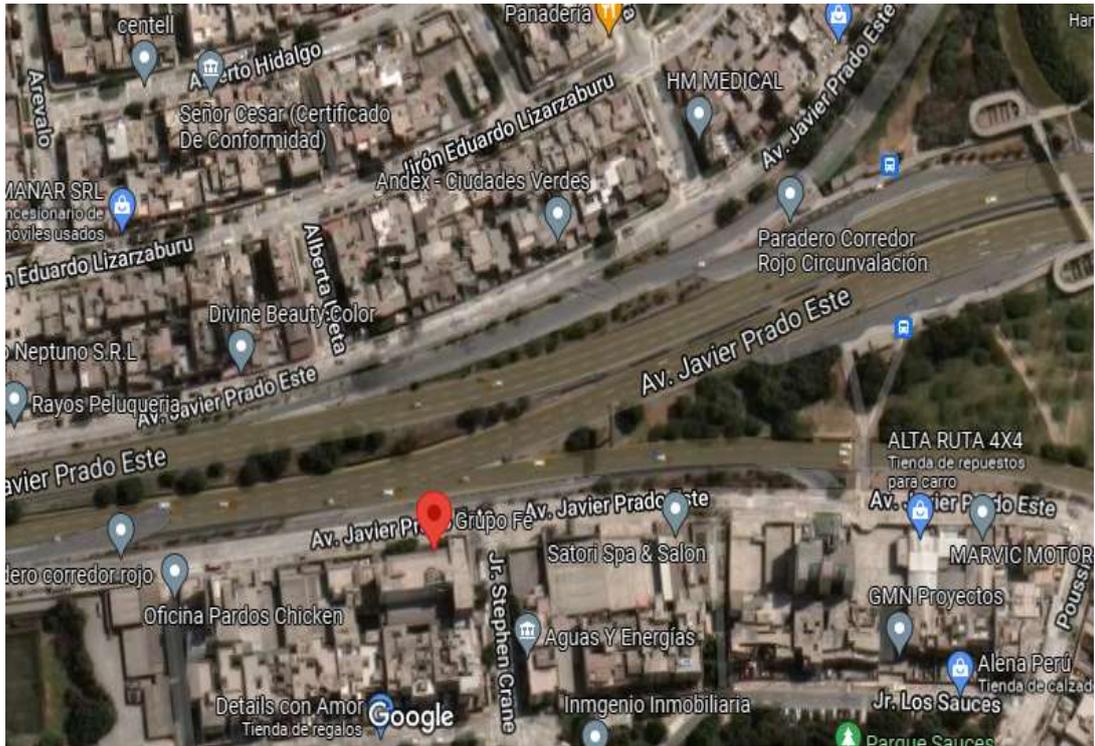


Figura 1.

Ubicación de la empresa Agrícola las Llamozas S.A.

Fuente: (Google maps, s.f.)

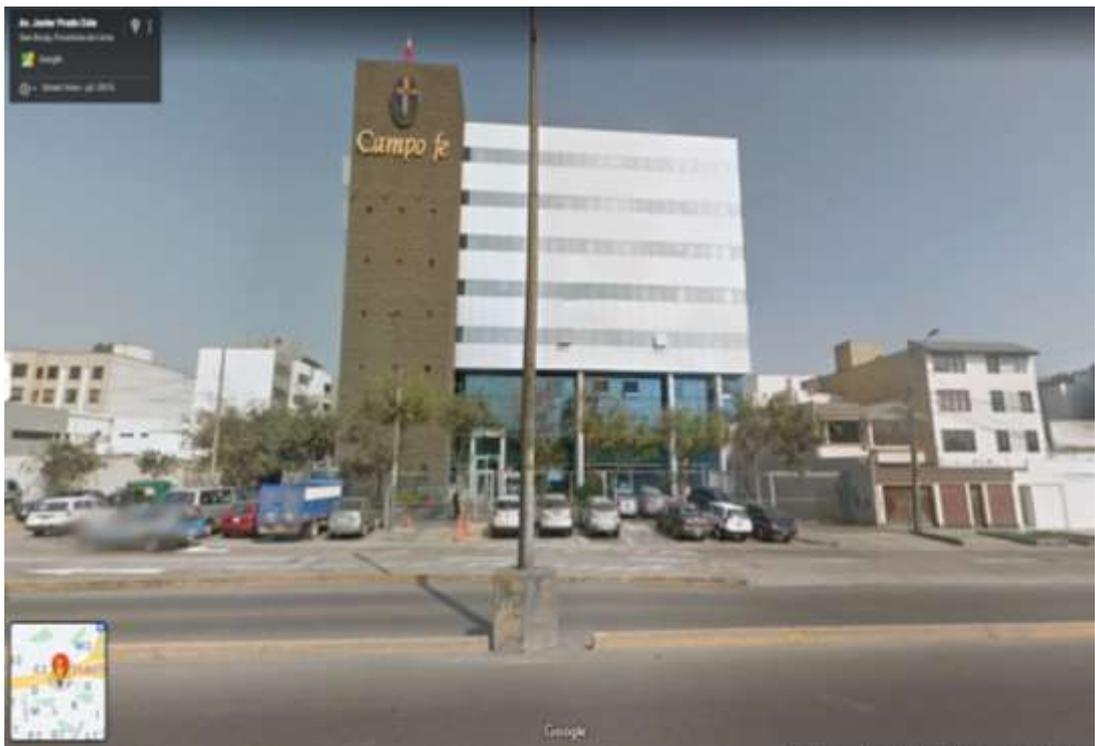


Figura 2.

Ubicación de la empresa visto desde la calle

Fuente: (Google maps, s.f.)

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad de la energía eléctrica con el analizador de redes metrel para determinar el cambio tarifario de la empresa Agrícola las Llamozas S.A.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar la potencia activa y reactiva mediante el analizador de redes de metrel para determinar el cambio tarifario de la empresa Agrícola las Llamozas S.A.
2. Evaluar la energía activa y reactiva mediante el analizador de redes de metrel para determinar el cambio tarifario de la empresa Agrícola las Llamozas S.A.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

(Altamirano López, 2018) Realizado el trabajo de tesis *“Diseño de plan de gestión de energía eléctrica, en base a auditoría energética y normas eléctricas peruanas en empresa Molinos Calcareos SAC para reducir costos de operación”*. Tuvo como objetivo la elaboración de un plan de gestión de energía eléctrica basado en una auditoría energética y normas eléctricas peruanas para el mejoramiento de la eficiencia energética eléctrica en la empresa Molinos Calcareos SAC. El nivel de investigación fue descriptivo, se describe el proceso el cual se halla el problema, las consecuencias de alto costo y su baja eficiencia de la energía y plantear el método de solución técnica adecuada. Los resultados obtenidos fueron que el sistema de transformación de tensión, transmisión y utilización de la energía eléctrica tenía una eficiencia de 82% (un poco bajo), la tarifa eléctrica actual es un MT3 y la urgencia de realizar un plan de gestión de energía eléctrica para mejoras operativas y técnicas en la empresa. El estudio concluye en construir una caseta para la subestación eléctrica que está muy deteriorada donde se encuentra el sistema de transformación, hacer el cambio tarifario recomendado a MT4 e implementar el plan de gestión eléctrica para tener una eficiencia de planta de 0.98% lo cual reducirá las pérdidas de potencia y aumentará el rendimiento del transformador.

(Bernabé Barrueto, 2019) Realizo el trabajo de tesis *“Análisis de los indicadores energéticos para optimizar su consumo en la empresa Allus Spain S.L sucursal del Perú”*. Tuvo como objetivo analizar los indicadores energéticos para la disminución de consumo energético en la empresa Allus Spain, el planeamiento de diversas alternativas para reducir el consumo de energía eléctrica. El nivel de investigación fue cuantitativo que usará la metodología de recolección de datos en base a mediciones numéricas, descriptiva debido a que describe el problema

tal como sucede. Los resultados fueron que los indicadores energéticos están dentro de los límites permitidos por la NTCSE, la empresa tiene su área de mantenimiento, pero no tiene un área para el control de parámetros de calidad de la energía, se observó que tiene un F.P. bajo de lo permitido. El trabajo de investigación concluyó con la implementación de un banco de condensadores para disminuir la energía reactiva y mejorar el F.P. en la empresa, hacer un mantenimiento en la puesta a tierra número seis del tablero general que mide una resistencia de 14 Ohm y bajarlo a un 5 Ohm.

(Carbajal Belleza, 2018) Realizo el trabajo de tesis *“Auditoria energética eléctrica para una reducción en su consumo energético y uso eficiente de la energía en la Fabrica Molinera Sudamérica S.A.C. ubicado en la carretera auxiliar Panamericana nte. 779 - Lambayeque”*. El objetivo principal fue el uso eficiente de la energía que necesitaba la fábrica para su proceso de producción, propuestas técnicas que permitiría reducir el consumo energético lo cual se vería reflejado en su reducción de factura mensual de electricidad. El nivel de investigación fue de carácter cuantitativo - explicativo donde se observa los detalles de una pequeña cantidad de información para brindar soluciones efectivas en el trabajo de tesis. Como resultado, las áreas de la empresa de mayor consumo fueron el área de producción y el área de afeitado debido a los equipos en cada área. El estudio concluye en mejorar el sistema de iluminación con el cambio a lámparas LED y reemplazo de los motores estándar a motores de alta eficiencia para un ahorro anual de S/. 32 614.27 soles.

(Chambi Zapata, 2016) Realizo el trabajo de tesis *“Análisis de la calidad de servicio eléctrico y su incidencia en la rentabilidad de la empresa Electro Puno S.A.A. sector subestación Bellavista periodo 2015”*. Tuvo como objetivo analizar la calidad del servicio eléctrico que incide en la rentabilidad de la empresa Electro Puno S.A.A. sector subestación Bellavista - Periodo 2015. El nivel de investigación fue inductivo por la observación del fenómeno, deductivo porque permitió conocer los estados financieros de la empresa Electro Puno S.A.A.,

descriptivo por la adquisición de datos precisos, sistemáticos para la recolección de información, analítico y sintético para establecer relaciones causa efecto entre los elementos que caracterizan la calidad del servicio eléctrico. Los resultados fueron la empresa Electro Puno S.A.A. tuvo deficiencias en la calidad de servicios eléctricos específicamente en la calidad de producto, facturación, alumbrado público y todo el número de reclamos justificados por lo cual Osinergmin multo a la empresa en el año 2015. El estudio concluyo que la gerencia comercial exija un mayor compromiso de trabajo a sus colaboradores, mejora en la calidad de servicio que reciben los usuarios en el área de atención al cliente, reclamos y re facturación, en el área de norma técnica programar capacitaciones para los trabajadores sobre la NTCSE para que cumplan con las disposiciones y se eviten futuras multas por la mala calidad de servicio eléctrico que ofrecen a sus clientes.

(Leonardo Ventura, 2018) Realizo el trabajo de tesis *“Estudio y análisis de calidad del producto enfocado en perturbaciones armónicas en el sistema eléctrico de un ingenio azucarero Cartavio S.A.A.”*. Tuvo como objetivo principal estudiar y analizar la calidad del producto de acuerdo a la normatividad vigente y los efectos de las perturbaciones armónicas para obtener una energía eléctrica de calidad en el sistema del ingenio azucarero. El nivel de investigación fue aplicado en condiciones rigurosamente controladas. Los resultados fueron el nivel de tensión estaba dentro de la normativa NTCSE, el nivel de corriente tuvo desbalance en la fase B, el factor de potencia tuvo un valor de 0,85, los niveles de armónicos de tensión THDv estuvo en fuera del rango, los niveles de armónicos de corriente THDi en el armónico quinto y séptimo superaron el rango límite. El estudio concluyo la implementación de filtros pasivos paralelo LC – resonante para la disminución del armónico quinto y séptimo y compensar la energía reactiva encontrada en el proyecto de tesis.

(Macha Vilca & Coila Delgado, 2017) Realizo el trabajo de tesis *“Estudio y análisis experimental de la calidad del suministro eléctrico*

de la Universidad Nacional del Altiplano, utilizando un analizador de redes - 2016". El nivel de investigación fue aplicado en condiciones estrictamente controladas por el método científico. Los resultados fueron la frecuencia se encontrada en los límites, el voltaje suministrado por los transformadores dentro del campus se encontraban superior al límite permitido por la NTCSE esto provocaba deterioros de los equipos sensibles, el F.P. fue 0.74 muy bajo según lo recomendado, un consumo de 41.41% de energía reactiva fue muy alto, los armónicos de tensión se encontraba dentro del límite, pero los armónicos de corriente de orden tercero, quinto y séptimo se encontraban mayor al límite indicado por la IEE 519-2002. Concluye para optimizar costos, se tiene que implementar la compensación con filtros para los armónicos de corriente, implementar el mantenimiento correctivo, predictivo y preventivo de las subestaciones eléctricas desde su inició de operación no recibe mantenimiento y un diseño de banco de condensadores para aumentar el F.P.

(Rivera Vento & Romero Ruiz , 2020) Realizo el trabajo de tesis "*Evaluación de la calidad de la energía eléctrica en la empresa Planet Motor's S.A.C.*". Tuvo como objetivo evaluar la calidad de energía eléctrica en la empresa Planet Motor's S.A.C. El nivel de investigación fue descriptivo. Los resultados que se determinó fueron las máquinas que generan mayor consumo de energía eléctrica, y mayor consumo de potencia reactiva. El estudio concluye la importancia de adquirir una nueva maquinaria con un plan de mantenimiento, diseñar un banco de condensadores para disminución de la potencia reactiva y disminuir penalidades.

(Roncal Saráchaga, 2018) Realizo el trabajo de tesis "*Análisis técnico económico para mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica en zonas críticas del Hospital Regional Docente de Trujillo*". Tuvo como objetivo un análisis técnico - económico para determinar las medidas a implementar y mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica del Hospital Regional Docente de Trujillo. El nivel de investigación fue no

experimental - transversal debido a que recoge datos, mediciones, se analiza y propone la solución factible, aplicada porque aplica técnicas de ingeniería mecánica eléctrica, descriptivo porque está determinado en un periodo relacionado al tema de investigación. Los resultados que se encontraron los altos valores de tasas de distorsión armónica de tensión y corriente, una potencia reactiva alta y un F.P. de 0.825. Se concluye con la implementación de un banco de condensadores para compensar el F.P., aparte de instalar filtros activos para reducir los armónicos existentes y la renovación de tres PAT para disminuir la resistencia.

(Torres Marin, 2018) Realizo el trabajo de suficiencia profesional *“Propuesta para el mejoramiento de gestión energética optimizando el consumo de energía eléctrica en una planta de poliestireno expandido - Villa el Salvador”*. Tuvo como objetivo mejorar la gestión energética para optimizar el consumo de energía eléctrica en la planta de poliestireno expandido en Villa el Salvador. La metodología fue la recolección de datos sobre el suministro y consumo de todas las formas de energía a través del analizador de redes marca flucker 430 para poder determinar las conveniencias de una oportunidad económica. Los resultados fueron el consumo de energía en hora punta, en fuera de punta, el consumo de energía reactiva inductiva y el costo de la energía reactiva inductiva y la posibilidad de corregir el F.P. Se concluye la inversión de adquirir un banco de condensadores con sus accesorios hace la suma de S/. 10 000 y se recuperaría en 2 años y 3 meses, el cambio de luminaria a uno tipo led modelo high bay led serie ufo.

(Trujillano Caro, 2017) Realizo el trabajo de tesis *“Evaluación de la calidad de la energía eléctrica y cálculo de la opción tarifaria adecuada para el hospital privado Juan Pablo II ubicado en el distrito La Victoria provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque”*. Tuvo como objetivo principal la evaluación de la calidad de la energía eléctrica y calcular la opción tarifaria más adecuada para el Hospital Privado Juan Pablo II en el departamento de Lambayeque. El nivel de investigación

fue descriptivo porque utilizaron técnicas que detalla, toma y recopila datos e información contundente para cada problema. Los resultados fueron tuvo una caída de tensión menor a la que indica la NTCSE, la frecuencia estaba en los límites establecidos, los armónicos estaban debajo del límite máximo, la THD estaba dentro de la norma, el F.P estaba debajo de lo recomendado. La conclusión que se llegó para el cambio tarifario con los datos obtenidos es solicitar el cambio a la tarifa MT3, hacer un cambio de posición del tap para que el transformador mantenga la tensión dentro del rango indicado por la NTCSE, cambios en los tomacorrientes e interruptores defectuosos y hacer los cambios de equipos iluminarias.

2.1.2. Antecedentes internacionales

(Acosta Tafur & Montañez Vega, 2019) Realizo la tesis *“Sistema de eficiencia energética eléctrica en la empresa Proeléctricos S.A.S.”*. Tuvo como objetivo evaluar la viabilidad técnica, financiera, ambiental y administrativa para la implementación de un sistema de eficiencia energética eléctrica en la organización Proeléctricos S.A.S. El nivel de investigación fue descriptivo del sector eléctrico porque nos ayudara a identificar una mejor manera el comportamiento de la demanda energética a nivel nacional. Los resultados obtenidos es que el proyecto es viable, la necesidad de implantaciones alternativas para la eficiencia energética. El estudio concluyo que la implementación de alternativas para la eficiencia energética tendría un presupuesto de \$8,290,966.67 y se recuperaría con los ingresos de los ahorros energéticos a raíz de la implementación de las mejoras.

(Cárdenas Ayala, 2017) Realizo el trabajo de titulación *“Auditoría energética de las instalaciones de la empresa ecuatoriana de artefactos S.A. “ECASA”*”. Tuvo como objetivo realizar una auditoria energética en la empresa ecuatoriana de artefactos S.A. “Ecasa”. El nivel de investigación fue descriptivo debido a la evaluación energética para hacer el levantamiento de la línea base de consumo energético. Los resultados obtenidos la empresa tiene un porcentaje elevado de

maquinaria y equipos obsoletos que consumen una energía alta, la posibilidad de tener desbalance de cargas si la empresa amplía sus plantas industriales o incorpora equipos nuevos, la falta de un plan de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo para las máquinas. El estudio concluyo, aplicar las sugerencias de mejora tendría un ahorro mensual de más de \$ 6000, donde estaría el plan de mantenimiento de las maquinas, cambio de luminarias existentes, realizar un balance de cargas en los tableros y el reemplazo de las maquinas antiguas por unas nuevas de mayor productividad.

(Churio Silvera, Valencia Ochoa, & Vanegas Chamorro, 2018) Realizaron el trabajo de investigación *“Estudio y diagnóstico de la calidad de la energía de un campus universitario en la Costa Norte de Colombia”*. Tuvo como objetivo el estudio y diagnóstico de la calidad de la energía de la red de distribución interna en la universidad en la región caribe Colombia. La metodología fue el diagnostico general de las instalaciones eléctricas y el estudio de la calidad de la energía de la institución universitaria. Los resultados obtenidos el diagnóstico de las instalaciones eléctricas de la subestación plantean la instalación de un PAT para evitar que personas en contacto con las instalaciones se queden sometidas a tensiones de paso o sobretensiones, el F.P se encuentra en los límites permitido por las normas IEEE - 1192 y NTC - 5001, se encontró sobretensión en un circuito. El estudio concluyo que la subestación está en buen estado, realizar un mantenimiento preventivo, los parámetros eléctricos se encontraban en el límite de las normas.

(Nicaragua Carballo & Rivera Ramírez, 2017) Realizaron la tesis monográfica *“Propuesta de metodología para el análisis y estudio de la calidad de la energía eléctrica”*. Tuvo como objetivo desarrollar una metodología para el análisis y estudio de calidad de la energía eléctrica en la industria. La metodología de la investigación fue la investigación de campo e investigación cuantitativa. Los resultados obtenidos se encontraron perturbación y distorsiones de las ondas sinusoidales que pasaban los límites permitidos. Se concluyó en hacer una repartición

de consumos y costos de energía, realizar un balance energético global de la planta, realiza el cambio de luminaria existente en la empresa, medidas de ahorro de energía en aire acondicionado, medidas de ahorro de energía en refrigeración, medidas de ahorro de energía en motores, bombeo, sistemas de calentamiento por resistencia.

(Ocampo Zeas & Rodríguez Barreda, 2019) Realizo la tesis monográfica *“Auditoria eléctrica en la empresa de Servicios Fotomecánicos S.A (SERFOSA) para proponer un uso eficiente de la energía”*. Tuvo como objetivo realizar una auditoria eléctrica en la empresa SERFOSA, para analizar sus necesidades eléctricas y proponer soluciones de mejora para el ahorro de energía. La metodología que utilizaron fue la recolección de mediciones en la carga actual del sistema eléctrico. Los resultados obtenidos fueron las cargas de los edificios no cumplían con los requerimientos de las normas vigentes, el sistema desbalanceado y presencia de armónicos en los edificios. La conclusión del estudio precisa los edificios están obligados a cumplir con las normas vigentes CIEN (Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua) y el NEC planificar un mantenimiento preventivo en los edificios, realizar un balance de cargas, mejorar la conductividad de la tierra y la instalación de filtros armónicos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Definición de calidad de la energía

Se dice que no existen interrupciones, sobretensiones o distorsiones de la red por posibles armónicos y cambios en el valor rms proporcionado al consumidor, la cuestión es la constancia de la tensión, el número de frecuencias y la continuidad del servicio eléctrico.

Durante muchos años se le ha dado importancia porque existe la necesidad creciente de fabricar equipos sensibles que usamos en la vida diaria y vemos desde el sistema de distribución de energía y se logran encontrar algunas perturbaciones y diferencias, el voltaje causa daño parcial o total al equipo.

Por ello, el principal objetivo es la capacidad de encontrar posibles soluciones para corregir los disturbios y variaciones de tensión por parte del cliente y la capacidad de brindar soluciones adecuadas para corregir las fallas que podrían surgir del lado de las concesionarias peruanas, para que los usuarios finales tengan acceso a energía eléctrica de alta calidad. (Enriquez Harper, 2006)

2.2.1.1. Importancia de la calidad de la energía

La importancia de la calidad de la energía eléctrica se refiere a una serie de fenómenos electromagnéticos de voltaje y corriente durante un período de tiempo y un espacio dado. (Sánchez Cortés, 2009)

2.2.2. Parámetros de calidad de la energía

En años anteriores se prestó atención a la calidad de la electricidad por su uso ambientalmente consciente, así como posibles penalizaciones al consumidor final o la empresa distribuidora de energía eléctrica, por lo que se analizan los parámetros que la conforman. (Díaz Zurita, 2018)

(Ministerio de Energía y Minas - MEM, 1997) indican solo consideran voltaje, frecuencia y perturbaciones los cuales se dividen en armónicos y flickers, sin embargo, existen otros parámetros eléctricos para administrar mejor los costos de energía.

2.2.2.1. Tensión

2.2.2.1.1. Indicador de calidad

Para evaluar la tensión de entrega de la concesionaria eléctrica, se usa un indicador, durante un período de medición (k) de quince (15) minutos, la diferencia (ΔV_k) entre los valores eficaces (Instant RMS) calculado desde el punto de entrega (V_k) y el valor de la tensión nominal (V_N) del mismo punto. (Ministerio de Energía y Minas - MEM, 1997)

El indicador se expresa como el % de la tensión nominal en el punto:

$$\Delta V_k (\%) = \frac{(V_k - V_N)}{V_N} * 100\%$$

Dónde:

V_k = Voltaje medido (máximo o mínimo)

V_N = Voltaje nominal

2.2.2.1.2. Tolerancias

En todos los niveles de tensiones nominales, la tolerancia aceptable es de $\pm 5 \%$ de las tensiones nominales de dichos puntos. En redes complementarias en los servicios urbano - rurales o rurales la tolerancia aceptable será de $\pm 7.5 \%$.

Si las tensiones estuvieran fuera del rango de tolerancia establecida por Osinergmin durante un tiempo superior al 5% del periodo de medición se considera como energía eléctrica de mala calidad (Ministerio de Energía y Minas - MEM, 1997)

2.2.2.2. Frecuencia

2.2.2.2.1. Indicador de calidad

Para evaluar la frecuencia de entrega de la concesionaria eléctrica, se usa un indicador, durante el período de medición (k) de quince (15) minutos, existe una diferencia (Δf_k) entre la media (f_k) de la frecuencia del valor instantáneo, medido desde el punto de entrega y el valor de frecuencia nominal (f_N) del sistema. (Ministerio de Energía y Minas - MEM, 1997)

El indicador se denomina como variaciones sostenidas de frecuencia y se expresa como:

$$\Delta f_k (\%) = \frac{(f_k - f_N)}{f_N} * 100\%$$

Dónde:

f_k = Frecuencia medido (máximo o mínimo)

f_N = Frecuencia nominal

2.2.2.2.2. Tolerancias

La frecuencia nominal tiene diferentes tolerancias en todos los niveles: (Ministerio de Energía y Minas - MEM, 1997)

Variaciones sostenidas Δf_k (%):	$\pm 0,6 \%$
Variaciones súbitas (VSF'):	$\pm 1 \text{ Hz}$
Variaciones diarias (IVSF'):	$\pm 600 \text{ Hz}$

La frecuencia es de mala calidad porque no cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Las variaciones sostenidas en la frecuencia están fuera de tolerancia durante el tiempo acumulado superior al 1% durante el período de medición.
- Durante la medición, ocurre más de una variación súbita más allá de una tolerancia de $\pm 1 \text{ Hz}$.
- Durante el intervalo de medición, se producen infracciones a los límites establecidos para la integral de variaciones diarias de frecuencia.

2.2.2.3. Perturbaciones

Se producen interrupciones en algunos equipos, herramientas o sistemas eléctricos como resultado de diversos fenómenos que afectan su funcionamiento normal. La interrupción corresponde a condiciones de funcionamiento del sistema o el equipo utilizado por los empleados en su entorno de trabajo. (Díaz Zurita, 2018)

De acuerdo con la clasificación de las perturbaciones de NTCSE 020-97-EM son el flicker y armónico.

2.2.2.3.1. Flicker

También conocido como parpadeo, es una sensación fisiológica provocada por alteración del voltaje y se produce principalmente por cambios en la intensidad de la luz, lo que

resulta en una sensación desagradable en los ojos. (Enriquez Harper, 2006)

El flicker es causado por fluctuaciones de voltaje y cambios periódicos en el valor rms que son aleatorios y dependen principalmente de la frecuencia, amplitud y tiempo de fluctuación de voltaje. Las fluctuaciones de voltaje afectan un gran número de usuarios finales que reciben energía eléctrica de la misma red, esto se refleja en cargas de iluminación de las lámparas y cambios bruscos de carga (flicker) como generadores, hornos de soldadura y arcos. (Ponce Niño de Gúzman, 2013)

2.2.2.3.2. Indicador de calidad

Según NTCSE 020-97-EM “El índice de intensidad del flicker (Pst) en el punto de medición respectivo indica que no tiene que exceder el valor de la unidad ($Pst \leq 1$) a MAT, AT, MT y BT. $Pst = 1$ se considera la estimulación umbral relativo a la fluctuación máxima de luminancia que tolera el ojo humano sin molestar en una muestra de población determinada”. (Ministerio de Energía y Minas - MEM, 1997)

2.2.2.3.3. Armónicos

Existe distorsión armónica debido a la onda senoidal real o fundamental (60 Hz - Perú) generada por las centrales distorsionadas hasta 2400 Hz.

Para determinar la cantidad de distorsión de la onda de voltaje, o cantidad puramente no senoidal, aunque tiene un período, a 60 Hz, se utiliza su análisis frecuencial. Esto generalmente se usa la FFT (conocida como la transformada rápida de Fourier), un algoritmo que nos da el contenido de varias ondas senoidales puras que forman la onda de corte. (Díaz Zurita, 2018)

Se refiere:

- a) El componente fundamental de la onda (frecuencia 60 Hz).
 - b) Los elementos de la frecuencia armónica (un múltiplo de 60 Hz) se denominan voltaje armónico o corriente armónica. La presencia de los armónicos es limitada. De acuerdo a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**
-

Figura 3

Descomposición de una onda no senoidal

Fuente: (Trujillano Caro, 2017)

Las corrientes armónicas provocan problemas en los sistemas eléctricos de distribución como en las instalaciones del usuario final.

Las implicaciones y soluciones a estos problemas varían de un caso a otro y se tiene que abordar por separado. Las decisiones adecuadas para controlar los efectos de los armónicos en la instalación no necesariamente reducirán la distorsión producida en la fuente de alimentación y viceversa. (Trujillano Caro, 2017)

Problemas causados por corrientes armónicas:

- a) Sobrecarga del conductor neutro.

- b) Sobrecalentamiento del transformador.
- c) Condensadores de corrección del F.P. que tengan sobrecarga.

Problemas causados por voltaje armónico:

- a) Distorsión de la tensión.
- b) Sobrecalentamiento del motor asíncrono.
- c) Ruido de paso por cero.

2.2.2.3.4. Indicador de calidad

Las regulaciones internacionales y peruanas especifican una relación para cada armónico que tiene al menos un 95% de probabilidad de no excederse. La siguiente **Figura 4.** Tolerancia de los armónicos Muestra los valores especificados por NTCSE.

Para los propósitos de esta norma, se consideran los armónicos entre segundo (2°) hasta el cuarentavo (40°). (Ministerio de Energía y Minas - MEM, 1997)

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA ó THD	TOLERANCIA V' ó THD' (% con respecto a la Tension Nominal del punto de medicion)	
	Alta y Muy Alta Tension	Media y Baja Tension
(Armónicos Impares no múltiplos de 3)		
5	2	6
7	2	5
11	1.5	3.5
13	1.5	3
17	1	2
19	1	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
Mayores de 25	0.1 + 2.5/n	0.2 + 12.5/n
(Armónicos Impares múltiplos de 3)		
3	1.5	5
9	1	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
(Pares)		
2	1.5	2
4	1	1
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.5
Mayores de 12	0.2	0.2
THD	3	8

Figura 4.

Tolerancia de los armónicos

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas - MEM, 1997)

2.2.3. Potencia activa (P)

Como fuente de potencia que convierte con éxito energía eléctrica, se genera porque la corriente se encuentra en periodo (fase) con la tensión. Los dispositivos eléctricos o máquinas utilizan esta fuente de potencia para convertirla en diversas formas de energía como: luz, calor, química, mecánica, entre otros. La potencia activa se consume realmente en los circuitos eléctricos de la empresa. (Torocahua Tapia, 2014)

La siguiente expresión se utiliza para el cálculo:

$$P = U \times I \times \cos\phi \text{ (Sistema monofásico)}$$

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\phi \text{ (Sistema trifásico)}$$

Dónde:

P = Potencia activa

U = Tensión

I = Corriente

ϕ = Angulo de desfase entre la tensión y la corriente

2.2.4. Potencia aparente (S)

Esta energía es la potencia total gastada por el circuito en un momento dado en forma de trabajo o calor y la energía consumida para formar los campos eléctricos y los campos magnéticos (CEM) de sus componentes. (Ramos Ramos & Riveros Arcaya, 2018)

La siguiente expresión se utiliza para el cálculo:

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

$$S = U \times I$$

$$S = \sqrt{3} \times U \times I$$

Dónde:

S = Potencia aparente

P = Potencia activa

Q = Potencia reactiva

U = Tensión

I = Corriente

2.2.5. Potencia reactiva (Q)

Esta fuente de alimentación no resulta útil, pero se utiliza para generar campos eléctricos y magnéticos para dispositivos como motores, transformadores, reactores, etc.

Aunque la potencia no se transfiere con éxito, aumenta la potencia total transferida del generador al consumidor final, que resulta en pérdidas en la transmisión de energía total. (Ramos Ramos & Riveros Arcaya, 2018)

La siguiente expresión se utiliza para el cálculo:

$$Q = U \times I \times \text{Sen}\phi \quad (\text{Sistema monofásico})$$

$$Q = \sqrt{3} \times U \times I \times \text{Sen}\phi \quad (\text{Sistema trifásico})$$

Dónde:

Q = Potencia reactiva

U = Tensión

I = Corriente

ϕ = Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente

2.2.6. Factor de potencia (F.P.)

El F.P. es la razón de la potencia activa (P) y la potencia aparente (Q) en Watt (W) y Voltios - Amperios (VA). Esto coincide con el coseno del ϕ compuesto entre la tensión y la corriente, el ángulo mide la diferencia de fase y muestra la correlación entre la corriente reactiva y la corriente de funcionamiento del dispositivo. Como se muestra en la **Figura 5.** (Carbajal Belleza, 2018)

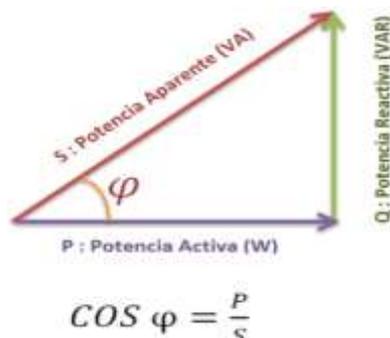


Figura 5.

Diagrama de potencias

Fuente: Elaboración propia

Para hacer los cálculos reales, se calculará de la siguiente manera:

$$\cos\varphi = \frac{\text{kWh}}{\sqrt{\text{kWh}^2 + \text{kVarh}^2}}$$

Dónde:

kWh: Energía activa

kVARh: Energía reactiva

Si el FP o cos es bajo, indica que tienen un consumo excesivo de potencia reactiva, el FP ideal es igual a 1, lo que indica que no se consumirá potencia reactiva, pero según Osinergmin, la compañía eléctrica está obligada a proporcionar un F.P ≥ 0.96 . (Carbajal Belleza, 2018)

2.2.6.1. Consecuencias de un bajo F.P.

Al tener un F.P. bajo, afecta las instalaciones eléctricas y los pagos económicos. Esto conduce a los siguientes problemas:

1. Daño aumentado por efecto Joule:

La potencia se expresa mediante:

$$P = I^2R$$

Dónde:

I = Corriente total

R = Resistencia del equipo (devanados de alternador y transformador, conductores, etc.)

La pérdida por efecto Joule se expresa como:

- Calentamiento de los cables entre el medidor y el usuario.
- Calentamiento en los devanados del transformador de distribución.
- Activación injustificada del dispositivo de protección ITM.

El mayor problema de los conductores es el sobrecalentamiento, conduce a un aislamiento deficiente y reduce la vida útil del dispositivo. En caso de que el equipo

opera en un estado de sobrecalentamiento continuo, esto causa un cortocircuito.

2. Sobrecarga de Generadores, Trafos y Redes de Distribución:

Un F.P. bajo genera que los transformadores, generadores trabajen con un exceso de corriente que causa una sobrecarga en estos dispositivos que reducen su vida útil porque los dispositivos han sido diseñados con un solo valor de corriente sin exceder los límites de diseño.

3. Un aumento en la caída de tensión:

Genera energía insuficiente para las cargas (motores, luces, electrodomésticos, refrigerantes).

Estas cargas inicialmente tienen una reducción en su potencia de partida. Esta caída de voltaje afecta a:

- Bobinados de transformadores de distribución.
- Cable de alimentación del comerciante.
- Sistema de protección y control.

4. Incremento en la potencia aparente:

Las instalaciones del usuario no son aprovechadas en toda su capacidad, como resultado altos costos de depreciación. Este caso se ven en los trafos de distribución de la concesionaria eléctrica.

5. Aumento de la factura de electricidad:

Debido a estas deficiencias, los productores y distribuidores de energía se ven obligados a penalizar a los usuarios haciéndoles pagar más en sus facturas de electricidad. (Capitán Ramirez, 2018)

2.2.6.2. Corrección del F.P.

Para obtener la mejor ventaja económica posible entre las potencias eléctricas (activa y reactiva), se recomienda que los generadores y los usuarios finales operen de manera muy eficiente para lograr un F.P. alto en todo el sistema.

Un gran porcentaje de máquinas industriales tienen un F.P. bajo, significa que los fabricantes demandan a sus equipos a generar más

corriente de la teóricamente requerida, lo que significa que el transformador y el cable están forzados a soportar esta corriente extra. Si el F.P. es bajo, todo el sistema será ineficiente y, por lo tanto, generará mayores costos de electricidad. Entonces el propósito de la corrección del F.P. es reducir o eliminar los costos de energía reactiva que el concesionario eléctrico nos cobra en la factura mensual.

Para conseguir esto, se tiene que suministrar las unidades capacitivas, en función del uso del usuario final. Hay varias formas de corregir o mejorar F.P. La más conocida es instalar un bloque de condensadores o aplicar un motor síncrono que actúe como condensador. (Capitán Ramirez, 2018)

- a) Compensación individual en el motor
- b) Compensación según grupo de cargas
- c) Compensación centralizada
- d) Compensación combinada

2.2.6.3. Ventajas de corregir el F.P.

Las ventajas de corregir el F.P. serán las siguientes:

1. Uso óptimo de máquinas eléctricas:

Los transformadores y generadores consumen potencia activa con respecto a la potencia reactiva, si compensamos la potencia reactiva, la potencia activa será menor y se podrán instalar más equipos o reducir la potencia reactiva por mes.

2. Uso optimizado de las líneas eléctricas:

Al tener una corrección del F.P. Se tendría como ventaja de poder dimensionar los cables de menor sección, si aumenta el F.P. se reduce la corriente y la potencia útil.

3. Reducción de pérdidas:

La pérdida de potencia en el conductor depende de la resistencia del conductor y del cuadrado de la corriente si aumentamos F.P. Esto reducirá las pérdidas en el conductor aguas arriba.

4. Reducir la caída de voltaje:

La caída de la tensión en una línea trifásica está relacionada con la potencia activa. La caída de voltaje será menor si el F.P. sea mayor. Significa que el ϕ de desfase entre el voltaje y la corriente es menor. (Capitán Ramirez, 2018)

2.2.7. Analizador de redes

Es una herramienta especializada para analizar las características de una red eléctrica. Están diseñados para ser instalados de forma muy sencilla en cualquier lugar, su uso es totalmente adaptable a cualquier tipo de medida que se requiera.

Existen muchos tipos de analizadores en el mercado de diferentes empresas que visualizan parámetros eléctricos directos o indirectos y transmiten todas las magnitudes eléctricas medidas y/o calculadas por contacto. Cada empresa ejecuta su propio programa, donde la información obtenida se descarga, visualiza y analiza para informar sobre los parámetros obtenidos posteriormente. (Trujillano Caro, 2017)

2.2.7.1. Ventajas

Ahorro:

- i. Detección y prevención de consumos excesivos (kW.h).
- ii. Análisis de las curvas de carga para determinar dónde ocurre la máxima demanda de energía.
- iii. Detecta la necesidad de instalar un bloque (banco) de condensadores.
- iv. Detección de fraudes en contadores de energía.
- v. Detección de caída de tensión.
- vi. Localización de los armónicos en la red eléctrica en la parte del usuario final. (Trujillano Caro, 2017)

2.2.7.2. Características del analizador

Prevención:

El uso ideal es realizar el mantenimiento rutinario de la red eléctrica en baja o media tensión, monitorear la curva de arranque

del motor, detectar posibles condiciones de saturación del transformador, corte de energía, falta de calidad de la energía, etc.

Solución:

Nos permite analizar qué parte de la red eléctrica tiene problemas, y permite solucionar problemas como disparos molestos, fugas diferenciales, calentamiento del cable, resonancia, perturbaciones: flicker, armónicos de onda, desequilibrio de fase, etc. También permite diseñar tamaños adecuados para filtros de armónicos activos o pasivos, filtros de tasa variable, etc. (Trujillano Caro, 2017)

2.2.7.3. Metrel MI-2892

El power master network analyzer es un instrumento portátil multifuncional trifásico con visualización en pantalla y gráficos donde los usuarios observan los armónicos, anomalías de onda y otros fenómenos en la red eléctrica al conectar el dispositivo a dicha red.

El dispositivo está diseñado para registrar datos durante largos períodos de tiempo y detectar problemas en instalaciones monofásicas y trifásicas.

Con el software PowerView3 instalado, nos permitirá descargar información del analizador para realizar un análisis de los datos obtenidos y elaborar informes detallados sobre la red eléctrica analizada. (Trujillano Caro, 2017)

Parámetros eléctricos medidos:

- a) Voltaje (V)
- b) Frecuencia (f)
- c) Intensidad (A)
- d) Factor de potencia (F.P.)
- e) Potencia aparente (S)
- f) Potencia activa (P)
- g) Potencia reactiva (Q)
- h) Flicker y armónicos:
- i. Distorsión armónica total (THD) en tensión y corriente por fase.

- ii. Contenido de armónicos en tensión y corriente hasta el cuarentavo 40° armónico en cada fase.
- iii. Distorsión armónica simple, al menos hasta el cuarentavo 40° armónico en conductores de tierra y neutro.



Figura 6.

Analizador de redes metrel y accesorios

Fuente: (Metrel, s.f.)

2.2.8. Tarifas eléctricas en usuarios finales

2.2.8.1. Opciones tarifarias en MT

Las opciones tarifarias para usuarios regulados en media tensión son: (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

MT2: La tarifa MT2 está dirigida a consumidores que tengan consumos mínimos de demanda en horas punta. El precio a facturar es diferenciado si la potencia se da en hora punta o en horas fuera de punta. Como se muestra en la **Figura 7**.

Opción Tarifaria	Sistemas y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT2	<u>Sistema de medición:</u> Medición de 2 energías activas y 2 potencias activas (2E2P) <u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta <u>Medición de energía reactiva</u> Modalidad de facturación de potencia activa variable	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas punta c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta d) Cargo por potencia activa de generación en horas punta e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas 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

Figura 7.

Parámetros de medición y cargos de facturación en MT2

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

MT3: La tarifa MT3 está dirigida a consumidores que tengan consumos de potencia durante las 24 horas al día o aquellos que el turno de trabajo comienza en la mañana y terminan después de las 18:00 pm.

En la tarifa MT3 considera precios diferenciados para las facturaciones de potencia, según el consumidor se encuentre calificado como presente en punta o presente en fuera de punta.

Como se muestra en la **Figura 8.**

Opción Tarifaria	Sistemas y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT3	<u>Sistema de medición:</u> Medición de 2 energías activas y 1 potencia activa (2E1P) <u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta <u>Medición de energía reactiva</u> Modalidad de facturación de potencia activa variable <u>Calificación de Potencia:</u> P : Usuario presente en Punta FP : Usuario presente fuera de Punta	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas punta c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta d) Cargo por potencia activa de generación e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución f) Cargo por energía reactiva

Figura 8.

Parámetros de medición y cargos de facturación en MT3

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

MT4: La tarifa MT4 está dirigida a consumidores que tengan consumos de energía intensiva durante las horas punta.

En la tarifa MT4 considera precios diferenciados para las facturaciones de potencia, según el consumidor se encuentre calificado como presente en punta o presente en fuera de punta.

Como se muestra en la **Figura 9**.

Opción Tarifaria	Sistemas y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT4	<p><u>Sistema de medición:</u> Medición de 1 energía activa y 1 potencia activa (1E1P)</p> <p><u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta <u>Medición de energía reactiva</u> Modalidad de facturación de potencia activa variable</p> <p>Calificación de Potencia: P : Usuario presente en Punta FP : Usuario presente fuera de Punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual</p> <p>b) Cargo por energía activa</p> <p>c) Cargo por potencia activa de generación</p> <p>d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución</p> <p>e) Cargo por energía reactiva</p>

Figura 9.

Parámetros de medición y cargos de facturación en MT4

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

2.2.8.2. Opciones tarifarias en BT

Las opciones tarifarias para usuarios regulados de baja tensión son: (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

BT2: La tarifa BT2 está dirigida a consumidores con consumo mínimo de demanda en el periodo de horas punta. El precio para facturar es diferenciado si la potencia se da en hora punta o en horas fuera de punta. Como se muestra en la **Figura 10**.

Opción Tarifaria	Sistemas y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
BT2	<u>Sistema de medición:</u> Medición de 2 energías activas y 2 potencias activas (2E2P) <u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta <u>Medición de energía reactiva:</u> Modalidad de facturación de potencia activa variable.	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas de punta 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

Figura 10.

Parámetros de medición y cargos de facturación en BT2

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

BT3: La tarifa BT3 está dirigida a consumidores con consumo de potencia que se da durante las 24 horas al día o cuyo trabajo empieza en horas de la mañana y acaba pasado las 18:00 p.m.

El precio de potencia a facturar es diferenciado si el cliente está calificado como presente en punta o presente en fuera de punta. Como se muestra en la **Figura 11.**

Opción Tarifaria	Sistemas y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
BT3	<u>Sistema de medición:</u> Medición de 2 energías activas y 1 potencia activa (2E1P) <u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta <u>Medición de energía reactiva:</u> Modalidad de facturación de potencia activa variable. <u>Calificación de Potencia:</u> P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas de punta c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta d) Cargo por potencia activa de generación e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución f) Cargo por energía reactiva

Figura 11.

Parámetros de medición y cargos de facturación en BT3

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

BT4: La tarifa BT4 está dirigida a consumidores con consumo de energía intensiva en el periodo de horas punta.

El precio de potencia a facturar es diferenciado si el cliente está calificado como presente en punta o presente en fuera de punta.

Como se muestra en la **Figura 12**.

Opción Tarifaria	Sistemas y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
BT4	<p><u>Sistema de medición:</u> Medición de 1 energía activa y 1 potencia activa (1E1P)</p> <p><u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta</p> <p><u>Medición de energía reactiva:</u> Modalidad de facturación de potencia activa variable.</p> <p><u>Calificación de Potencia:</u> P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual</p> <p>b) Cargo por energía activa</p> <p>c) Cargo por potencia activa de generación</p> <p>d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución</p> <p>e) Cargo por energía reactiva</p>

Figura 12.

Parámetros de medición y cargos de facturación en BT4

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

BT5A: El usuario podría elegir la tarifa BT5A con una demanda mensual hasta 20 kW en horas punta y hasta 50 kW en horas fuera de punta.

En ambos casos, si la demanda diera como resultado que, durante el mes, la misma es mayor a los límites establecidos en el párrafo anterior, el usuario final tiene que evaluar la mejor opción tarifaria a solicitar. Como se muestra en la **Figura 13**.

Opción Tarifaria	Sistemas y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
BT5A	<p><u>Sistema de medición:</u> Medición de 2 energías activas(2E)</p> <p><u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual</p> <p>b) Cargo por energía activa en horas de punta</p> <p>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta</p> <p>d) Cargo por exceso de potencia activa en horas fuera de punta</p> <p>e) Cargo por energía reactiva</p>

Figura 13.

Parámetros de medición y cargos de facturación en BT5A

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

BT5B: El usuario podría elegir la tarifa BT5B con una máxima demanda mensual hasta 20 kW en horas punta y fuera de punta o con una demanda máxima mensual de hasta 20 kW en horas punta y de hasta 50 kW en horas punta. Como se muestra la **Figura 14**.

Opción Tarifaria	Sistemas y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
BT5B	<u>Sistema de medición:</u> Medición de 1 energía activa (1E) <u>Parámetros de medición:</u> Energía: Total del mes	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa

Figura 14.

Parámetros de medición y cargos de facturación en BT5B

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

2.3. Definición de términos básicos

Cargo fijo mensual. - Cargo asociado al costo por la lectura del medidor y procesamiento, emisión, reparto y cobranza del recibo o factura

Cargo por energía activa. - Es el consumo de energía activa registrado por su respectivo precio unitario expresado en S/. / kW.h.

Cargo por energía activa. - Es el consumo de energía activa registrado del mes, multiplicándose por el respectivo precio unitario. En esta opción, solo se factura energía activa.

Cargo por energía activa. - Es el consumo de energía activa, tomará el consumo registrado en horas punta y fuera de punta, multiplicándose por el respectivo precio unitario.

Cargo por energía activa en horas de punta. - Es el consumo de energía activa en hora punta, donde se exceptuará los domingos, feriados nacionales regular y feriados nacionales extraordinarios.

Cargo por energía activa en horas fuera de punta. - Es el consumo de energía activa en hora fuera de punta, donde se exceptuará los domingos, feriados nacionales regular y feriados nacionales extraordinarios.

Cargo por energía reactiva. - Es el consumo de energía reactiva que excede el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva.

Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta. - Es el consumo del exceso de potencia activa y para determinar este exceso, se resta el valor de la potencia por uso de distribución de horas fuera de punta menos la potencia por uso de redes de distribución a facturar en horas punta. El exceso resultante será aplicable si el resultado es positivo.

Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta. - Es el consumo del exceso de potencia activa en horas fuera de punta y para determinar este exceso, se determinará como la diferencia entre la demanda leída en horas fuera de punta y la demanda leída en horas punta.

Cargo por potencia activa de generación. - Es el consumo de potencia activa de generación a facturar, está dada por la demanda máxima mensual. Una vez calificado el usuario (en punta o fuera de punta), la facturación de potencia activa de generación se multiplicará por la máxima demanda leída del mes expresada en kW, por el precio unitario de potencia activa de generación.

Cargo por potencia activa de generación en horas de punta. - Es el consumo de potencia activa de generación en horas de punta, está determinada por la máxima demanda mensual en HP, multiplicado por el precio unitario de la potencia activa de generación en HP.

Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. - Es el consumo de potencia activa por uso de las redes de distribución, se determina con el promedio de las 2 más altas demandas máximas de los últimos 6 meses en hora punta o fuera de punta, también se considera el mes que se factura.

Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta. - Es el consumo de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta, se considera el promedio de las 2 más altas demandas máximas de los últimos 6 meses en el periodo de horas punta, también se considera el mes que se factura.

Flicker. - Es una sensación fisiológica provocada por la alteración del voltaje

Horas fuera de punta (HFP). - Son las horas restantes del día que no están entre las 18:00 hasta 23:00.

Horas punta (HP). - Es el horario que consumo durante las 18:00 hasta las 23:00 de cada día.

Usuarios en baja tensión (BT). - Usuarios que están conectado a la red eléctrica con una alimentación de tensión al suministro de inferior o igual a 1 kV.

Usuarios en media tensión (MT). - Usuarios que se encuentran conectados a la red eléctrica con una alimentación de tensión menor a 30 kV y superior a 1 kV.

Usuarios. - Son todos los consumidores finales que alimenta la red eléctrica en todo el Perú.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

3.1. Determinación y análisis del problema

Previo a la implementación del proyecto para la propuesta del cambio de tarifario en Agrícola las Llamozas S.A., existía un problema con los pagos mensuales de energía eléctrica que aumentaron en diciembre un 28.13% (S/ 812.7), aumentaron en enero 47.12% (S/ 1361.3) y en febrero fue de 94.34% (S/ 2725.6) en comparación con los últimos tres meses anteriores de diciembre, como se muestra en la **Tabla 1**.

Por tal motivo, en marzo de 2020, Agrícola las Llamozas S.A. solicitó a Enerlab S.A.C. realizar una evaluación de la calidad de la energía eléctrica para determinar el consumo de energía activa e indicar una solución para evitar el aumento de los costos de energía eléctrica en los próximos meses, lo cual sería una gran pérdida para dicha empresa.

Para realizar la propuesta, además de la energía activa, se requieren los parámetros de potencia activa, potencia reactiva y energía reactiva obtenidos por el analizador de red durante 7 días consecutivos, según lo determinado por NTCSE. El historial del consumo se muestra en la **Tabla 1**. Y el pago de cada mes se muestra en la **Figura 15**.

Tabla 1.
Consumo de energía 2019 - 2020

MES	ENERGIA CONSUMIDA kW.h	IMPORTE S/.
Septiembre/2019	4548.00	S/ 2,788.80
Octubre/2019	4522.00	S/ 2,887.00
Noviembre/2019	4407.00	S/ 2,889.10
Diciembre/2019	5551.00	S/ 3,701.80
Enero/2020	6424.00	S/ 4,250.40
Febrero/2020	8555.00	S/ 5,614.70

Fuente: Elaboración propia

Podemos ver en la **Tabla 1**. Cómo aumentaron los pagos mensuales por consumo de energía eléctrica en la empresa, y lo más crítico fue en febrero.

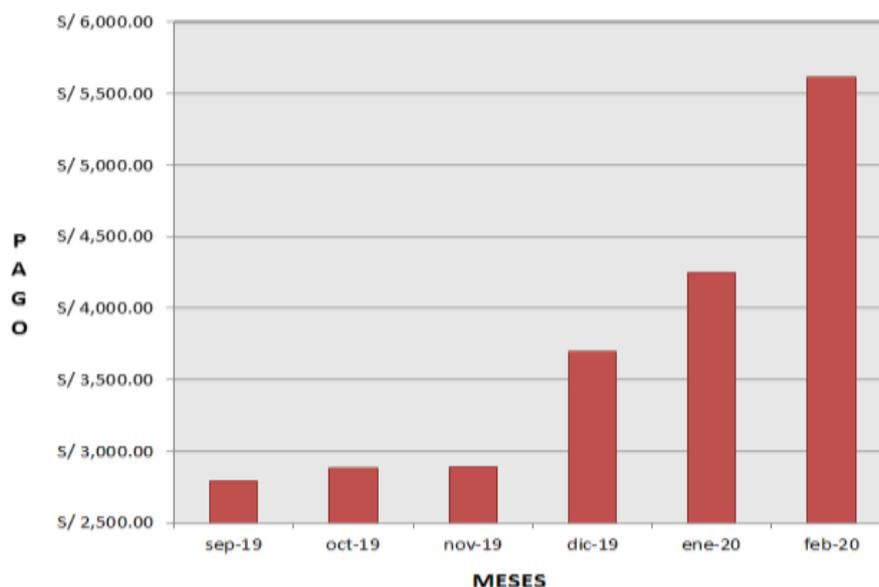


Figura 15.

Pago de cada mes en la empresa Agrícola

Fuente: Elaboración propia

Podemos ver en la **Figura 15**. Cómo aumentaron los pagos desde diciembre del 2019 hasta febrero del 2020, que es casi el doble del consumo de noviembre.

Para lo cual el trabajo de suficiencia profesional planteo los siguientes problemas.

3.1.1. Problema general

¿De qué manera la propuesta de la evaluación de la calidad de energía eléctrica con el analizador de redes metrel determinará el cambio tarifario de la empresa Agrícola las Llamozas S.A.?

3.1.2. Problema específico

1. ¿De qué manera la propuesta de la evaluación de la potencia activa y reactiva con el analizador de redes metrel determinará el cambio tarifario de la empresa Agrícola las Llamozas S.A.?
2. ¿De qué manera la propuesta de la evaluación de la energía activa y reactiva con el analizador de redes metrel determinará el cambio tarifario de la empresa Agrícola las Llamozas S.A.?

3.2. Modelo de solución propuesto

Para la solución propuesta de este trabajo de suficiencia profesional, se utilizó conocimientos técnicos y teóricos basados en la calidad de la energía y el cambio de tarifa en media y baja tensión para solucionar el problema que enfrentaba la empresa Agrícola las Llamozas S.A.

Se describen las características actuales de los parámetros eléctricos que determinan el consumo energético de la empresa, como la potencia reactiva (Q), la potencia activa (P) y consumo de energía activa y reactiva.

3.2.1. Descripción del equipo de medición utilizada

Técnica: Instrumentos

Toma de datos: Analizador de redes Metrel MI – 2892

Observación:

- Facturas eléctricas de 6 meses anteriores al proyecto
- Registro de los parámetros eléctricos durante los 7 días
- Foto de instalación del equipo en el tablero general

3.2.2. Técnicas para el análisis de la calidad de la energía

3.2.2.1. Punto de medición

El punto de medición fue en el tablero general de distribución ubicado en la sala de tableros de B.T, donde se analizarán los parámetros eléctricos suministrados por la empresa Luz del Sur.

3.2.2.2. Equipo y material utilizado para la medición

El equipo utilizado fue el analizador de redes metrel MI - 2892 que determino los parámetros eléctricos: voltaje, frecuencia, perturbaciones (flicker y armónicos) según el Ministerio de Energía y Minas, además de estos parámetros también existen otros parámetros como corriente, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia, energía activa y energía reactiva.



Figura 16.

Analizador de redes metrel MI - 2892

Fuente: (Metrel, s.f.)

3.2.2.3. Proceso de instalación y desconexión del equipo

Instalación: Antes de instalar el analizador de redes, se realizó una inspección previa de toda la instalación donde se ejecutó las mediciones y/o el tablero donde se encuentran las cargas no lineales.

1. Se tiene que respetar las normas de seguridad industrial ya que son necesarias para la instalación y desconexión del equipo.
2. Para instalar el analizador de redes en el tablero general de distribución el analizador tiene que estar apagado y, por lo tanto, las pinzas amperimétricas se instalan en las respectivas fases tierra y neutro previamente identificado el tipo de conexión elegida.
3. Luego, se instalan los conectores de tensión (tipo cocodrilo) en las fases identificadas que se encuentran con sus respectivas señales y colores.
4. Terminada las conexiones, se enciende el analizador de redes.
5. Posteriormente, se realiza todos los ajustes para la medición de parámetros: la tensión nominal, umbrales de

- sobretensiones, duración de los intervalos de medición, hora, fecha y definir los criterios de la calidad de la energía.
6. Finalmente, al terminar las configuraciones, se presiona el botón de inicio de grabación y el analizador registra todos los datos hasta su posterior parada de medición. Como se muestra en la **Figura 17**.



Figura 17.

Instalación del analizador de redes

Fuente: Elaboración propia

Desconexión: Una vez finalizado el periodo de registro de datos, se procede a desinstalar el equipo mediante los siguientes pasos.

1. Apagar el equipo
2. Desconectar los conectores de tensión y las pinzas amperimétricas en el sentido contrario de la forma en que se instaló.

3.2.2.4. Proceso de extracción de los datos

Para extraer los datos obtenidos, se realizó el siguiente procedimiento: desconectar el equipo y trasladarlo a la empresa para la extracción de datos a través de la tarjeta de memoria extraíble que tiene el analizador de redes, posteriormente conectar esa tarjeta de memoria al escritorio de la PC y guardar la base de datos. Abrir el archivo a través del software Power View v3 para visualizar y analizar los datos que se necesitan. Como se muestra en la **Figura 18**.

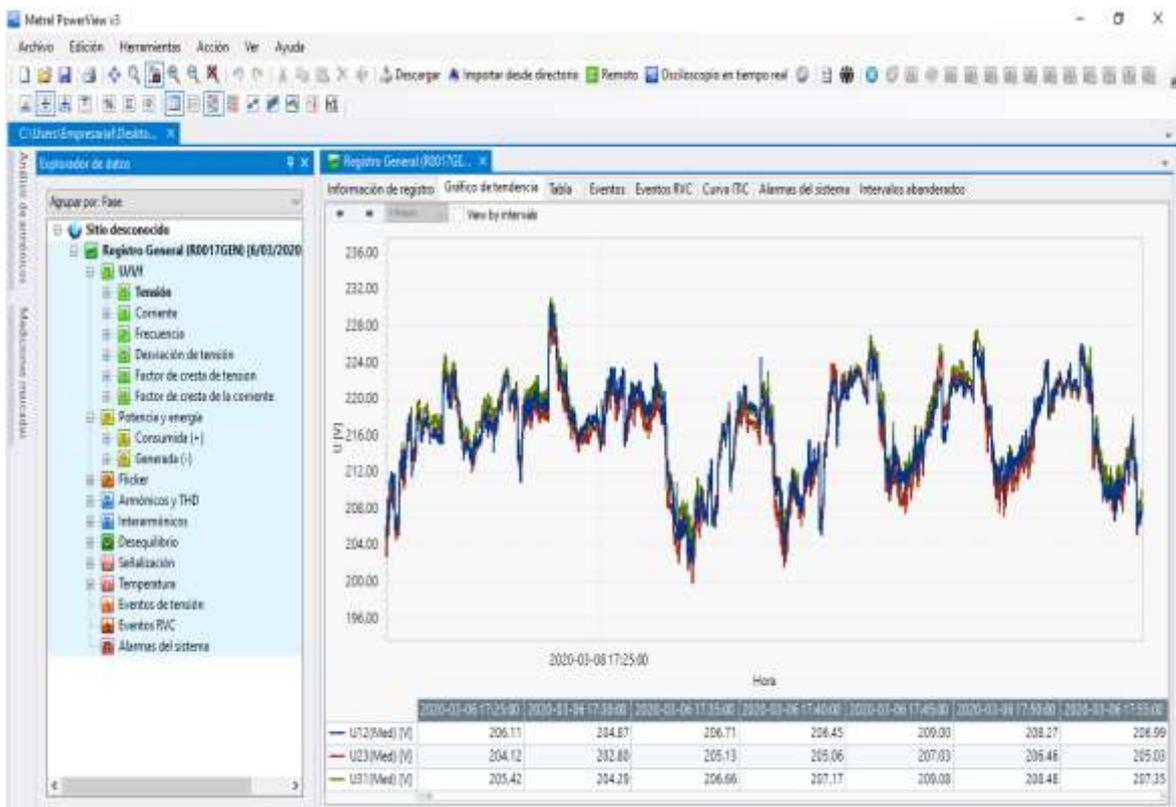


Figura 18.

Lectura de datos con el software Power View

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 18**. Muestra como el software analiza de todos los parámetros que se encuentran en el lado izquierdo de la figura.

3.2.3. Características técnicas de operación del sistema eléctrico de la empresa

Tabla 2.
Datos eléctricos de la empresa

Agrícola las Llamozas S.A.	
Tarifa:	BT5B Residencial
Potencia Contratada:	15.00 kW
Nivel de tensión:	220 V
# del medidor:	005238425 S - 0007
# de hilos del medidor:	3 hilos - Trifásico

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 2.** Se describe los datos del suministro extraídos del recibo de luz.

3.2.4. Técnica para el procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de los parámetros eléctricos, se desarrolló de acuerdo a lo siguiente:

Para el parámetro de tensión, entre los 2050 datos obtenidos por el analizador de redes, se realizó la **Tabla 3.** Como resumen de todos los días en que se realizó la medición.

Tabla 3.

Resumen de la tensión

FECHA	U12 [V]			U23 [V]			U31 [V]		
	MÁX.	PROM.	MÍN.	MÁX.	PROM.	MÍN.	MÁX.	PROM.	MÍN.
6/03/20	218.29	211.66	204.87	218.84	210.73	202.80	216.87	210.54	204.29
7/03/20	223.14	217.53	210.94	223.33	217.61	211.02	224.95	218.75	213.36
8/03/20	230.39	219.87	214.24	229.17	218.77	213.07	231.22	220.13	212.50
9/03/20	223.96	213.17	202.06	222.10	212.12	199.82	224.00	214.00	201.70
10/03/20	224.57	214.57	202.57	223.91	213.73	201.59	224.44	214.55	204.30
11/03/20	226.42	217.59	209.59	226.16	217.32	207.34	226.93	218.45	210.18
12/03/20	226.40	218.05	208.93	226.78	217.26	207.16	227.58	218.43	209.60
13/03/20	226.07	216.12	205.81	225.10	215.68	205.02	226.12	217.70	208.48

Fuente: Elaboración propia

Se nota en la **Tabla 3**. Los valores máximo, promedio y mínimo para cada día de medición. La tensión máxima fue de 231.22 V el día 08/03 a las 6:40 p.m. y la tensión mínima fue de 199.82 V el día 09/03 a las 2:40 p.m.

Variación de tensión (15 minutos):

Del informe del analizador de redes, el resultado se muestra en la

Figura 19:

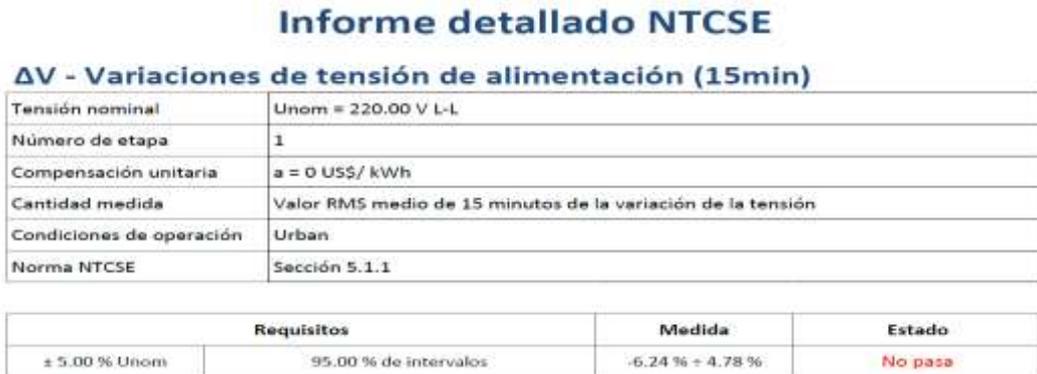


Figura 19.

Informe de variación de tensión

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

Se observa en la **Figura 19**. Que, según la NTCSE, la tolerancia es $\pm 5\%$ del voltaje nominal y según el informe del analizador de redes, la tensión fluctúa entre $-6,24\%$ y $4,78\%$ respecto a la tensión nominal de 220V, por lo que no cumple con los estándares de calidad técnica.

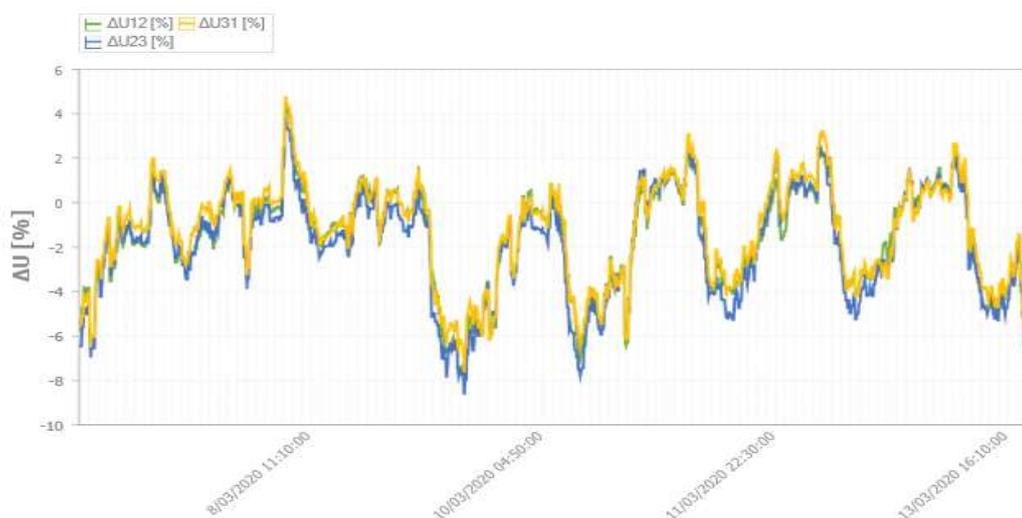


Figura 20.

Gráfica de variación de tensión

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

En la **Figura 20**. Se verifica como fluctúa la tensión durante los 7 días y notamos varias caídas de tensión el 06/03 alrededor de las 6:00 p.m., el 09/03 casi todo el día, el 10/03 la mayor parte del día y el 13/03 a partir de las 7:00 a.m. hasta las 8:10 p.m.

Frecuencia: Del informe del analizador de redes, se obtuvieron los resultados como se muestra en la **Figura 21**, **Figura 22**, **Figura 23**, **Figura 24**, **Figura 25** y **Figura 26**:

Variación de la frecuencia instantánea (15 minutos):

Δf - Variación de la frecuencia instantanea (15min)

Frecuencia nominal	60.00 Hz
Session number	1
Compensación unitaria	b = 0.00 US\$ / 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	Estado
$\pm 0.60 \% f_{nom}$	99.00 % de intervalos	-0.09 % + 0.09 %
		Pasa

Figura 21.

Informe de variación de frecuencia instantánea

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

Se observa en la **Figura 21**. Que, según la NTCSE, la tolerancia es $\pm 0,6\%$ de la frecuencia nominal. Según el informe del analizador de redes, la frecuencia oscila entre $-0,09\%$ y $0,09\%$ de la frecuencia nominal de 60Hz, por lo que cumple con los estándares de calidad técnica.



Figura 22.

Gráfica de variación de frecuencia instantánea

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

La **Figura 22.** Muestra la fluctuación de la variación de la frecuencia instantánea (15 minutos) durante 7 días y confirma que dicha variación está dentro de los límites permisibles.

Variación de la frecuencia momentánea (1 minuto):

VSF - Variación de la frecuencia momentanea (1min)

Frecuencia nominal	60.00 Hz
Número de etapa	1
Compensación unitaria	b = 0.00 US\$ / kWh
Cantidad medida	Valor RMS de la frecuencia nominal medida más de 1 minuto.
Norma NTCSE	Section 5.2.2

Requisitos	Max. Measured VSF	Número de fallos NVSF	Estado	
± 1.00 % f _{nom}	100.00 % de intervalos	-0.23 %	0	Pasa

Figura 23.

Informe de variación de frecuencia momentánea

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

Se observa en la **Figura 23.** Que, según la NTCSE, la tolerancia es ± 1 Hz para la frecuencia nominal. Según el informe del analizador de redes, se observa un cambio de -0,23% desde la frecuencia nominal de 60 Hz, que cumple con los estándares de calidad técnica.



Figura 24.

Gráfica de variación de frecuencia momentánea

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

La **Figura 24.** Muestra la fluctuación de la variación de la frecuencia (1 minuto) durante 7 días y confirma que dicha variación está dentro de los límites permisibles ± 1 Hz para la frecuencia nominal.

Variación de la frecuencia diaria:

VDF - Variaciones de la frecuencia diaria

Frecuencia nominal	60.00 Hz
Número de etapa	1
Compensación unitaria	b = 0.00 US\$ / kWh
Cantidad medida	Variación diaria de la frecuencia fundamental expresada en número de ciclos
Condiciones de operación	Sistemas no aislados
Norma NTCSE	Sección 5.2.2

Requisitos	Máx. Medida VDF	Número de días de fallos	Estado
± 600 ciclos por día	6419	6	No pasa

Figura 25.

Informe de variaciones de frecuencia diaria

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

Se observa en la **Figura 25.** Que, según la NTCSE, la tolerancia es ± 600 ciclos. Según el informe del analizador de redes, se observa que se tuvo una máxima medida VDF de 6419, que no cumple con los estándares de calidad técnica.

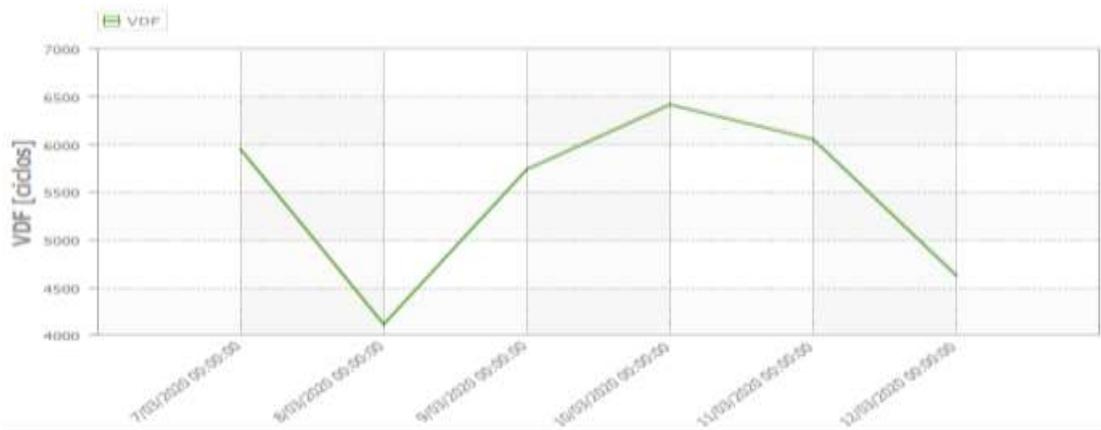


Figura 26.

Gráfica de variaciones de frecuencia diaria

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

La **Figura 26**. Muestra la fluctuación de la variación de la frecuencia diaria durante 7 días y observamos que el día 10/03 a la media noche se registra la máxima medida VDF de 6419, por lo que no cumple con los estándares de calidad técnica.

Perturbaciones: A partir del informe del analizador de redes, los resultados se obtienen como se muestra en la **Figura 27**, **Figura 28**, **Tabla 4** y **Figura 29**:

Flicker severidad (10 minutos):

Pst - Severidad del Flicker (10min)

Número de etapa	1
Compensación unitaria	c = 0.00 US\$ / kWh
Cantidad medida	Severidad del Flicker de corta duración (Pst)
Norma NTCSE	Sección 5.2.2

Requisitos		Medida	Estado
Pst < 1	95% de intervalos	< 1.05	No pasa

Figura 27.

Informe de flicker

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

Observamos en la **Figura 27**. Que, según la NTCSE, la tolerancia es Pst <1. Según lo informado por el analizador de red, se observa que el flicker es <1.05, por lo tanto, incumple con los estándares de calidad técnica.

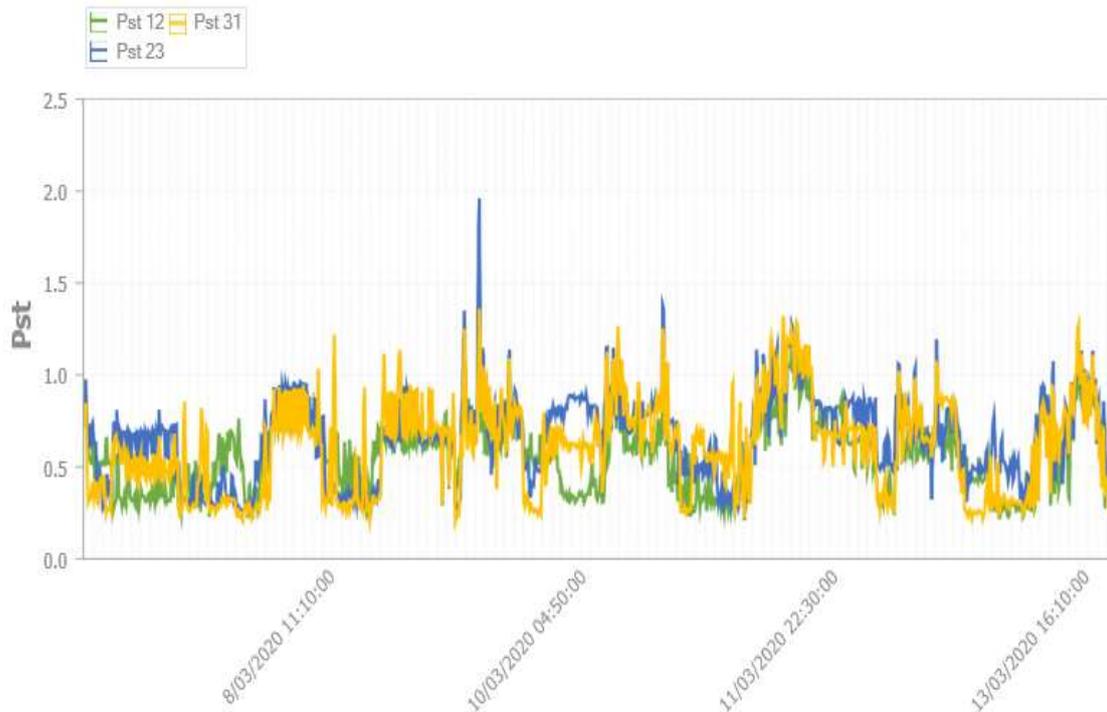


Figura 28.

Gráfica de flicker

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

La **Figura 28** se muestra la fluctuación del flicker a lo largo de 7 días y observamos que el 09/03 aparece un pico en el Pst 23 que es aproximadamente hasta Pst = 2, por lo que incumple con los estándares de calidad técnica.

Armónicos (10 minutos): Del informe del analizador de redes, los resultados como se muestran en la **Tabla 4.** y **Figura 29:**

Tabla 4.
Tolerancia de armónicos

Requisitos (95% de los intervalos)		Medida	
Armónicos	Limite Vi' (%)	Vi Medida (%)	Estado
THD de tensión	< 8.00 %	2.69%	Pasa
2	< 2.00 %	0.11%	Pasa
3	< 5.00 %	0.73%	Pasa
4	< 1.00 %	0.04%	Pasa
5	< 6.00 %	1.88%	Pasa
6	< 0.50 %	0.03%	Pasa
7	< 5.00 %	1.23%	Pasa
8	< 0.50 %	0.04%	Pasa

Requisitos (95% de los intervalos)		Medida	
Armónicos	Limite Vi' (%)	Vi Medida (%)	Estado
9	< 1.50 %	0.54%	Pasa
10	< 0.50 %	0.03%	Pasa
11	< 3.50 %	0.98%	Pasa
12	< 0.20 %	0.03%	Pasa
13	< 3.00 %	0.82%	Pasa
14	< 0.20 %	0.03%	Pasa
15	< 0.30 %	0.41%	No pasa
16	< 0.20 %	0.03%	Pasa
17	< 2.00 %	0.57%	Pasa
18	< 0.20 %	0.03%	Pasa
19	< 1.50 %	0.36%	Pasa
20	< 0.20 %	0.03%	Pasa
21	< 0.20 %	0.22%	No pasa
22	< 0.20 %	0.05%	Pasa
23	< 1.50 %	0.45%	Pasa
24	< 0.20 %	0.06%	Pasa
25	< 1.50 %	0.32%	Pasa
26	< 0.20 %	0.03%	Pasa
27	< 0.20 %	0.16%	Pasa
28	< 0.20 %	0.05%	Pasa
29	< 0.60 %	0.15%	Pasa
30	< 0.20 %	0.04%	Pasa
31	< 0.60 %	0.14%	Pasa
32	< 0.20 %	0.02%	Pasa
33	< 0.20 %	0.11%	Pasa
34	< 0.20 %	0.03%	Pasa
35	< 0.50 %	0.10%	Pasa
36	< 0.20 %	0.02%	Pasa
37	< 0.50 %	0.10%	Pasa
38	< 0.20 %	0.02%	Pasa
39	< 0.20 %	0.08%	Pasa
40	< 0.20 %	0.02%	Pasa

Fuente: Elaboración propia

Se nota en la **Tabla 4**. Que, según la NTCSE, la tolerancia para la distorsión armónica es THD < 8%. En el analizador de redes, se observa que el decimoquinto de THD (15) tiene una relación de 0.41%, el estándar indica que el límite de tolerancia es 0.3%, la vigésimo uno de THD (21) tiene una relación de 0.22%, el estándar indica que el límite de tolerancia es 0.2%, en ambos casos no

cumplió con los estándares técnicos de calidad. Los otros están dentro de las tolerancias específicas por las especificaciones.

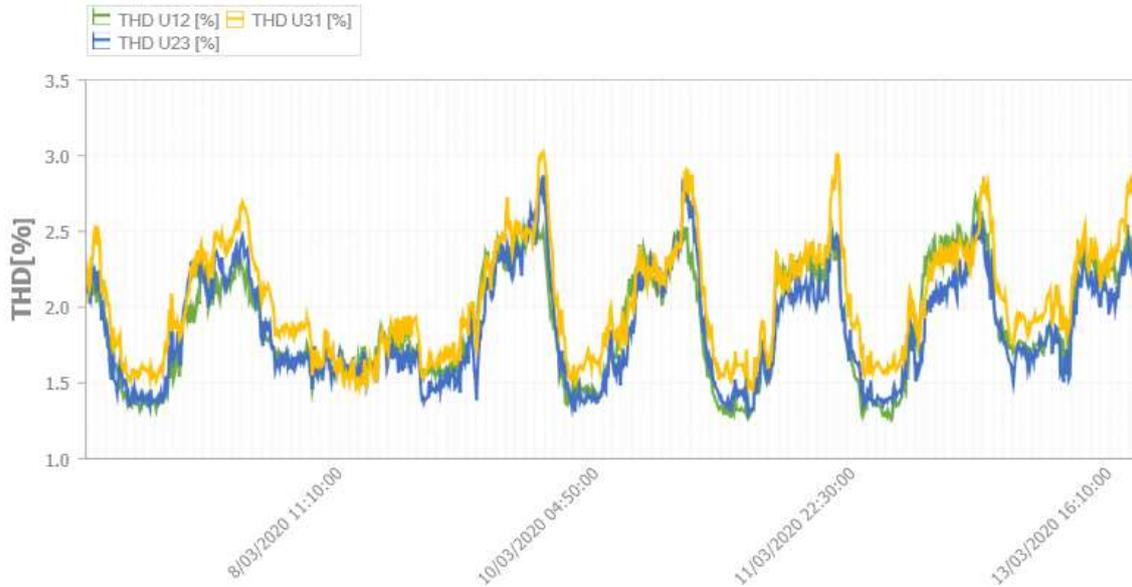


Figura 29.

Gráfica de armónicos

Fuente: (Reporte Metrel MI - 2892, 2020)

La **Figura 29**. Se muestra la fluctuación del THD durante 7 días y se confirma que dicha variación está dentro del rango permisible de THD < 8%.

Para el parámetro de corriente eléctrica, a partir los 2050 datos obtenidos por el analizador de redes, se realiza la **Tabla 5**. Como resumen de todos los días en que se realizó la medición.

Tabla 5.

Resumen de la corriente

FECHA	I1 [A]			I2 [A]			I3 [A]		
	MÁX.	PROM.	MÍN.	MÁX.	PROM.	MÍN.	MÁX.	PROM.	MÍN.
6/03/20	59.00	37.03	31.00	56.00	37.67	33.00	45.00	29.86	23.00
7/03/20	38.00	23.05	16.00	39.00	23.96	14.00	26.00	14.06	8.00
8/03/20	30.00	20.60	8.00	30.00	19.84	7.00	21.00	15.54	5.00
9/03/20	65.00	31.84	11.00	62.00	31.19	9.00	50.00	22.66	5.00
10/03/20	60.00	32.45	17.00	61.00	33.79	18.00	48.00	26.56	9.00
11/03/20	58.00	29.97	20.00	57.00	30.13	20.00	49.00	21.41	7.00
12/03/20	56.00	31.32	18.00	55.00	31.09	18.00	48.00	22.75	10.00
13/03/20	63.00	37.40	13.00	60.00	35.67	10.00	51.00	26.29	5.00

Fuente: Elaboración propia

Se nota en la **Tabla 5**. Los valores máximo, promedio y mínimo para cada día de medición. La corriente máxima fue de 63 A el 13/03 y la corriente mínima fue de 5 A el 13/03. Donde se observa el desbalance de cargas dicho día.

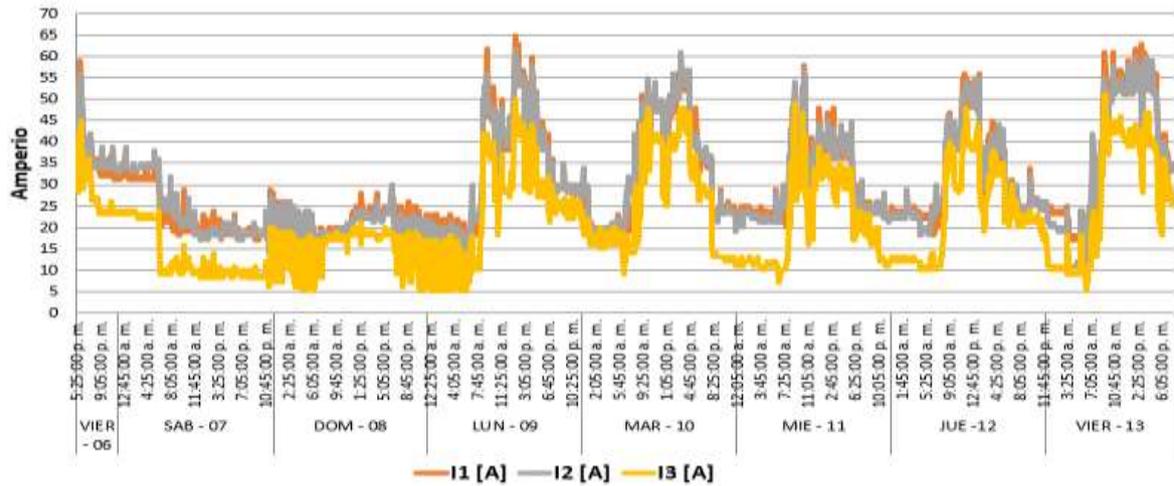


Figura 30.

Gráfica de corriente

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 30**, se muestra el desbalance de carga durante varios días de medición: el 07/03 por la mañana - tarde, el 10/03 por la noche, el 11/03 alrededor de la noche y el 13/03 durante de todo el día. Se tiene que realizar un balance de cargas, como segunda etapa se verifica la capacidad de los conductores y la protección.

Para el parámetro de factor de potencia, a partir de los 2050 datos obtenidos por el analizador de redes, se realiza la **Tabla 6**. Como resumen de todos los días que se realizó la medición.

Tabla 6.
Resumen de factor de potencia

FECHA	F.P.		
	MÁX.	PROM.	MÍN.
6/03/2020	0.91	0.83	0.79
7/03/2020	0.89	0.80	0.71
8/03/2020	0.95	0.85	0.77
9/03/2020	0.95	0.86	0.71
10/03/2020	0.92	0.85	0.77
11/03/2020	0.92	0.82	0.71
12/03/2020	0.93	0.81	0.71
13/03/2020	0.91	0.84	0.71

Fuente: Elaboración propia

Se nota en la **Tabla 6**. Los valores máximo, promedio y mínimo para cada día de medición. El factor de potencia máximo durante la semana fue de 0.95 y el mínimo fue 0.71, lo cual lo recomendado es tener un F.P = 0.96 como mínimo en las instalaciones.

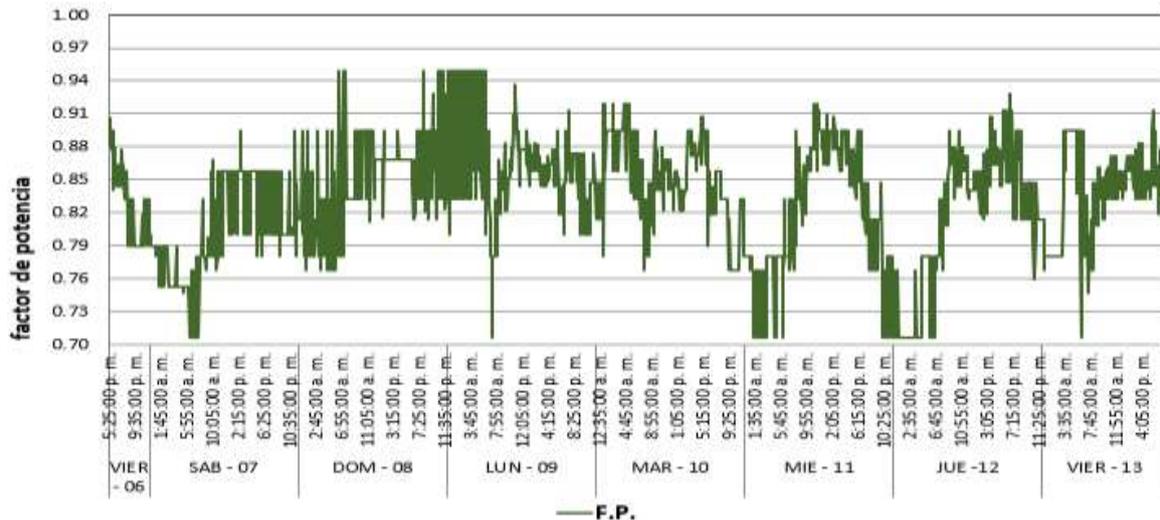


Figura 31.
Gráfica de factor de potencia

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 31**. Muestra que durante las primeras horas de la mañana del 09/03, se mantuvo constante y cambió en los otros días. Los días 07/03, 11/03, 12/03 y 13/03 se observa que el factor de potencia es más bajo.

Para el parámetro de potencia aparente, de los 2050 datos adquiridos por el analizador de redes, se realiza la **Tabla 7**. Como resumen de todos los días que se realizó la medición.

Tabla 7.
Resumen de potencia aparente

FECHA	kVA		
	MÁX.	PROM.	MÍN.
6/03/2020	18.36	12.43	10.00
7/03/2020	12.81	7.41	3.61
8/03/2020	9.43	6.93	2.24
9/03/2020	20.59	10.21	3.16
10/03/2020	20.12	11.07	5.83
11/03/2020	18.87	9.85	6.40
12/03/2020	18.36	10.47	5.66
13/03/2020	20.25	12.05	4.24

Fuente: Elaboración propia

Se nota en la **Tabla 7**. Los valores máximo, promedio y mínimo para cada día de medición. La potencia aparente más alta fue de 20.59 kVA y la más mínima fue de 2.64 kVA.

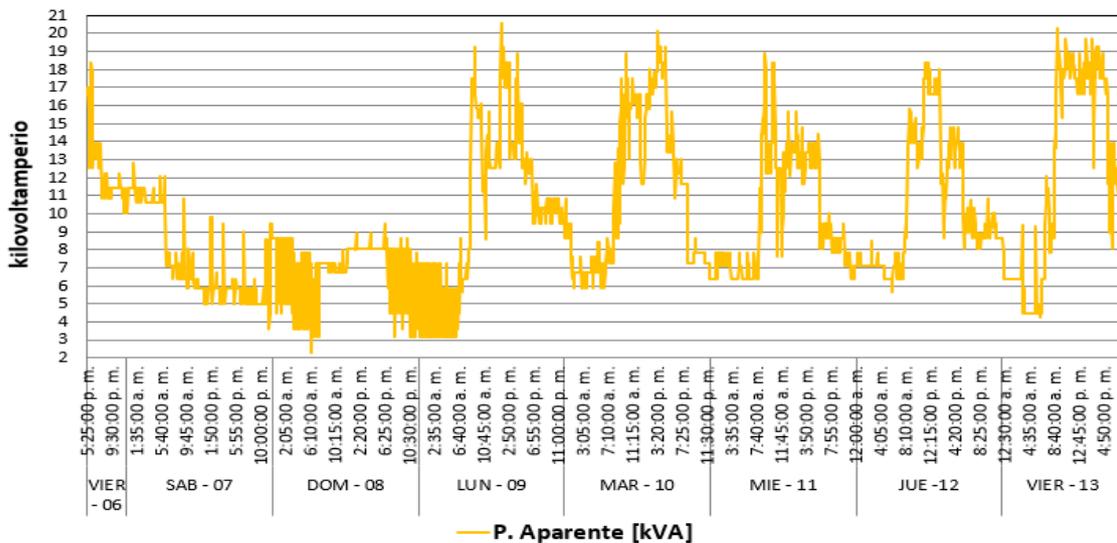


Figura 32.

Gráfica de potencia aparente

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 32**. Muestra como fluctúa la potencia aparente en el transcurso de los 7 días, notamos que el día 09/03 en la tarde alrededor de la 1:30 p.m., indica la potencia máxima, ya que otros días fluctúa cerca de la mitad de la potencia máxima.

Para el parámetro de potencia activa, a partir de los 2050 datos adquiridos por el analizador de redes, se realiza la **Tabla 8**. Como resumen de todos los días que se realizó la medición.

Tabla 8.
Resumen de potencia activa

FECHA	kW		
	MÁX.	PROM.	MÍN.
6/03/2020	16.00	10.38	8.00
7/03/2020	10.00	5.89	3.00
8/03/2020	8.00	5.87	2.00
9/03/2020	18.00	8.78	3.00
10/03/2020	18.00	9.44	5.00
11/03/2020	16.00	8.19	5.00
12/03/2020	16.00	8.66	4.00
13/03/2020	17.00	10.15	3.00

Fuente: Elaboración propia

Se nota en la **Tabla 8**. Los valores máximo, promedio y mínimo para cada día de medición. La potencia activa más alta fue de 18 kW y la mínima fue de 2 kW.

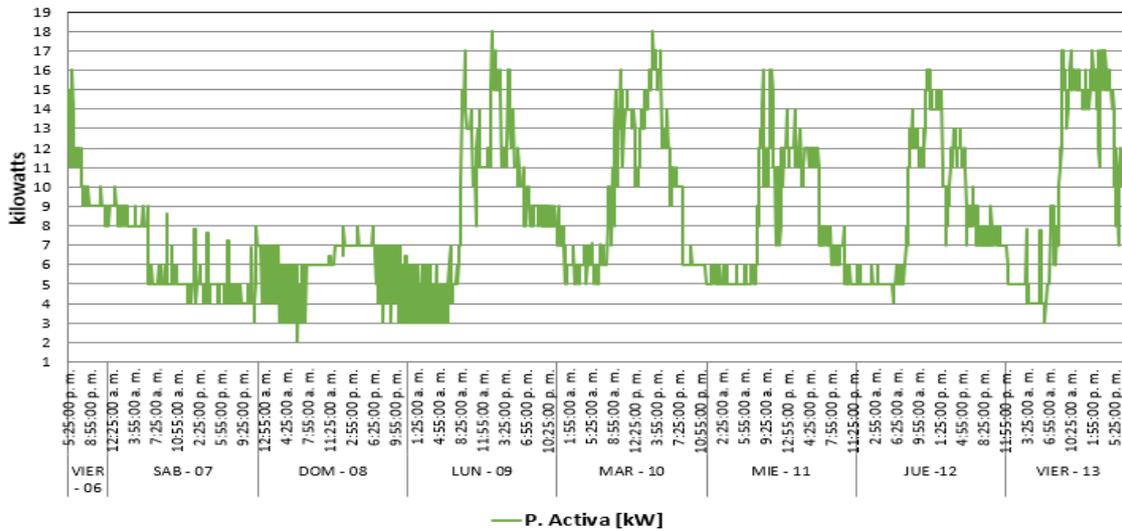


Figura 33.

Gráfica de potencia activa

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 33**. Muestra como la potencia fluctúa durante los 7 días, notamos que el 09/03 alrededor de la 1:30 pm y el 10/03 alrededor de las 3:20 p.m. alcanzan la potencia máxima, por lo que en otros días oscila en un porcentaje más alto de la mitad de la potencia máxima.

Para el parámetro de potencia reactiva, de los 2050 datos adquiridos por el analizador de redes, se realiza la **Tabla 9**. Como resumen de todos los días que se realizó la medición.

Tabla 9.
Resumen de potencia reactiva

FECHA	kVAR		
	MÁX.	PROM.	MÍN.
6/03/2020	9.00	6.78	6.00
7/03/2020	8.00	4.46	2.00
8/03/2020	5.00	3.64	1.00
9/03/2020	10.00	5.17	1.00
10/03/2020	10.00	5.74	3.00
11/03/2020	10.00	5.38	3.00
12/03/2020	10.00	5.79	4.00
13/03/2020	11.00	6.45	2.00

Fuente: Elaboración propia

Se nota en la **Tabla 9**. Los valores máximo, promedio y mínimo para cada día de medición. El valor de la potencia reactiva más alta fue 11 kVAR y el mínimo fue 1 kVAR.

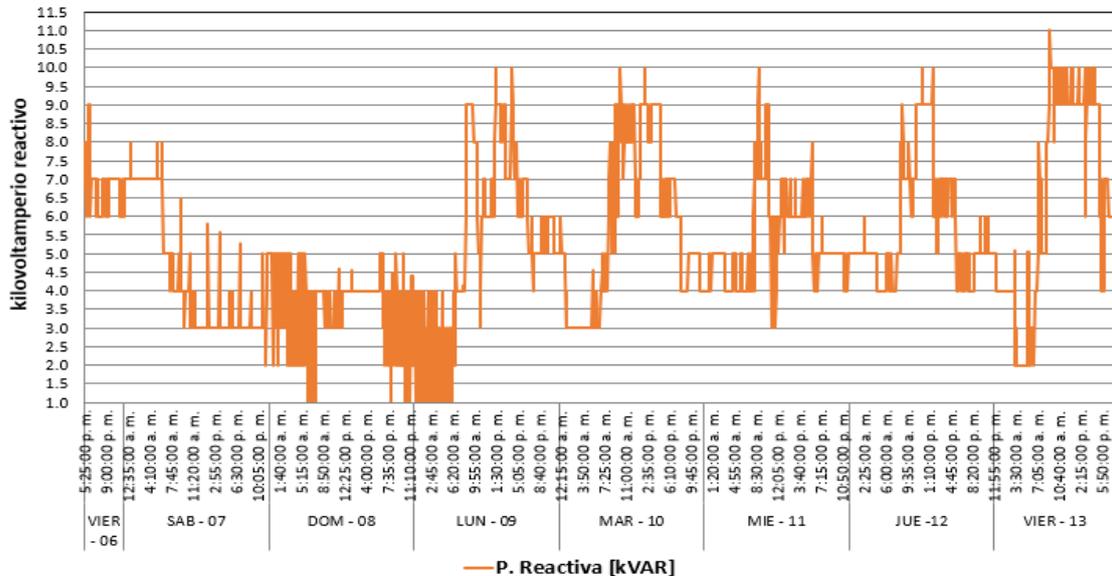


Figura 34.

Gráfica de potencia reactiva

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 34**. Muestra que el 13/03 alrededor de las 9:00 a.m. registró su potencia máxima y en otros días fluctuó aproximadamente a la mitad de la potencia máxima.

Para el parámetro de energía activa, de los 2050 datos adquiridos por el analizador de redes, se realiza la **Tabla 10**. Como resumen de todos los días que se realizó la medición.

Tabla 10.
Resumen de energía activa

FECHA	E. Activa		
	MÁX.	PROM.	MÍN.
6/03/2020	1.33	0.86	0.67
7/03/2020	0.83	0.49	0.25
8/03/2020	0.67	0.49	0.17
9/03/2020	1.50	0.73	0.25
10/03/2020	1.50	0.79	0.42
11/03/2020	1.33	0.68	0.42
12/03/2020	1.33	0.72	0.33
13/03/2020	1.42	0.85	0.25

Fuente: Elaboración propia

Se nota en la **Tabla 10**. Los valores máximo, promedio y mínimo para cada día de medición. El valor de la energía activa más alta fue 1.5 kW.h y el mínimo fue 0.2 kW.h.

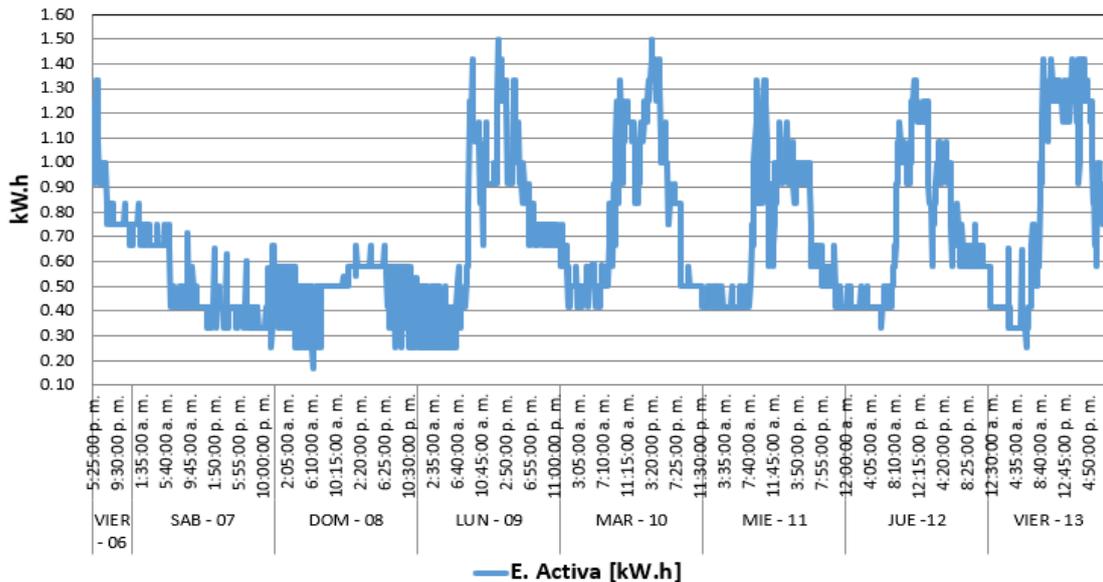


Figura 35.

Gráfica de energía activa

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 35**. Muestra que el 09/03 alrededor de las 13:34 p.m. y el 10/03 alrededor de las 15:24 p.m. registro su energía máxima y en otros días fluctuó aproximadamente a la mitad de la energía máxima.

Para el parámetro de energía reactiva, de los 2050 datos adquiridos por el analizador de redes, se realiza la **Tabla 11**. Como resumen de todos los días que se realizó la medición.

Tabla 11.
Resumen de energía reactiva

FECHA	E. Reactiva		
	MÁX.	PROM.	MÍN.
6/03/2020	0.75	0.57	0.50
7/03/2020	0.67	0.37	0.17
8/03/2020	0.42	0.30	0.08
9/03/2020	0.83	0.43	0.08
10/03/2020	0.83	0.48	0.25
11/03/2020	0.83	0.45	0.25
12/03/2020	0.83	0.48	0.33
13/03/2020	0.92	0.54	0.17

Fuente: Elaboración propia

Se nota en la **Tabla 11**. Los valores máximo, promedio y mínimo para cada día de medición. El valor de la energía reactiva más alta fue 0.92 kVAR.h y el mínimo fue 0.08 kVAR.h.

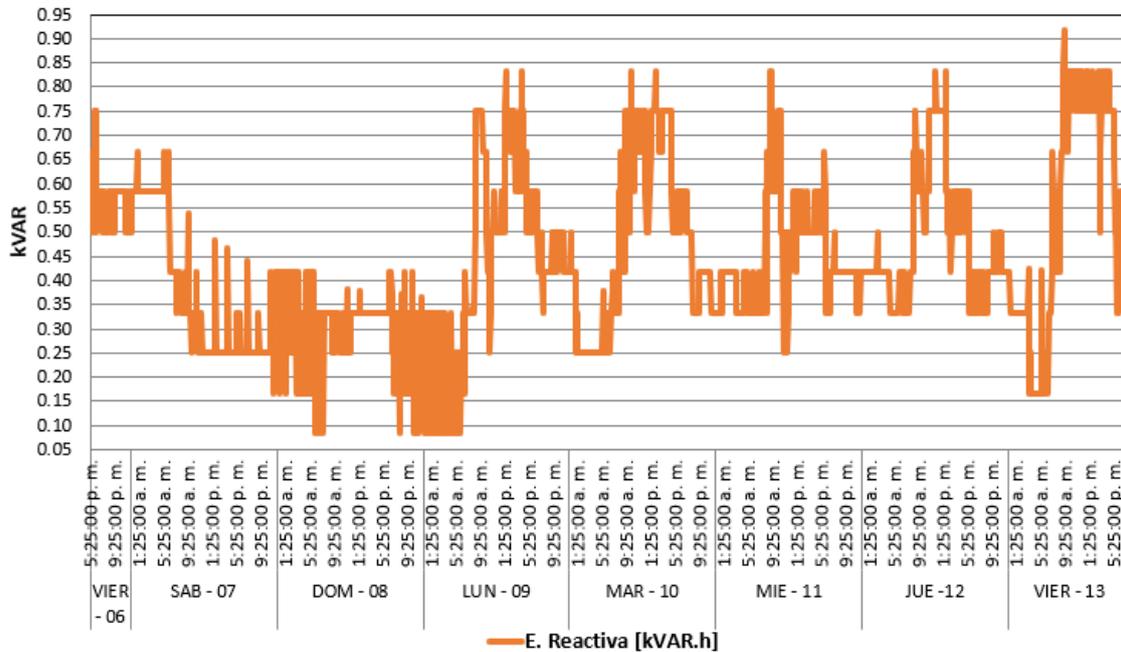


Figura 36.

Gráfica de energía reactiva

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 36**. Muestra que el 13/03 alrededor de las 09:14 a.m. registró su energía máxima y en otros días fluctuó aproximadamente a la mitad de la energía máxima.

3.2.5. Evaluación de la tarifa BT5B y comparación con tarifas de MT y BT

Con el objetivo de reducir la facturación del consumo eléctrico de la empresa con los valores de potencia activa, potencia reactiva, energía activa y energía reactiva, se realizará una tabla comparativa según la tarifa actual es BT5B residencial con tarifas de MT y BT para analizar la comparativa de consumos y los ahorros mensuales que se generaría.

A partir de los 2050 datos obtenidos por el analizador de redes, se observa la siguiente **Tabla 12**. En la que se tienen los parámetros de potencia activa, energía activa y energía reactiva.

Tabla 12.*Historial de consumo de los últimos 6 meses*

Meses	Demanda Leída (kW)		Energía (kW.h)			E. R. Leída (kVAR.h)
	HP	HFP	HP	HFP	Total	
SEPTIEMBRE	16.00	18.00	1117.50	4473.00	5590.50	3597.70
OCTUBRE	16.00	18.00	1117.50	4473.00	5590.50	3597.70
NOVIEMBRE	16.00	18.00	1117.50	4473.00	5590.50	3597.70
DICIEMBRE	16.00	18.00	1117.50	4473.00	5590.50	3597.70
ENERO	16.00	18.00	1117.50	4473.00	5590.50	3597.70
FEBRERO	16.00	18.00	1117.50	4473.00	5590.50	3597.70

HP: Horas Punta HFP: Horas Fuera de Punta E.R.: Energía reactiva

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 12**, la potencia activa máxima en HP y HFP, en el caso de energía activa, la suma de todas las energías en HP y HFP obtenidas durante los 7 días de medición se le multiplica por 4 por separado y junto, este valor se pone en la tabla como consumo del mes proyectado, y finalmente en la energía reactiva, se suma el total de los 7 días y se multiplica por 4 como consumo del mes proyectado.

Para realizar el cambio de tarifa propuesto, se considera los valores de los parámetros al menos 6 meses antes del análisis, pero en este caso, BT5B, solo nos muestran el consumo de energía, y por lo tanto los valores obtenidos por el analizador de redes se considerarán igual en los meses anteriores.

En ciertas tarifas de MT y BT se realiza una clasificación tarifaria.

Para determinar la clasificación se utiliza la siguiente relación:

$$\text{Calificación Tarifaria (C. T.)} = \frac{\text{EA HP mes}}{\text{M. D. leída mes} * \# \text{ HP mes}}$$

Dónde:

EA HP mes = Energía activa consumida en hora punta del mes

M.D. leída mes = Máxima demanda leída del mes

HP mes = Número de horas punta del mes

Para calcular # HP mes, se usó la siguiente **Tabla 13**

Tabla 13.**Cálculo de # HP mes**

Fecha de lectura actual	20/03/2020
Fecha de lectura anterior	20/02/2020
Días de facturación (A)	29 días
Domingos y feriados del periodo de facturación (B)	4 días
Número de horas punta por día (C)	5 horas / días
Número de horas punta mes	(A-B) x C horas
Número de horas punta mes (#HP mes)	125 horas

Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 13** se realizó los cálculos y el resultado fue 125 horas punta del mes.

Si:

- C.T. ≥ 0.5 , el usuario es considerado como cliente presente en punta
- C.T. < 0.5 , el usuario es considerado como cliente fuera de punta

Sustituyendo todos los datos de la clasificación tarifaria, tenemos la **Tabla 14**:

Tabla 14.**Clasificación Tarifaria**

EA HP mes	1117.5 kW.h
M.D. leída mes	18 kW
Número de horas punta mes (#HP mes)	125 horas
Clasificación tarifaria	0.497

Fuente: Elaboración propia

La **Tabla 14** muestra los valores de cada dato requerido y concluye que el cliente tiene una C.T. de 0.497, por lo que el cliente se clasificada como cliente fuera de punta.

A continuación, se mostrarán los cálculos de consumo a facturar para cada tarifa en MT:

MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	CONSUMO A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	UNIDAD	IMPORTE
TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P					
	Cargo Fijo Mensual		4.89	S./mes	S/4.89
TARIFA MT2:	Cargo por Energía Activa en Punta	1117.5	26.4	ctm. S./kW.h	S/295.02
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	4473	22.25	ctm. S./kW.h	S/995.24
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	16	57.81	S./kW-mes	S/924.96
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	16	8.94	S./kW-mes	S/143.04
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	2	9.67	S./kW-mes	S/19.34
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	1920.55	4.59	ctm. S./kVar.h	S/88.15
				TOTAL	S/2,470.65

Figura 37.

Consumos a facturar en MT2

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 37**. Muestra todos los cargos incluidos en la tarifa MT2, que no clasifica al cliente si está en HP o en HFP. El monto final a pagar es de S/. 2,470.65 soles.

MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	CONSUMO A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	UNIDAD	IMPORTE
TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P					
	Cargo Fijo Mensual		4.87	S./mes	S/4.87
TARIFA MT3:	Cargo por Energía Activa en Punta	1117.5	26.4	ctm. S./kW.h	S/295.02
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	4473	22.25	ctm. S./kW.h	S/995.24
	CARGO POR POTENCIA ACTIVA DE GENERACIÓN PARA USUARIOS:				
	Presentes en Punta	0	50.48	S./kW-mes	S/0.00
	Presentes Fuera de Punta	18	33.12	S./kW-mes	S/596.16
	CARGO POR POTENCIA ACTIVA DE REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA USUARIOS:				
	Presentes en Punta	0	9.72	S./kW-mes	S/0.00
	Presentes Fuera de Punta	18	9.71	S./kW-mes	S/174.78
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	1920.55	4.59	ctm. S./kVar.h	S/88.15
				TOTAL	S/2,154.23

Figura 38.

Consumos a facturar en MT3

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 38**. Muestra todos los cargos incluidos en la tarifa MT3, en esta tarifa se clasifica al cliente si está en HP o en HFP, en nuestro caso la empresa está clasificada como cliente en HFP como indica la **Tabla 14** y por lo tanto el cargo de potencia activa de generación y potencia activa de redes de distribución se toma el precio en presente en fuera de punta. El monto final a pagar es de S/. 2,154.23 soles.

MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	CONSUMO A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	UNIDAD	IMPORTE
TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P					
TARIFA MT4:	Cargo Fijo Mensual		4.87	S./mes	S/4.87
	Cargo por Energía Activa	3597.7	23.18	ctm. S./kW.h	S/ 833.95
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
	Presentes en Punta	0	50.48	S./kW-mes	S/ 0.00
	Presentes Fuera de Punta	18	33.12	S./kW-mes	S/596.16
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
	Presentes en Punta	0	9.72	S./kW-mes	S/0.00
	Presentes Fuera de Punta	18	9.71	S./kW-mes	S/ 174.78
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	1920.55	4.59	ctm. S./kVar.h	S/88.15
				TOTAL	S/1,697.91

Figura 39.

Cargos a facturar en MT4

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 39**. Muestra todos los cargos incluidos en la tarifa MT4, en esta tarifa se clasifica al cliente si está en HP o en HFP, en nuestro caso la empresa está clasifica como cliente en HFP como indica la **Tabla 14** y por lo tanto el cargo de potencia activa de generación y potencia activa de redes de distribución se toma el precio en presente en fuera de punta. El monto final a pagar es de S/. 1,697.91 soles.

A continuación, se mostrarán los cálculos de consumo a facturar para cada tarifa en BT:

BAJA TENSIÓN	UNIDAD	CONSUMO A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	UNIDAD	IMPORTE
TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P					
TARIFA BT2:	Cargo Fijo Mensual		4.89	S./mes	S/4.89
	Cargo por Energía Activa en Punta	1117.5	28.81	ctm. S./kW.h	S/ 321.95
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	4473	24.28	ctm. S./kW.h	S/1,086.04
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	16	61.54	S./kW-mes	S/ 984.64
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	16	43.03	S./kW-mes	S/688.48
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	2	35.22	S./kW-mes	S/ 70.44
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	1920.55	4.59	ctm. S./kVar.h	S/88.15
				TOTAL	S/ 3,244.60

Figura 40.

Cargos a facturar en BT2

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 40**. Muestra todos los cargos incluidos en la tarifa BT2, que no clasifica al cliente si está en HP o en HFP. El monto final a pagar es de S/. 3,244.6 soles.

BAJA TENSIÓN	UNIDAD	CONSUMO A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	UNIDAD	IMPORTE
TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P					
	Cargo Fijo Mensual		4.87	S./mes	S/4.87
	Cargo por Energía Activa en Punta	1117.5	28.81	ctm. S./kW.h	S/321.95
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	4473	24.28	ctm. S./kW.h	S/1,086.04
TARIFA BT3:	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
	Presentes en Punta	0	54.42	S./kW-mes	S/0.00
	Presentes Fuera de Punta	18	35.98	S./kW-mes	S/647.64
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
	Presentes en Punta	0	44.5	S./kW-mes	S/0.00
	Presentes Fuera de Punta	18	40.88	S./kW-mes	S/735.84
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	1920.55	4.59	ctm. S./kVar.h	S/88.15
				TOTAL	S/2,884.50

Figura 41.

Cargos a facturar en BT3

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 41**. Muestra todos los cargos incluidos en la tarifa BT3, en esta tarifa se clasifica al cliente si está en HP o en HFP, en nuestro caso la empresa está clasificada como cliente en HFP como indica la **Tabla 14** y por lo tanto el cargo de potencia activa de generación y potencia activa de redes de distribución se toma el precio en presente en fuera de punta. El monto final a pagar es de S/. 2,884.50 soles.

BAJA TENSIÓN	UNIDAD	CONSUMO A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	UNIDAD	IMPORTE
TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P					
	Cargo Fijo Mensual		4.87	S./mes	S/4.87
	Cargo por Energía Activa	5590.5	25.3	ctm. S./kW.h	S/1,414.40
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
TARIFA BT4:	Presentes en Punta	0	54.42	S./kW-mes	S/0.00
	Presentes Fuera de Punta	18	35.98	S./kW-mes	S/647.64
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
	Presentes en Punta	0	44.5	S./kW-mes	S/0.00
	Presentes Fuera de Punta	18	40.88	S./kW-mes	S/735.84
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	1920.55	4.59	ctm. S./kVar.h	S/88.15
				TOTAL	S/2,890.90

Figura 42.

Cargos a facturar en BT4

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 42**. Muestra todos los cargos incluidos en la tarifa BT4, en esta tarifa se clasifica al cliente si está en HP o en HFP, en nuestro caso la empresa está clasificada como cliente en HFP como indica la **Tabla 14** y por lo tanto el cargo de potencia activa de generación y potencia activa de redes de distribución se toma el precio en presente en fuera de punta. El monto final a pagar es de S/. 2,890.90 soles.

BAJA TENSIÓN	UNIDAD	CONSUMO A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	UNIDAD	IMPORTE
TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 2E					
Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20kW en HP y HFP					
TARIFA BT5A:	Cargo Fijo Mensual		4.87	S./mes	S/ 4.87
	Cargo por Energía Activa en Punta	1117.5	187.71	ctm. S./kW.h	S/ 2,097.66
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	4473	24.28	ctm. S./kW.h	S/ 1,086.04
	Cargo por Exceso de Potencia en Horas Fuera de Punta	2	38.19	S./kW-mes	S/ 76.38
				TOTAL	S/ 3,264.95

Figura 43.

Consumos a facturar en BT5A

Fuente: Elaboración propia

La **Figura 43**. Muestra todos los cargos incluidos en la tarifa BT5A, en esta tarifa los cargos son por el consumo de energía activa y por exceso de potencia en horas fuera de punta. El monto final a pagar es de S/. 3,264.95 soles.

La siguiente **Tabla 15**. Se muestra un resumen de los pagos que tendrá que pagar la empresa si estuviera en cada tarifa en MT y BT:

Tabla 15.

Ahorro mensual en cada tarifa

CUADRO COMPARATIVO ENTRE OPCIONES TARIFARIAS			
TARIFAS	PAGOS MENSUAL PROYECTADO	AHORRO	
MT2	S/ 2,470.65	S/ 1,314.55	
MT3	S/ 2,154.23	S/ 1,630.97	
MT4	S/ 1,697.91	S/ 2,087.29	
BT2	S/ 3,244.60	S/ 540.60	
BT3	S/ 2,884.50	S/ 900.70	
BT4	S/ 2,890.90	S/ 894.30	
BT5A	S/ 3,264.95	S/ 520.25	
BT5B RESIDENCIAL	S/ 3,785.20	S/ 0.00	

Fuente: Elaboración propia

Se observa en la **Tabla 15**. Que el mayor ahorro es de S/ 2,087.29 soles en la tarifa MT4 de todas las tarifas de MT y de S/ 900.70 soles en la tarifa BT3 de todas las tarifas de BT.

3.3. Resultados

1. Con los cálculos de cada tarifa de MT y BT, se elaboró un cuadro resumen que muestra el monto en cada tarifa y los ahorros que se podrían obtener si se cambia a dicha tarifa. Los mayores ahorros ocurren en la tarifa de MT4 con S/ 2,087.29 soles por mes, pero este cambio requiere una mayor inversión como el costo de la celda, subestación, cableado, etc.

Entre los precios de BT, el más recomendado es el BT3 con un ahorro mensual de S/ 900.70 soles al mes y una inversión más administrativas.

2. Como resultado de la potencia activa, se puede apreciar que la demanda máxima de la instalación fue de 18 kW, sin embargo, la potencia contratada con Luz del Sur es de 15 kW, en consecuencia, debe requerir un aumento de carga. Para la potencia reactiva, encontramos que la potencia máxima en la instalación fue de 11 kVAR, que es un nivel alto para la empresa.
3. De los resultados de la tabla y gráfica de la energía activa, se puede apreciar que el mayor consumo de energía en las instalaciones en la empresa fue de 1.5 kW el 9 de marzo a las 13:34 p.m. y el 10 de marzo a las 15:24 p.m., el consumo mínimo es de 0.2 kW el 8 de marzo a las 18:24 p.m. Con los resultados de la energía reactiva, su consumo máximo fue de 0.92 kVAR el 13 de marzo a las 9:14 a.m. y un consumo mínimo de 0.1 kVAR el día 8 de marzo en la mañana y el día 9 de marzo en la mañana.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los resultados obtenidos por el analizador de redes, se llegó a la conclusión que es viable el cambio de tarifa, por lo que la empresa tiene que solicitar un cambio de tarifa a BT3 y genere un ahorro mensual de S/.900.70 soles y si se hace una proyección anual se tendría un ahorro de S/.3,602.80 soles. Esto sería una ventaja para la empresa si desea adquirir nuevos equipos en las instalaciones o poder aumentar el ahorro mediante una auditoria energética.
2. Se llegó a la conclusión que el parámetro de potencia activa es esencial porque se observa el consumo en HP y en HFP para el cambio de tarifa y también se observa si la potencia que tiene la empresa es la indicada o si se requiere un aumento de carga a la empresa Luz del Sur, además se observa que la potencia reactiva es alta y, por lo tanto, se tiene que compensar esta potencia mediante un banco de condensadores para reducir el parámetro anterior y mejorar el F.P.
3. Concluimos que el parámetro de energía activa es necesario porque se observa el consumo en HP y HFP durante la semana y luego se realiza una proyección del consumo mensual de la empresa para el cambio de tarifa óptima. La energía reactiva también es esencial para el cambio de tarifa donde se observa que es alta y se tiene que pagar por exceder el 30% del total de energía activa, si se compensa la potencia reactiva, la energía reactiva reduciría considerablemente y su pago mensual también se reducirá.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la empresa Agrícola las Llamozas S.A. solicitar el cambio de tarifa a BT3, a través de una solicitud a Luz del Sur, cuya solicitud tiene que estar firmada por el interesado, los documentos vigentes del predio donde se ubica el suministro, documento de identidad (DNI) del propietario, fotografía panorámica de la fachada y el lugar propuesto donde se instalara el suministro. También indicar que mejore los valores de calidad de tensión, porque están fuera de la NTCSE y esto provoca flickers en las instalaciones. En el caso de que el problema sea interno, la empresa tendrá que incorporar un estabilizador y/o UPS para proteger los equipos críticos y sensibles en la instalación.
2. Se recomienda que la potencia activa que se encontró era mayor a la contratada de 15 kW, por lo que la empresa tiene que solicitar una nueva potencia contratada y esto está sujeto del cuadro de cargas actualizado que se tenga en las instalaciones. Para la potencia reactiva se recomienda instalar un banco de condensadores con capacidad de 10 kVAR, con 2 pasos (el primer paso de 5 kVAR y el segundo 5 kVAR) y preferiblemente automático para reducir dicha potencia y poder mejorar el factor de potencia que tiene la empresa.
3. Se recomienda en la energía activa mantener su clasificación de cliente en fuera de punta porque Luz del Sur cobra menos costos si es que estuviera clasificado como cliente en hora punta. Para la energía reactiva, si se mejora el consumo de potencia reactiva mediante el banco de condensadores, la energía también se disminuirá, lo que reduciría el pago por exceder el 30% del total de energía activa y aumentaría el ahorro mensual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Tafur, F. A., & Montañez Vega, D. F. (2019). *Sistema de eficiencia energética eléctrica en la empresa Proeléctricos S.A.S.* Bogotá.
- Altamirano López, W. O. (2018). *Diseño de plan de gestión de energía eléctrica, en base a auditoría energética y normas eléctricas peruanas en empresa Molinos Calcareos SAC para reducir costos de operación.* Trujillo.
- Arteaga, J. (2016). Desarrollo y montaje de una planta industrial de Cemento. *Universidad Nacional de Cordova*, 34.
- Avalos, C., Perez, J., & Garcia, J. (23 de enero de 2012). Diagnóstico de estado y control del mantenimiento de los transformadores de la subestación 19 de Cotocollao. *Universidad Nacional del Centro*, 23. Recuperado el 11 de Setiembre de 2021, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/697>
- Bernabé Barrueto, I. J. (2019). *Análisis de los indicadores energéticos para optimizar su consumo en la empresa Allus Spain S.L sucursal del Perú.* Chiclayo.
- Capitán Ramirez, A. J. (2018). *Auditoría 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.* Lambayeque.
- Carbajal Belleza, C. A. (2018). *Auditoría energética eléctrica para una reducción en su consumo energético y uso eficiente de la energía en la Fabrica Molinera Sudamérica S.A.C. ubicado en la carretera auxiliar Panamericana nte. 779 - Lambayeque.* Lambayeque, Perú.
- Cárdenas Ayala, B. M. (2017). *Auditoría energética de las instalaciones de la empresa ecuatoriana de artefactos S.A. "ECASA".* Quito.
- Céspedes Molano, L. E., & Saad Gómez, J. A. (2007). *Evaluación técnica y diagnóstico de la calidad de energía eléctrica en la planta Quala S.A.* Bogota, Colombia.
- Chambi Zapata, Y. E. (2016). *Análisis de la calidad de servicio eléctrico y su incidencia en la rentabilidad de la empresa Electro Puno S.A.A. sector sub estación Bellavista Periodo 2015".* Puno.
- Churio Silvera, O., Valencia Ochoa, G., & Vanegas Chamorro, M. (2018). Estudio y diagnóstico de la calidad de la energía de un campus universitario en la Costa Norte de Colombia. *Avances: Investigación En Ingeniería*, 15(1).

- Recuperado el 26 de Agosto de 2021, de <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.4739>
- Díaz Zurita, D. G. (2018). *Auditoria energética para disminuir el consumo de energía eléctrica en la planta procesadora El Lirio S.A. ubicado en el distrito de la Victoria - Chiclayo - Lambayeque*. Lambayeque.
- Enríquez Harper, G. (2004). *El ABC de la calidad de la energía eléctrica*. Mexico, Mexico: Limusa S.A.
- Enriquez Harper, G. (2006). *Manual de Instalaciones Electricas y Residenciales*. Mexico: Limusa.
- Google maps. (s.f.). *Ubicacion satélital - Grupo Fe*. (Google, Editor) Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Grupo+Fe/@-12.0862169,-76.9896298,730m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9105c74cb065feb3:0xa7a57e4908c7787!8m2!3d-12.086195!4d-76.9874438?hl=es-419>
- Google maps. (s.f.). *Ubicacion Street View*. (Google, Editor) Obtenido de https://www.google.com/maps/place/Grupo+Fe/@-12.0859567,-76.9874912,3a,75y,178.91h,105.85t/data=!3m6!1e1!3m4!1sVK3zgdCW2FIIs90_OjXOMA!2e0!7i13312!8i6656!4m5!3m4!1s0x9105c74cb065feb3:0xa7a57e4908c7787!8m2!3d-12.086195!4d-76.9874438?hl=es-419
- Holguin, M., & Gomez Coello, D. (2010). *Evaluación técnica y diagnóstico de la calidad de la energía en el Nuevo campus de la universidad Politécnica Salesiana*. Guayaquil.
- Leonardo Ventura, M. K. (2018). *Estudio y análisis de calidad del producto enfocado en perturbaciones armónicas en el sistema eléctrico de un ingenio azucarero cartavio S.A.A*. Lambayeque, Lambayeque, Perú.
- Macha Vilca, J. C., & Coila Delgado, A. A. (2017). *Estudio y análisis experimental de la calidad del suministro eléctrico de la Universidad Nacional del Altiplano, utilizando un analizador de redes - 2016*. Puno.
- Metrel. (s.f.). *MI 2892 Power Master*. Recuperado el 21 de 11 de 2021, de <https://www.metrel.es/es/shop/PQA/mi-2892.html>
- Ministerio de Energía y Minas - MEM. (1997). *Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos. DS N° 020-97-EM*. Lima, Lima, Peru: Ministerio de Energía y Minas.
- Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Guía de orientación para la selección de la tarifa eléctrica para usuarios en media tensión*. Lima.

- Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Guía de orientación para la selección de la tarifa eléctrica para usuarios en baja tensión*. Lima.
- Nicaragua Carballo, R. J., & Rivera Ramírez, F. A. (2017). *Propuesta de Metodología para el análisis y estudio de la calidad de la energía eléctrica*. Managua.
- Ocampo Zeas, J. M., & Rodríguez Barreda, D. G. (2019). *Auditoría eléctrica en la empresa de Servicios Fotomecánicos S.A (SERFOSA) para proponer un uso eficiente de la energía*. Managua.
- Ponce Niño de Gúzman, E. (2013). *Análisis de los parámetros de calidad los servicios eléctricos en la Universidad Católica de Santa María*. Arequipa.
- Ramos Ramos, E. D., & Riveros Arcaya, S. E. (2018). *Análisis de la eficiencia energética y calidad de la energía eléctrica en la planta industrial de procesamiento de alimentos agroindustrias Cirmma S.R.L. en la región Puno*. Puno.
- Reporte Metrel MI - 2892. (2020). *Metrel MI - 2892*.
- Rivera Vento, J. V., & Romero Ruiz, W. D. (2020). *Evaluación de la calidad de la energía eléctrica en la empresa Planet Motor's S.A.C*. Pimentel.
- Roncal Saráchaga, A. (2018). *Análisis técnico económico para mejorar la calidad, seguridad y eficiencia del consumo de energía eléctrica en zonas críticas del Hospital Regional Docente de Trujillo*. Trujillo.
- Sánchez Cortés, M. A. (2009). *Calidad de la Energía Eléctrica*. Mexico, Mexico.
- Saucedo Martínez, D. A., & Taxis Villagran, J. L. (2008). *"Factores que afectan la calidad de la energía y su solución"*. Mexico.
- Torocahua Tapia, F. E. (2014). *Diseño e implementación de un tablero analizador de redes para la medición de parámetros eléctricos y de calidad de la energía eléctrica*. Arequipa.
- Torres Marin, J. C. (2018). *Propuesta para el mejoramiento de gestión energética optimizando el consumo de energía eléctrica en una planta de poliestireno expandido – Villa el Salvador*. Villa el Salvador.
- Trujillano Caro, E. F. (2017). *Evaluación de la calidad de la energía eléctrica y cálculo de la opción tarifaria adecuada para el hospital privada Juan Pablo II ubicado en el distrito La Victoria provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque*. Lambayeque.

ANEXOS

Certificado de calibración Metrel MI-2892



METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CLE-2051-2019

OT Expediente: 1752-2019 E-0643 Página: 1 de 3 Fecha de Emisión: 2019-12-31

1 CLIENTE
 ENERLAB S.A.C.
 Dirección: JR. LOS PALMITOS NRO. 127 URB. LOS JARDINES DE SAN JUAN LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

2 INSTRUMENTO
ANALIZADOR DE REDES
 Marca: METREL Alcance de Escala: 1000 V AC / 3000 A AC
 Modelo: MI2892 Tipo de indicación: DIGITAL
 Serie: 17420340

3 FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN
 Fecha de Calibración: 2019-12-31
 Lugar de Calibración: Laboratorio de Electricidad de Energía & Laboratorios S.A.C.

4 METODO DE CALIBRACION
 Se realizó por el método de comparación directa con patrones certificados por el DM-INACAL

5 PATRON DE CALIBRACION

Patrón utilizado	Modelo	Certificado	Trazabilidad
Analizador de Redes	METREL MI2892	LPE-590-2019	DM-INACAL
Termohigrómetro	LUFFT OPUS 20	LH-062-2019	DM-INACAL

6 CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,8 °C
Humedad Relativa	72,3 %H.R.	71,5 %H.R.

7 OBSERVACIONES

- Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran a partir de la página 02 del presente documento.
- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autadhesiva con la indicación "CALIBRADO"
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.




 Ing. Máximo Oriundo Cordero
 CIP 94415
 Gerencia Técnica

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

📍 Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima
 ☎ Metrología (511) 376-9578 📞 Entel: 981452217 📱 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038
 ✉ ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe
 📞 Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ✉ ingenieria@enerlab.com.pe 🌐 www.enerlab.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CLE-2051-2019

Página : 2 de 3
Fecha de Emisión : 2019-12-31

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

L1-MEDICIÓN DE TENSIÓN AC a 60 Hz					
ALCANCE DE INDICACIÓN		INDICACIÓN DEL PATRÓN	INDICACIÓN DEL EQUIPO	ERROR	INCERTIDUMBRE
200	V	20,00 V	20,02 V	0,02 V	0,01 V
		100,00 V	100,05 V	0,05 V	0,01 V
		180,00 V	180,09 V	0,09 V	0,01 V
1000	V	300,0 V	300,1 V	0,1 V	0,1 V
		500,0 V	500,2 V	0,2 V	0,1 V
		900,0 V	900,3 V	0,3 V	0,1 V

L2-MEDICIÓN DE TENSIÓN AC a 60 Hz					
ALCANCE DE INDICACIÓN		INDICACIÓN DEL PATRÓN	INDICACIÓN DEL EQUIPO	ERROR	INCERTIDUMBRE
200	V	20,00 V	20,03 V	0,03 V	0,01 V
		100,00 V	100,06 V	0,06 V	0,01 V
		180,00 V	180,11 V	0,11 V	0,01 V
1000	V	300,0 V	300,2 V	0,2 V	0,1 V
		500,0 V	500,3 V	0,3 V	0,1 V
		900,0 V	900,5 V	0,5 V	0,1 V

L3-MEDICIÓN DE TENSIÓN AC a 60 Hz					
ALCANCE DE INDICACIÓN		INDICACIÓN DEL PATRÓN	INDICACIÓN DEL EQUIPO	ERROR	INCERTIDUMBRE
200	V	20,00 V	20,02 V	0,02 V	0,01 V
		100,00 V	100,08 V	0,08 V	0,01 V
		180,00 V	180,10 V	0,10 V	0,01 V
1000	V	300,0 V	300,1 V	0,1 V	0,1 V
		500,0 V	500,2 V	0,2 V	0,1 V
		900,0 V	900,5 V	0,5 V	0,1 V

MEDICIÓN DE CORRIENTE AC a 60 Hz - Sonda 11					
ALCANCE DE INDICACIÓN		INDICACIÓN DEL PATRÓN	INDICACIÓN DEL EQUIPO	ERROR	INCERTIDUMBRE
3	A	2,998 A	2,997 A	-0,001 A	0,002 A
30	A	15,02 A	14,98 A	-0,04 A	0,08 A
	A	30,03 A	29,96 A	-0,07 A	0,16 A
300	A	200,0 A	199,7 A	-0,3 A	1,0 A
3000	A	1000,1 A	999,2 A	-0,9 A	7,3 A



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Irujancho - Lima - Lima
 Metrología (511) 376-9578 Entel: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038
 ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe
 Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 Ingeniería@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CLE-2051-2019

Página : 3 de 3
Fecha de Emisión : 2019-12-31

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

MEDICIÓN DE CORRIENTE AC a 60 Hz - Sonda I2					
ALCANCE DE INDICACIÓN		INDICACIÓN DEL PATRÓN	INDICACIÓN DEL EQUIPO	ERROR	INCERTIDUMBRE
3	A	2,998 A	2,994 A	-0,004 A	0,002 A
	A	15,02 A	14,98 A	-0,04 A	0,08 A
30	A	30,03 A	29,95 A	-0,08 A	0,16 A
	A	200,0 A	199,8 A	-0,2 A	1,0 A
3000	A	1000,1 A	999,4 A	-0,7 A	0,8 A

MEDICIÓN DE CORRIENTE AC a 60 Hz - Sonda I3					
ALCANCE DE INDICACIÓN		INDICACIÓN DEL PATRÓN	INDICACIÓN DEL EQUIPO	ERROR	INCERTIDUMBRE
3	A	2,998 A	2,995 A	-0,003 A	0,005 A
	A	15,02 A	14,98 A	-0,04 A	0,16 A
30	A	30,03 A	29,96 A	-0,07 A	0,32 A
	A	200,0 A	199,8 A	-0,2 A	2,0 A
3000	A	1000,1 A	999,4 A	-0,7 A	14,6 A

MEDICIÓN DE CORRIENTE AC a 60 Hz - Sonda IN					
ALCANCE DE INDICACIÓN		INDICACIÓN DEL PATRÓN	INDICACIÓN DEL EQUIPO	ERROR	INCERTIDUMBRE
3	A	2,998 A	2,994 A	-0,004 A	0,005 A
	A	15,02 A	14,98 A	-0,04 A	0,16 A
30	A	30,03 A	29,96 A	-0,07 A	0,32 A
	A	200,0 A	199,8 A	-0,2 A	2,0 A
3000	A	1000,1 A	999,2 A	-0,9 A	14,6 A

Fin del Documento



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima
 Metrología (511) 376-9578 Entel: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038
 ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe
 Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

Recibos eléctricos en la Empresa Agrícola las Llamozas S.A.



LUZ DEL SUR
LUZ DEL SUR S.A.A.
AV. CANAVAL Y MOREYRA 280 SAN ISIDRO - LIMA
RUC 2033188008

N° DE SUMINISTRO [REDACTED]

[REDACTED]

Ruta 15-120-0070 Medidor Nro. 005238425 S - 0007

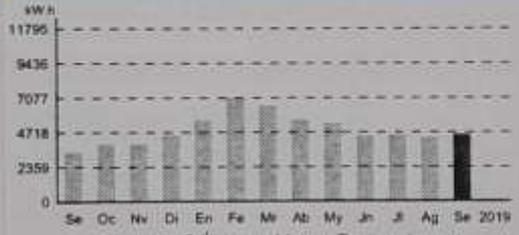
DATOS DEL SUMINISTRO

Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C2.2
Sector Típico	1 (SED133)
Potencia Contratada	15.00 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	TRIFÁSICO Mecánico 3 Hilos

DETALLE DEL CONSUMO

Lectura Actual	411085.00 (23/09/19)
Lectura Anterior	406537.00 (22/08/19)
Diferencia lecturas	4548.00
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	4548.00 kWh

HISTORIA DE CONSUMO



Importe 2 Últimos Meses Facturados
Jul-19 S/ 2 874.31 Ago-19 S/ 2 733.33

MENSAJES AL CLIENTE

Las conexiones clandestinas ponen en riesgo su integridad física y sobrecargan las redes, lo que puede afectar sus electrodomésticos y causar graves accidentes. Denuncie el hurto de energía llamando a Fonoluz, se mantendrá absoluta discreción.

✓ El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 84.71

LISTADO DE INTERRUPTIONES

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS

Mes Facturado **SETIEMBRE 19**

Descripción	Precio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.71
Manl. y Reposición de Conexión		1.65
Consumo de Energía	0.5082	2 311.29
Alumbrado Público		69.00
I.G.V.		429.24
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0084	38.20
Compensación Energía/Potencia		(63.25)
SUBTOTAL DEL MES		2 788.84
Ajuste sencillo mes anterior		0.03
Ajuste sencillo mes actual		(0.07)
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		2 788.80



ENCARGOS DE COBRANZA

TOTAL A PAGAR S/ *2 788.80**



03236528 09000000278880

FECHA DE EMISIÓN

FECHA DE VENCIMIENTO



LUZ DEL SUR

LUZ DEL SUR S.A.A.
AV. CANAVAL Y MOREYRA 880 SAN ISIDRO - LIMA
RUC 20331895009

N° DE SUMINISTRO



Ruta 15-120-0070 Medidor Nro. 005238425 S - 0007

DATOS DEL SUMINISTRO

Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C2.2
Sector Típico	1 (SE0133)
Potencia Contratada	15.00 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	TRIFÁSICO Mecánico 3 Hilos

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS

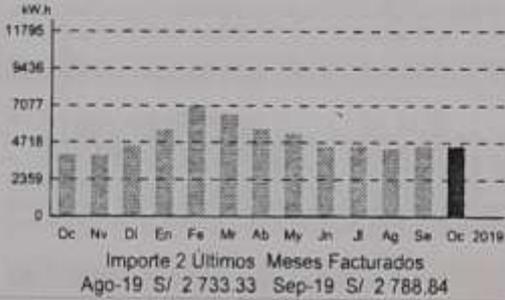
Mes Facturado **OCTUBRE 19**

Descripción	Precio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.72
Mant. y Reposición de Conexión		1.62
Consumo de Energía	0.5177	2 341.04
Alumbrado Público		69.00
I.G.V.		434.59
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0084	37.98
SUBTOTAL DEL MES		2 886.95
Ajuste sencillo mes anterior		0.07
Ajuste sencillo mes actual		(0.02)
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		2 887.00

DETALLE DEL CONSUMO

Lectura Actual	415607.00 (23/10/19)
Lectura Anterior	411085.00 (23/09/19)
Diferencia lecturas	4522.00
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	4522.00 kW.h

HISTORIA DE CONSUMO



MENSAJES AL CLIENTE

Las conexiones clandestinas ponen en riesgo su integridad física y sobrecargan las redes, lo que puede afectar sus electrodomésticos y causar graves accidentes. Denuncie el hurto de energía llamando a Fonoluz, se mantendrá absoluta discreción.

✓ El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 85.80

ENCARGOS DE COBRANZA

TOTAL A PAGAR S/

*****2 887.00**

LISTADO DE INTERRUPCIONES



03236528 10000000288700



LUZ DEL SUR

LUZ DEL SUR S.A.A.
AV. CANAVAL Y MOREYRA 380 SAN ISIDRO - LIMA
RUC 2033199808

N° DE SUMINISTRO

Ruta 15-120-0070 Medidor Nro. 005238425 S - 0007

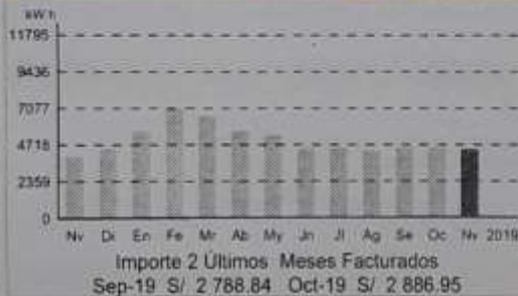
DATOS DEL SUMINISTRO

Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C2.2
Sector Típico	1 (SE0133)
Potencia Contratada	15.00 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	TRIFÁSICO Mecánico 3 Hilos

DETALLE DEL CONSUMO

Lectura Actual	420014.00 (22/11/19)
Lectura Anterior	415607.00 (23/10/19)
Diferencia lecturas	4407.00
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	4407.00 kWh

HISTORIA DE CONSUMO



MENSAJES AL CLIENTE

Las conexiones clandestinas ponen en riesgo su integridad física y sobrecargan las redes, lo que puede afectar sus electrodomésticos y causar graves accidentes. Denuncie el hurto de energía llamando a Fonoluz, se mantendrá absoluta discreción.

✓ El total a pagar incluye: Retargo por FOSE (Ley 27510) S/ 85.90

LISTADO DE INTERRUPCIONES

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS

Mes Facturado **NOVIEMBRE 19**

Descripción	Precio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.73
Mant. y Reposición de Conexión		1.64
Consumo de Energía	0.5316	2 343.64
Alumbrado Público		69.00
I.G.V.		435.07
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0084	37.02
SUBTOTAL DEL MES		2 889.10
Ajuste sencillo mes anterior		0.02
Ajuste sencillo mes actual		(0.02)
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		2 889.10



ENCARGOS DE COBRANZA

TOTAL A PAGAR S/ *2 889.10**



03236528 11000000288910

FECHA DE EMISIÓN

FECHA DE VENCIMIENTO



LUZ DEL SUR

LUZ DEL SUR S.A.S.
AV. CANAVAL Y MOREYRA 382 SAN ISIDRO - LIMA
RUC 20331630008

N° DE SUMINISTRO



Ruta 15-120-0070 Medidor Nro. 005238425 5 - 0007

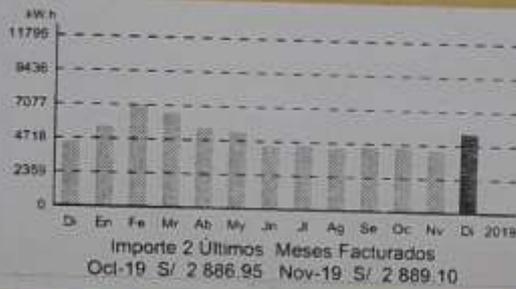
DATOS DEL SUMINISTRO

Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C2.2
Sector Típico	1 (SE0133)
Potencia Contratada	15.00 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	TRIFÁSICO Mecánico 3 Hilos

DETALLE DEL CONSUMO

Lectura Actual	425565.00 (23/12/19)
Lectura Anterior	420014.00 (22/11/19)
Diferencia lecturas	5551.00
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	5551.00 kWh

HISTORIA DE CONSUMO



MENSAJES AL CLIENTE

Luz del Sur les desea una Feliz Navidad, y un nuevo año de esperanza y unión entre todos los peruanos.

✓ El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 109.37.

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS

Mes Facturado **DICIEMBRE 19**

Descripción	Precio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.73
Mant. y Reposición de Conexión		1.64
Consumo de Energía	0.5377	2 984.77
Alumbrado Público		108.50
I.G.V.		557.58
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0084	46.63
SUBTOTAL DEL MES		3 701.85
Ajuste sencillo mes anterior		0.02
Ajuste sencillo mes actual		(0.07)
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		3 701.80



ENCARGOS DE COBRANZA

TOTAL A PAGAR S/

*****3 701.80**



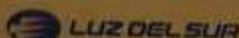
03236528 12000000370180

FECHA DE EMISIÓN

24-DIC-2019

FECHA DE VENCIMIENTO

13-ENE-2020

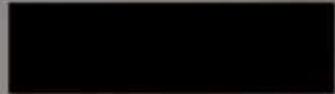




LUZ DEL SUR

LUZ DEL SUR S.A.A.
AV. CANAVAL Y MOREYRA 380 SAN ISIDRO - LIMA
RUC 20331898058

N° DE SUMINISTRO



Ruta 15-120-0070 Medidor Nro. 005238425 S - 0007

DATOS DEL SUMINISTRO

Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C2.2
Sector Típico	1 (SE0133)
Potencia Contratada	15.00 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	TRIFÁSICO Mecánico 3 Hilos

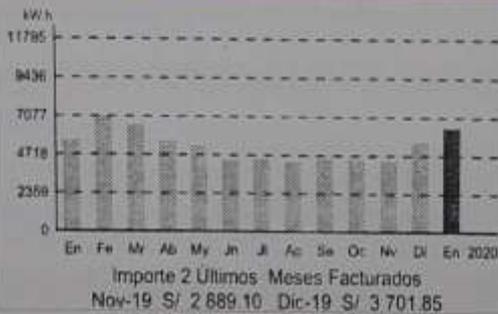
DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS

Mes Facturado ENERO 20		
Descripción	Precio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.73
Mant. y Reposición de Conexión		1.64
Consumo de Energía	0.5378	3 454.83
Alumbrado Público		96.00
I.G.V.		639.94
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0086	55.25
SUBTOTAL DEL MES		4 250.39
Ajuste redondeo mes anterior		0.07
Ajuste redondeo mes actual		(0.06)
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		4 250.40

DETALLE DEL CONSUMO

Lectura Actual	431989.00 (22/01/20)
Lectura Anterior	425565.00 (23/12/19)
Diferencia lecturas	6424.00
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	6424.00 KW.h

HISTORIA DE CONSUMO



MENSAJES AL CLIENTE

Las conexiones clandestinas ponen en riesgo su integridad física y sobrecargan las redes, lo que puede afectar sus electrodomésticos y causar graves accidentes. Denuncie el hurto de energía llamando a Fonoluz, se mantendrá absoluta discreción.

✓ El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 126.58



ENCARGOS DE COBRANZA

TOTAL A PAGAR S/ *4 250.40**



1A.



LUZ DEL SUR

LUZ DEL SUR S.A.A.
AV. CANAVIL Y MOREYRA 380 SAN ISIDRO - LIMA
RUC 2033149009

N° DE SUMINISTRO

Ruta 15-120-0070 Medidor Nro. 005238425 S - 0007

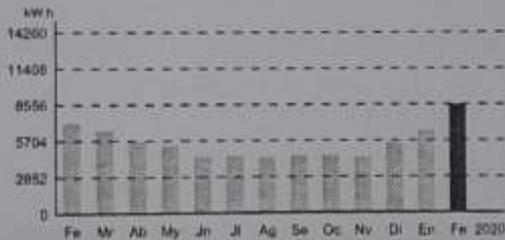
DATOS DEL SUMINISTRO

Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C2.2
Sector Típico	1 (SE0133)
Potencia Contratada	15.00 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	TRIFÁSICO Mecánico 3 Hilos

DETALLE DEL CONSUMO

Lectura Actual	440544.00 (21/02/20)
Lectura Anterior	431989.00 (22/01/20)
Diferencia lecturas	8555.00
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	8555.00 KW h

HISTORIA DE CONSUMO



Importe 2 Últimos Meses Facturados:
Dic-19 S/ 3 701.85 Ene-20 S/ 4 250.39

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS

Mes Facturado FEBRERO 20		
Descripción	Precio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.73
Mant. y Reposición de Conexión		1.64
Consumo de Energía	0.5346	4 573.50
Alumbrado Público		115.20
Interés Compensatorio		2.80
I.G.V.		845.26
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0066	73.57
SUBTOTAL DEL MES		5 614.70
Ajuste redondeo mes anterior		0.06
Ajuste redondeo mes actual		(0.06)
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		5 614.70



MENSAJES AL CLIENTE

Las conexiones clandestinas ponen en riesgo su integridad física y sobrecargan las redes, lo que puede afectar sus electrodomésticos y causar graves accidentes. Denuncie el hurto de energía llamando a Fonoluz, se mantendrá absoluta discreción.

✓ El total a pagar incluye Retargo por FOSE (Ley 27510) S/ 167.53

ENCARGOS DE COBRANZA

TOTAL A PAGAR S/

*****5 614.70**

LISTADO DE INTERRUPCIONES



03236528 02000000561470

Ruta 15-120-0070 Medidor Nro. 005238425 S - 0007

DATOS DEL SUMINISTRO	
Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C2.2
Sector Típico	1 (SE0133)
Potencia Contratada	15.00 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	TRIFÁSICO Mecánico 3 Híos

DETALLE DEL CONSUMO	
Lectura Actual	446305.00 (23/03/20)
Lectura Anterior	440544.00 (21/02/20)
Diferencia lecturas	5761.00 (Promedio)
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	5761.00 KW.h



MENSAJES AL CLIENTE

Estimado cliente, debido al aislamiento social obligatorio decretado por el gobierno (D.S. 044-2020-PCM), no ha sido posible leer su medidor por lo que la facturación del presente periodo ha sido calculada promediando sus consumos de los últimos meses

LISTADO DE INTERRUPCIONES

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS		
Mes Facturado MARZO 20		
Descripción	Presio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.73
Mant. y Reposición de Conexión		1.64
Consumo de Energía	0.5321	3 065.43
Alumbrado Público		96.00
I.G.V.		569.85
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0086	49.54
SUBTOTAL DEL MES		3 785.19
Ajuste redondeo mes anterior		0.06
Ajuste redondeo mes actual		(0.05)
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		3 785.20

ENCARGOS DE COBRANZA

TOTAL A PAGAR S/ *****3 785.20**



03236528 03000000378520

FECHA DE EMISIÓN

24-MAR-2020

FECHA DE VENCIMIENTO

08-ABR-2020