Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Actualización y consolidación de la información del sistema eléctrico de plantas industriales para la implementación de nuevos proyectos

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista.

Elaborado por

José Luis Eduardo Salinas López

0000-0003-4897-8203

Asesor

Mg. Ing. Carlos Alberto Huayllasco Montalva

0000-0002-3335-0926

LIMA – PERÚ

2025

Citar/How to cite	Salinas López [1]
Referencia/Reference Estilo/Style: IEEE (2020)	[1] J. Salinas López, "*Actualización y consolidación de la información del sistema eléctrico de plantas industriales para la implementación de nuevos proyectos*" [Trabajo de suficiencia profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.

Citar/How to cite	(Salinas, 2025)
Referencia/Reference Estilo/Style: APA (7ma ed.)	Salinas, J. (2025). *Actualización y consolidación de la información del sistema eléctrico de plantas industriales para la implementación de nuevos proyectos*. [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.

Dedicatoria

A Dios, por guardar mi vida, darme sabiduría y permitirme completar esta tarea.

A mi amada esposa, Juliana Esther, mi compañera de vida, por su apoyo inquebrantable y por ser mi constante fuente de aliento en todo momento.

A mi hija Esthefany Kiara Luisa, mi princesa, mi motor y razón que me impulsa a seguir avanzando día a día.

A mis padres, mis familiares y amigos, que están conmigo en cada paso que doy tanto en mi vida personal como profesional y por brindarme su apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida.

A La Universidad Nacional de Ingeniería y sus docentes por brindarme una formación integral y de excelencia, es un privilegio representarlos con honor en el campo de la Ingeniería Eléctrica.

Agradecimientos

A mi asesor, Mg. Ing. Carlos Alberto Huayllasco Montalva, por su excelente profesionalismo, paciencia y ayuda constante.

A las empresas y personal del rubro profesional que me abrieron sus puertas para desarrollarme y poder adquirir experiencia y profesionalismo.

Resumen

Las plantas industriales deben garantizar productos que respondan eficazmente a las demandas del mercado, sin importar el rubro. Es de vital importancia que tenga información actualizada de su sistema eléctrico en media tensión y baja tensión, pero hay empresas que carecen de dicha información y eso no facilita la atención de los nuevos proyectos o de la revisión de otros que requieren atención frente a algún problema que pueda presentar durante su ejecución. En el presente trabajo, se tiene la finalidad de dar a conocer un procedimiento para la actualización y consolidación de la información de sistemas eléctricos en plantas industriales para la implementación de nuevos proyectos, la metodología se basa en etapas de trabajo, esta se aplicó en una planta de refinación de petróleo, con el cual pueda verificar su aporte eficiente a que en el corto plazo el sistema eléctrico tenga información en tiempo real. Se concluye que la metodología propuesta garantiza que el sistema eléctrico de la planta industrial de refinación de petróleo tenga información en tiempo real. Se mejoró la eficiencia y capacidad de respuesta a la atención a corto plazo de los proyectos en ejecución como de los nuevos proyectos, siendo este último, propio del aumento de la demanda del producto.

Palabras clave — Planta industrial, sistema eléctrico de potencia, sistema eléctrico de distribución, media tensión eléctrica, baja tensión eléctrica, subestación eléctrica, Ingeniería de proyectos eléctricos.

Abstract

Industrial plants must guarantee products that respond effectively to market demands, regardless of the sector. It is vitally important that you have updated information on your medium voltage and low voltage electrical system, but there are companies that lack this information and that does not facilitate the attention of new projects or the review of others that require attention in the face of a problem. that may be presented during its execution. In this work, the purpose is to present a procedure for updating and consolidating the information of electrical systems in industrial plants for the implementation of new projects, the methodology is based on work stages, this was applied in an oil refining plant, with which you can verify its efficient contribution to ensuring that the electrical system has real-time information in the short term. It is concluded that the proposed methodology guarantees that the electrical system of the industrial oil refining plant has information in real time. The efficiency and responsiveness to short-term attention to projects in execution and new projects was improved, the latter being typical of the increase in demand for the product.

Keywords - Industrial plant, Electrical power system, Electrical distribution system, Medium electrical voltage, Low electrical voltage, Electrical substation, Electrical project engineering.

Tabla de Contenido

Pág.

Resumen…….....v

Abstract……..... .....…vi

Introducción……..... xiii

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo……..... ……1

1.1 Generalidades 1

1.2 Descripción del problema de investigación 1

1.3 Objetivos del estudio 3

1.3.1 Objetivo general 3

1.3.2 Objetivos específicos 3

1.4 Antecedentes investigativos 4

Capítulo II. Marco teórico y conceptual……..... 10

2.1 Marco teórico 10

2.1.1 Petróleo crudo 10

2.1.2 Propiedades y rendimiento del petróleo 11

2.1.3 Zonas de extracción del petróleo en Perú 11

2.1.4 Refinación del petróleo 11

2.1.5 Productos obtenidos del proceso de refinación del petróleo en Perú..... 13

2.1.6 Cadena de valor del petróleo 14

2.1.7 Normas relacionadas con energía eléctrica a nivel internacional 14

2.1.8 Normas de diseño a nivel peruano 16

2.1.9 Reglamentos importantes para considerar en plantas industriales 16

2.1.10 Niveles de tensión 17

2.1.11 Transformadores de distribución en media tensión eléctrica 17

2.1.12 Transformadores de distribución en baja tensión eléctrica 18

2.1.13 Motores eléctricos 19

2.1.14 Sistema de protección eléctrica en plantas industriales……21
2.1.15 Seguridad industrial……..23
2.1.16 Conductores eléctricos……24
2.1.17Máxima demanda en planta industriales……26
2.1.18Capacidad en barras de baja tensión de plantas industriales……27
2.1.19*Software* ETAP 19……34
2.2 Marco conceptual 36
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación .....……41
3.1 Elaboración de procedimiento de actualización y consolidación 41
3.1.1 Etapa 1: Recopilación de información existente 41
3.1.2 Etapa 2: Inspección en campo 42
3.1.3 Etapa 3: Edición y contraste de la Recopilación de información e inspección en campo 43
3.1.4 Etapa 4: Análisis de la demanda máxima con los datos actualizados..... 44
3.1.5 Etapa 5: Consolidación del sistema eléctrico de la planta industrial. 44
3.2 Aplicación del procedimiento a una planta Industrial 47
3.2.1 Ubicación geográfica..... 47
3.2.2 Reseña histórica..... 50
3.2.3 Condiciones ambientales 54
3.2.4 Antecedentes de la planta 55
3.2.5 Aplicación de la Etapa 1: Recopilación de información existente..... 57
3.2.6 Aplicación de la Etapa 2: Inspección en campo..... 64
3.2.7 Aplicación de la Etapa 3: Edición y contraste de la recopilación de información e inspección en campo..... 66
3.2.8 Aplicación de la Etapa 4: Análisis de la máxima demanda con los datos actualizados. 67
3.2.9 Aplicación de la Etapa 5: Consolidación del sistema eléctrico de la planta industrial..... 84

Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados..... 86

4.1 Alcance de los resultados..... 86

4.2 Análisis y discusión de los resultados referidos a las etapas 1, 2 y 3 86

4.3 Análisis y discusión de los resultados referidos a la etapa 4 88

4.4 Análisis y discusión de los resultados referidos a la etapa 5 93

Conclusiones…… 95

Recomendaciones……..... 97

Referencias bibliográficas…… ..... ……99

Anexos…… ..... ……..104

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1: Clasificación del petróleo crudo.....10

Tabla 2: Obtención de petróleo crudo por zonas.....11

Tabla 3: Tensiones nominales 17

Tabla 4: Cargas críticas existentes reubicadas en subestación eléctrica principal 68

Tabla 5: Cargas reubicadas y proyectadas en subestación eléctrica principal 69

Tabla 6: Cargas existentes no reubicadas en la subestación eléctrica principal 70

Tabla 7: Cargas futuras 71

Tabla 8: Cargas existentes en la subestación eléctrica planta de ventas.....72

Tabla 9: Cargas proyectadas en subestación eléctrica planta de ventas 72

Tabla 10: Cargas futuras en subestación eléctrica planta de ventas.....73

Tabla 11: Resumen general de cargas de Refinería Conchán al 2019 73

Tabla 12: Datos de la empresa concesionaria de energía Luz del Sur.....80

Tabla 13: Datos del transformador de potencia de la subestación eléctrica principal.....80

Tabla 14: Capacidad de conducción continua en barra.....81

Tabla 15: Esfuerzo dinámico de cortocircuito.....82

Tabla 16: Esfuerzo térmico de cortocircuito 83

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1: Propiedades y rendimiento del petróleo 11

Figura 2: Refinación del petróleo.....12

Figura 3: Productosobtenidos por el proceso de refinación en Refinería Conchán.....13

Figura 4: Cadena de valor del petróleo.....14

Figura 5: Características técnicas de un transformador trifásico en aceite 18

Figura 6: Características técnicas de un transformador seco en baja tensión 19

Figura 7: Componentes de un motor eléctrico 21

Figura 8: Elementos de protección personal (EPP) 24

Figura 9: Conductores eléctricos trifásicos multipolares y unipolares 26

Figura 10: Características principales de ETAP 19 35

Figura 11: Principales funciones del software ETAP 19 35

Figura 12: Visualizando la metodología con un diagrama de flujo 46

Figura 13: Ubicación de Refinería Conchán 48

Figura 14: Vista de Refinería Conchán y Terminal Portuario 48

Figura 15: Vista panorámica de Refinería Conchán 49

Figura 16: Áreas y sectores en Refinería Conchán (subestaciones eléctricas en zona amarilla) 49

Figura 17: Procesos que se realizan en Refinería Conchán 50

Figura 18: Proceso de crecimiento administrativo y productivo en Refinería Conchán .50

Figura 19: Vista de la planta de refinación de petróleo 51

Figura 20: Producción, almacenamiento y comercialización de combustibles 51

Figura 21: Planta de procesos de Refinería Conchán 52

Figura 22: Sistema de iluminación implementado en planta de procesos de Refinería Conchán.....52

Figura 23: Terminal portuario para carga y descarga de petróleo y combustibles 53

Figura 24: Planta de ventas de combustibles en Refinería Conchán.....53

Figura 25: Nuevo laboratorio en Refinería Conchán.....54
Figura 26: Crecimiento de la capacidad de almacenamiento de combustibles 56
Figura 27: Subestaciones eléctricas en Refinería Conchán.....58
Figura 28: Diagrama del sistema eléctrico en Refinería Conchán 59
Figura 29: Máxima demanda contrata a Luz del Sur en 10 kV 60
Figura 30: Excavación, demolición, relleno de zanja y encofrado de los bancos de ductos para la instalación de 12 electrobombas en planta de refinación.....76
Figura 31: Excavación, colocación de tubería y vaciado de concreto para banco de ductos para la instalación de 12 electrobombas en planta de refinación 76
Figura 32: Llegada del banco de ductos a subestación eléctrica principal.....77
Figura 33: Software para análisis de energía eléctrica y software operativo.....84
Figura 34: Funciones principales de operación de ETAP 19 85

Introducción

El propósito del presente trabajo de suficiencia profesional es dar a conocer un procedimiento que permita actualizar la red electrica de media tensión y baja tensión de plantas industriales que carecen de información documentada, con el cual se pueda garantizar la producción y atender crecimiento de la planta a través de la implementación de nuevos proyectos. Se propone un procedimiento de 5 pasos, los cuales se han obtenido en base a la experiencia de trabajos en campo y en oficina realizando estudios eléctricos para plantas industriales.

La aplicación de este procedimiento se puede dar en cualquier planta industrial sea cual sea el rubro económico y que, para la producción del bien, requiere del uso de energía eléctrica. En el presente trabajo se aplica este procedimiento a una planta industrial de refinación de petróleo, en el cual vemos que el procedimiento elaborado aporta, en gran manera, a que los parámetros y equipamiento eléctrico del sistema se encuentren actualizados. Asimismo, se logró consolidar la información para uso en tiempo real, que genera, de esta manera, un ahorro significativo en temas de tiempo y también en temas económicos, ambos sustanciales para la empresa.

Se ha considerado dividir el presente trabajo de suficiencia profesional en cuatro capítulos. En el capítulo I, se expone la problemática, los objetivos del estudio y los antecedentes investigativos. En el capítulo II, se presenta el marco teórico y conceptual que facilita una mejor comprensión del presente informe. En el capítulo III, proponemos el procedimiento a través de 5 pasos, hacemos uso de este procedimiento para demostrar su aporte en una determinada planta industrial, en este caso una planta de refinación de petróleo. En el capítulo IV, se lleva a cabo el análisis y la discusión de los resultados obtenidos. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del presente informe.

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

1.1 Generalidades

La información del sistema eléctrico en plantas industriales es de suma importancia para la planificación y ejecución de nuevos proyectos. Esta información debe estar actualizada en tiempo real y a plena disposición del personal encargado de las mejoras en los procesos de un determinado bien que requiera el uso de energía eléctrica. Esta debe permitir poder saber con la mínima inversión de tiempo, si la alimentación eléctrica para los nuevos proyectos es viable.

El propósito del presente informe es dar a conocer un procedimiento para actualizar y consolidar la información del sistema eléctrico en plantas industriales que cumpla con las disposiciones establecidas en el Código Nacional de Electricidad tanto en Suministro (MINEM, 2011), como Utilización (MINEM, 2006), además de la Norma Técnica de calidad de los Servicios Eléctricos (MINEM, 2020), y la Ley de Concesiones eléctricas (MINEM, 2013), con el cual se implementan nuevos proyectos. La aplicación de este procedimiento es el resultado de la experiencia profesional y consideraciones tomadas de las teorías referidas a sistemas eléctricos y administración de proyectos. La aplicación de este procedimiento tuvo lugar en la Planta de Refinación Conchán, propiedad de Petróleos del Perú S. A. (en adelante Refinería Conchán), permitió mejorar la atención de los proyectos, disminuir, considerablemente, el tiempo para realizar el análisis técnico-económico, decidir la factibilidad de los nuevos proyectos con relación a la disciplina eléctrica y su influencia en las demás disciplinas que estén dentro del marco de un determinado proyecto.

1.2 Descripción del problema de investigación

En las plantas industriales, sea el rubro económico que se desarrolle para satisfacer una parte del mercado, se deben realizar procesos eficientes para la obtención de un bien con el mínimo coste de inversión y una maximización de las utilidades que esta genera.

Bajo esta premisa, es necesario automatizar y controlar el proceso de producción de dicho bien. Para lograrlo, se requiere del aporte de varias disciplinas para su obtención.

El presente informe toma como base de aplicación el proceso de refinación del petróleo crudo en Refinería Conchán, proceso que nos permite obtener combustibles. Los cuales son vendidos al mercado y producen ganancias para la empresa.

La obtención de los combustibles, producto de la refinación del petróleo crudo, debido a su alta demanda actual, presenta imprevistos en el proceso de producción, siendo el principal la exigencia de producir más combustible. Esto conlleva a elaborar e implementar proyectos para ampliar o potenciar la planta de refinación con la intención de poder refinar más petróleo y así obtener más combustibles. El cual pueda satisfacer las necesidades del mercado y generar más ganancias para la empresa. Por ende, tener información del sistema eléctrico actualizado y consolidado es un gran problema en la gran mayoría de plantas industriales. El manejo de la poca información está en muchos casos en manos del personal técnico. Información que se considera importante, por sus años de experiencia, pero que no es suficiente para poder fundamentar debidamente un proyecto. El personal técnico, conoce de forma empírica las instalaciones de la planta industrial, sin embargo, este conocimiento es limitado para absolver las consultas u observaciones a levantar que los nuevos proyectos requieren.

En base a las actividades realizadas en Refinería Conchán, considerada como planta de refinación de petróleo crudo en crecimiento, la carencia de información actualizada (documentada y editable) referido a su red electrica, limita la elaboración de los proyectos (viabilidad de conexión a la red eléctrica en baja tensión).

La carencia de información da como resultado aumentos de tiempo en la elaboración de la ingeniería de los nuevos proyectos; principalmente, en la etapa de ingeniería conceptual. Generalmente, no se considera la cantidad de carga que pueda atender la subestación eléctrica de la planta industrial, que causa en el tiempo la afectación puesta en marcha del proyecto, lo cual trae pérdidas económicas en cuanto a ampliaciones

de plazo durante su construcción y servicios adicionales. Asimismo, demoras en la entrega de los proyectos llave en mano.

El presente trabajo busca solucionar esta carencia de información del sistema eléctrico en plantas industriales, mediante la elaboración de un procedimiento de actualización y consolidación para que la Unidad de Ingeniería de Proyectos de una determinada planta industrial pueda atender con rapidez y eficiencia la implementación de los nuevos proyectos en el menor tiempo posible.

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 Objetivo general

Este informe tiene como objetivo proponer una metodología para la actualización de la información del sistema eléctrico en media y baja tensión de plantas industriales (aplicado en planta de refinación de petróleo de Refinería Conchán) considerando la normativa vigente en materia de electricidad, el cual responda a la implementación (revisión y elaboración de ingeniería) de los nuevos proyectos y obtener un beneficio técnico-económico para la empresa.

1.3.2 Objetivos específicos

Recopilar información del sistema eléctrico existente para actualizarlo en media y baja tensión cumpliendo con la normatividad del Código Nacional de Electricidad, con la cual se pueda atender los nuevos proyectos y saber si estos son viables en cuanto a su alimentación eléctrica, el cual será proporcionada por las subestaciones eléctricas, con aplicación en Refinería Conchán.

Proponer la ampliación del sistema eléctrico a un nivel de tensión mayor, según la demanda de carga en la planta industrial, con ello poder satisfacer la demanda de las cargas que involucren los nuevos proyectos logrando mejorar y optimizar la producción de un determinado bien, con aplicación en Refinería Conchán.

Mejorar los tiempos de revisión de proyectos y elaboración de los nuevos proyectos que la Unidad de Ingeniería de Procesos y Proyectos debe atender, considerando el conocimiento a pleno del sistema eléctrico tanto en media tensión como en baja tensión.

1.4 Antecedentes investigativos

A continuación, mostraremos que la elaboración del presente Informe es el resultado del análisis de varias tesis, trabajos especiales y artículos, los cuales están debidamente sustentadas y aprobadas a nivel internacional y nacional, todas referidas al presente trabajo, el cual permite visualizar la mejor propuesta de solución para responder de forma eficiente a la problemática de atender nuevos proyectos y poder darle una solución viable, tomando como punto de partida la actualización de información del sistema eléctrico de plantas industriales.

Como antecedentes internacionales tenemos que Zambrano (2003) en su trabajo de grado, plantea que es necesario analizar el sistema eléctrico de la planta industrial y diseñar propuestas de optimización del proceso de elaboración del papel a través de cómo se encuentra el equipamiento eléctrico que conforma su sistema (transformadores, motores, protecciones); dado que la planta presenta interrupciones en su suministro debido a la mala distribución de cargas.

Orejuela (2009) en su tesis de grado, propone la actualización de los diagramas unifilares del sistema eléctrico en baja tensión de la planta industrial con el análisis y evaluación que se realiza. Permite tener un registro completo de todo el equipamiento eléctrico. Ello facilita la operación óptima del sistema eléctrico; es decir, tener un sistema con disponibilidad para atender de forma eficiente nuevas cargas. Esto sin la alteración de los parámetros que presenta el sistema.

Perez (2010), plantea realizar mejoras energéticas de la planta de calcinación, tomando en cuenta el conocimiento de todo su equipamiento eléctrico con el cual se puedan realizar diagnósticos energéticos previos y de cómo realiza su operación

energética. De esta manera, se puedan implementar opciones técnico-económicas que mejoren de forma eficiente el uso de la energía eléctrica.

Soto (2012), planteó en su memoria el implementar un modelo de todo el sistema eléctrico de la planta plasmándolo en un software eléctrico llamado ETAP. Se usó información previa proporcionada por personal de la planta con la cual obtuvo una base de datos actualizada, que pueda simular flujos de potencia, análisis de cortocircuito y permita ver los problemas relacionados a la parte eléctrica que se puedan presentar durante el proceso de producción y darles una solución inmediata.

Zapata (2015) analizó con sustento la información obtenida por el levantamiento eléctrico del edificio en su campus central, en la normatividad vigente del país mexicano, el estado en el que se encontraba el sistema eléctrico, con el objetivo de realizar recomendaciones y proponer mejoras para un desempeño más eficiente.

Lopez (2015), precisa que, debido a la adquisición de una máquina nueva, el cliente superó la potencia contratada de 55 kW a picos de 62.63 kW. Este aumento produce una penalización por cargo de la empresa distribuidora de energía, por lo que propuso realizar la legalización y ampliación del sistema eléctrico en baja tensión del local.

Heredia (2017), manifiesta que, debido al incremento de la producción de la planta industrial, aumenta necesariamente la demanda eléctrica para atender nuevas cargas. Era necesario un rediseño del sistema eléctrico partiendo del conocimiento del sistema eléctrico existente en la planta, requerimientos y normas del Código Eléctrico Nacional ecuatoriano con el fin de que el sistema eléctrico de la planta sea segura y confiable.

Rada (2021), en el ejercicio de la práctica profesional, implementó mejoras en cada uno de los procesos que comprende la parte técnica de los proyectos de instalaciones eléctricas (diseño de redes, cotización y supervisión de obra, proceso de certificación y trámites ante el distribuidor del suministro eléctrico, mantenimiento del equipamiento eléctrico y las subestaciones en media y baja tensión), que tuvo el apoyo del practicante en sus diferentes etapas desde su diseño hasta su certificación y posterior mantenimiento.

Como antecedentes nacionales, Gómez (2002) desarrolló el informe de suficiencia profesional “Modernización del sistema eléctrico de una unidad operativa minera”, plantea que debido a los problemas que tenía la unidad minera referida a paradas de planta, motores eléctricos con poco tiempo de vida útil, baja confiabilidad del equipamiento eléctrico, era necesario modernizar el sistema eléctrico para realizar protecciones eficientes, logrando de esta manera mitigar las pérdidas de producción.

Monzón (2005) en su informe de suficiencia profesional, señalo que el incremento de la producción, el cual era objetivo de la empresa minera, se había dado. Debido a esto, era necesario diseñar un sistema eléctrico que sea capaz de atender todos los requerimientos de operación de la mina, cumple con la normativa técnica apropiada para una operación que sea confiable, de seguridad y a la vez económica.

Orihuela (2010) en su informe de suficiencia profesional, sostuvo que debido al aumento de tiendas y grandes cargas en el centro comercial, era necesario hacer un cambio en el nivel de tensión, esto es, pasar de 10 kV a 22,9 kV, con la finalidad de poder satisfacer el aumento de carga. Por ello, se desarrolló el sistema de utilización 22,9 kV. El informe precisa que la revisión del proyecto está a cargo de la empresa distribuidora Luz del Sur, la cual dará el visto bueno para su ejecución e implementación. Mientras que el cliente tendrá el expediente técnico económico para la mejor solución de subestación eléctrica, salvaguardando con ello el medio ambiente y la integridad de las personas que están dentro del centro comercial.

Julca (2016), en su tesis precisa la implementación de un sistema de utilización en media tensión que pueda satisfacer el incremento de las cargas en la planta pesquera. Para el diseño de este sistema, se debe contar con información de la máxima demanda estimada por la planta Centinela. La información sirve para calcular y dimensionar el equipamiento eléctrico (transformador, conductores y tableros eléctricos) y cumplir con la ampliación de carga. Se consideró en su elaboración las normativas del Código Nacional de Electricidad, esta información recopilada se utilizó para realizar el diseño del sistema de utilización en media tensión.

Gallegos (2017), manifestó que, existe una alta demanda en la compra de llantas por diversas empresas, principalmente del sector minero, siendo estas llantas de diversos tamaños y las de mayor tamaño las más solicitadas. La fabricación de estas llantas requiere de un gran consumo de energía, dado que la demanda es alta. Se tuvo que implementar un taller, el cual pueda servir para el mantenimiento y reparación de llantas. Considerando el análisis de las cargas existentes y las cargas futuras, se obtiene la máxima demanda eléctrica, información importante para comprar energía eléctrica en media tensión. Se requiere la implementación de una subestación eléctrica que disminuye los niveles de tensión a valores de operación adecuado.

Díaz (2018) desarrolló una propuesta estratégica para mejorar el índice de consumo de energía eléctrica en la procesadora de arroz y generar ahorros económicos para la empresa. Lo que se quería lograr era aumentar la competitividad de la empresa mediante la gestión de la energía eléctrica. Para lograr esto, se realizó un diagnóstico de energía eléctrica y luego elegir las acciones a ejecutar. Los resultados de la investigación lograron demostrar, mediante criterios técnicos de ingeniería y de una evaluación económica utilizando herramientas financieras que permitan evaluar la rentabilidad del proyecto.

Arias et al. (2018), indicaron que la tesis está desarrollada bajo un contexto de cambio de nivel de tensión dado por la empresa distribuidora de energía, la cual advirtió a la Universidad Nacional de Callao que cambiarán de un nivel de tensión de 10 kV a 20 kV. Frente a este problema, al realizar el análisis del sistema eléctrico en media y baja tensión, se demostró que el sistema no está listo para asumir el cambio de nivel de tensión. Por ello, la tesis atiende el análisis técnico-económico, que implica el cambio considerando nuevo equipamiento eléctrico. Adicionalmente, se usa como complemento el *software* ETAP 16.0 para el estudio de flujo de potencia y estudio de cortocircuito, necesario para optimizar el sistema

Cisneros (2018),en su estudio, analizó la influencia del cambio de nivel de tensión en una subestación tipo interior. Para ello, consideró la subestación ubicada en Zona Registral con sede en Lima. Se recabó una muestra seleccionada con muestreo no

estratificado; es decir, recopilando información en base a un registro de datos, comprobando estadísticamente que, si existe influencia significativa, margen de error del 5%, en una subestación eléctrica cuando se realiza un cambio en el nivel de tensión.

Lujan (2018), en la tesis que desarrollo, mencionó que la empresa debía afrontar, de la mejor manera, un incremento de carga, pero esto trajo como consecuencias caídas de tensión con valores cercanos al 10.22%. Se incumple lo indicado en la Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos, la cual refiere que la tolerancia admisible debe ser del ±5%. Adicionalmente, el fdp (Factor de potencia) de la planta estaba en 0.72. El estudio se fundamenta en el diseño de un sistema eléctrico de utilización en 10 kV, con el cual se mejora la calidad de la energía. Se desarrolló una evaluación técnico-económica que nos muestre la viabilidad de su implementación. De esta forma, se incrementa la productividad de la planta.

Aredo (2019), manifestó que todos los aspectos para implementar una planta industrial en el rubro de empaques flexibles usados en la agroindustria, alimentos e industriales, pueden ser aplicados a otras del rubro de empaques, dado que se sustenta en el análisis técnico-económico. Los resultados obtenidos en su implementación permitieron que la operación logre ser continua desde el inicio de la marcha de operación de la planta industrial.

Surco (2019) desarrolló el informe técnico, en el cual, sostuvo que los proyectos de ampliación del suministro de energía eléctrica son un factor importante para la obtención de productos y servicios de alta calidad en cualquier actividad industrial. El suministro eléctrico depende tanto de la vida útil de los equipos, de las maquinarias, e incluso del comportamiento de los empleados que allí trabajan. El tener un sistema en expansión con operación inicial en 10 KV, con el fin de optimizar la eficiencia de las operaciones de producción, conlleva a aumentar las ganancias de la empresa. Se realizó previamente una evaluación de los sistemas y maquinaria de la red de 10 KV, y de la instalación de producción. El proyecto de ampliación incluyó el diseño de una subestación especial para alimentar la planta de termoplásticos industriales de Andina Plast S.R.L. Además, respaldar

los cálculos de requisitos de energía para dimensionar elementos de red en media tensión y de baja tensión, sistema de conexión a tierra de acuerdo con las normas del Código Eléctrico Nacional.

Huamán (2019),en su trabajo de suficiencia profesional, describió el diseño para cubrir la demanda de energía eléctrica de los clientes utilizando una nueva red con un voltaje nominal de 22,9 kV y modernas subestaciones con celdas compactas modulares. El caso de estudio es un edificio multioficinas que necesita 431 kW de potencia. El nuevo diseño permitirá preparar el sistema eléctrico para satisfacer futuras demandas de energía tanto en baja tensión como en media tensión. Debido a la creciente demanda de energía eléctrica de clientes en media tensión, se decidio por la tecnología de equipamiento de subestaciones principales con celdas compactas modulares, cuya tensión nominal opere en 22,9 kV.Esto implica que las nuevas subestaciones convencionales necesiten celdas más seguras,que sean fáciles de maniobrar y que optimicen a un menor espacio.

.

Capítulo II. Marco teórico y conceptual

2.1 Marco teórico

El sistema eléctrico de una planta industrial depende en gran parte de responder las preguntas ¿que se va a producir?, ¿cuánto se va a producir? y ¿cómo se va a producir? Este debe tener un horizonte, dado que toda planta industrial apunta al crecimiento y expansión como consecuencia de la demanda que genera la colocación del producto en el mercado. En este contexto, la energía eléctrica juega un papel muy importante, dado que un país en vías de desarrolló tiene su sistema eléctrico en crecimiento a la par. Se puede, entonces, llevar esta comparativa a una planta industrial. Dentro de este proceso de expansión, se requiere de un sistema eléctrico que pueda atender dicho crecimiento. A continuación, se brinda información teórica relacionada al presente trabajo, relacionado, en primer lugar, a las actividades que se desarrollan en el sector petróleo.

2.1.1 *Petróleo crudo*

El petróleo crudo, siendo una mezcla de hidrocarburos, posee una estructura química compleja. Para clasificar el petróleo crudo existen diversas formas, como podemos apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 1

Clasificación del petróleo crudo

Densidad		**Contenido de Azufre**		**Naturaleza**		**Acidez**	
Tipo	**Gravedad API**	**Tipo**	**Azufre, %**	**Tipo**	**Factor kUOP**	**Tipo**	**Acidez, mg KOH/g**
Ligero	>31.1	Dulce	<0.5	Parafínico	13	Acido	>0.5
Medio	22.3-31.1	Amargo	>1.0	Mixto	12	-	-
Pesado	10.0-22.3	-	-	Naftenico	11	-	-
Extrapesado	< 10	-	-	Aromático	10	-	-

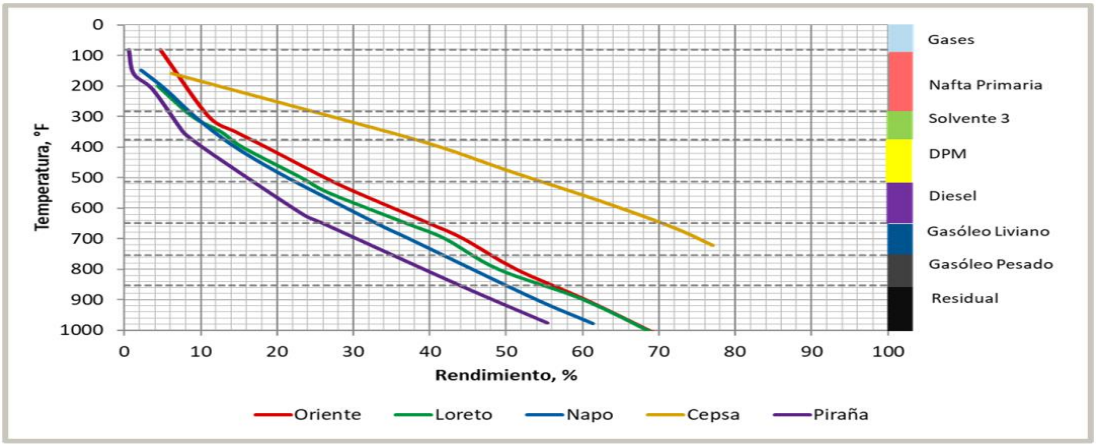
Nota: Información referencial de Refinería Conchán

2.1.2 *Propiedades y rendimiento del petróleo*

Dependiendo de la zona de extracción, el petróleo presenta diferentes propiedades y diferentes rendimientos, tal como se puede apreciar en el siguiente gráfico:

Figura 1

Propiedades y rendimiento del petróleo



Nota: esquema referencial de Refinería Conchán

2.1.3 *Zonas de extracción del petróleo en Perú*

En nuestro contexto geográfico, en el Perú se extrae el petróleo de diferentes zonas:

Tabla 2

Obtención de petróleo crudo por zonas

Zona	Volumen, BPD	API	%S
Costa Norte	29,744	30 - 40	< 1.0
Selva Norte	10,272	11 - 24	> 1.0
Selva Central	2,792	39 - 45	< 1.0

Nota: Información referencial de Refinería Conchán

2.1.4 *Refinación del petróleo*

La refinación es el proceso mediante el cual el petróleo crudo es transformado en combustibles. Las refinerías de baja complejidad pueden procesar crudos caros (ligeros y limpios) y tienen alto rendimiento de productos de bajo valor (gasolinas de bajo octanaje y residuales).

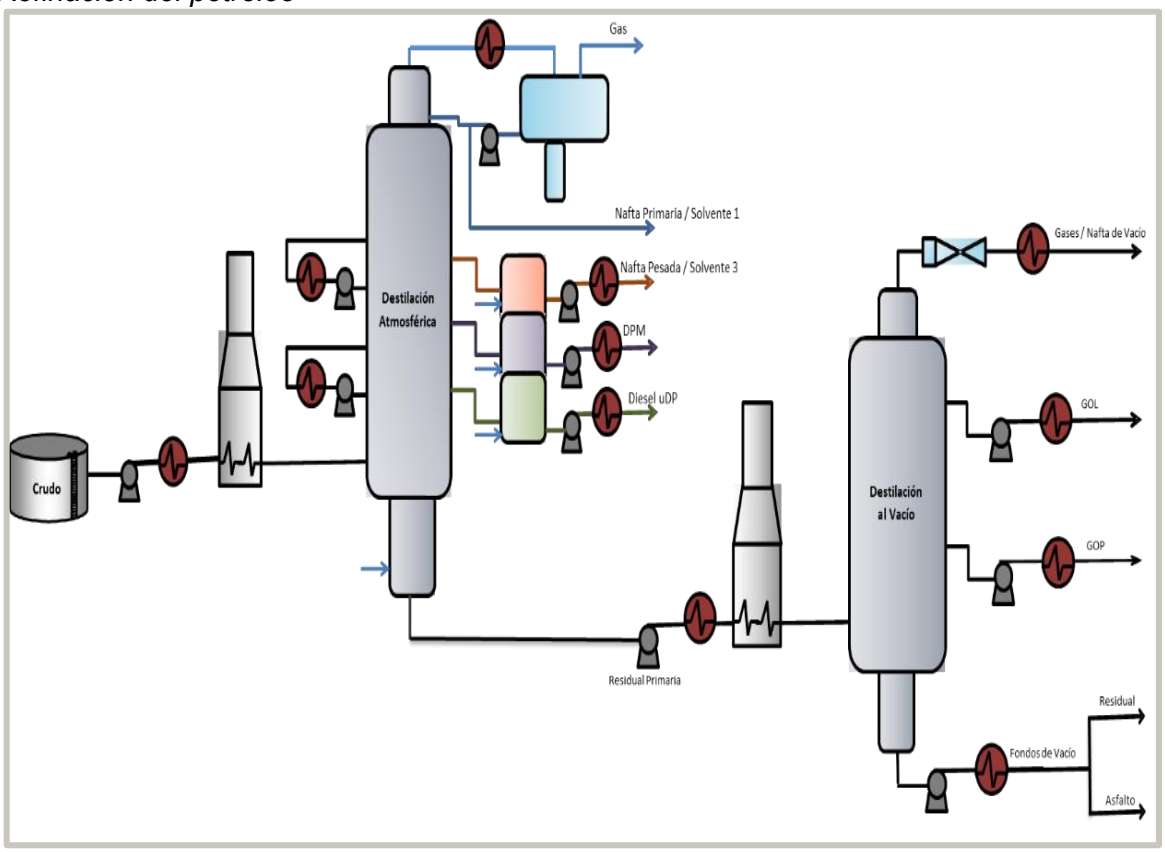
Las refinerías de alta complejidad pueden procesar crudos de oportunidad (pesados y con alto contenido de contaminantes) y obtener productos de alto valor (alto octano y bajo rendimiento de residuales). En el caso de Refinería Conchán, el petróleo que usan en su mayor volumen viene del Norte del Perú. Para el procesamiento, la planta dispone de dos unidades de destilación, una es la Primaria, esta unidad cuenta con una capacidad de 15,500 barriles diarios y la otra es al Vacío, la cual cuenta con una capacidad de 10,000 barriles diarios.

Estas unidades operan mediante un sistema eficiente que garantiza el proceso de refinación y la producción de productos de excelente calidad.

La refinería tiene una capacidad de almacenamiento cuyo valor es de 2,051,354 barriles de hidrocarburos líquidos. Asimismo, cuenta con un amarradero multiboyas que puede atender buques tanque de hasta 75,000 DWT.

Figura 2

Refinación del petróleo



Nota: información referencial de Refinería Conchán

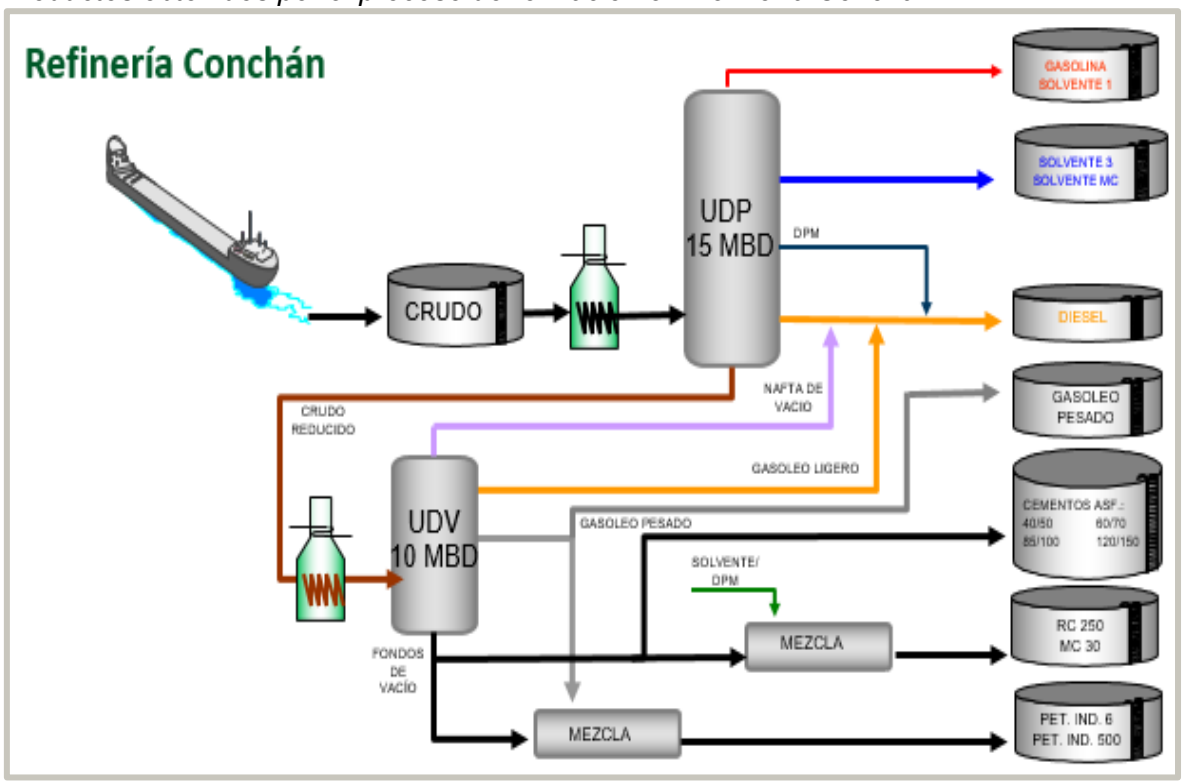
2.1.5 *Productos obtenidos del proceso de refinación del petróleo en Perú*

Las refinerías de petróleo se diseñan en función del tipo de crudo a procesar y de la calidad de los productos a obtener. En este contexto, la Refinería Conchán destaca por su capacidad de procesar, refinar y almacenar varios productos derivados del petróleo. Entre estos productos tenemos las gasolinas, los gasoholes para motores, los solventes, el Diésel 2, el Diésel B5, petróleos industriales y asfaltos de alta calidad. Estos productos son destinados tanto al mercado interno en Perú, como a la exportación a otros países.

La Refinería Conchán posee una notable capacidad de almacenamiento de combustibles líquidos, lo que le permite asegurar un suministro constante y eficiente. Estos combustibles se distribuyen no solo en Lima, sino también en diversas regiones del país, que garantizan una cobertura amplia y fiable. Esta capacidad de almacenamiento y distribución es esencial para satisfacer las demandas energéticas de distintas industrias y sectores, que contribuyen significativamente a la economía nacional.

Figura 3

Productos obtenidos por el proceso de refinación en Refinería Conchán



Nota: información referencial de Refinería Conchán

2.1.6 *Cadena de valor del petróleo*

El proceso de refinación del petróleo es un eslabón en la cadena de valor de una empresa que se dedica a la comercialización de combustibles, tal como se muestra.

Figura 4

Cadena de valor del Petróleo

Nota: La figura nos muestra cómo se realiza la cadena del valor del petróleo. Tomado de Presencia de Petroperú en el mercado nacional (párr. 4), por Navarro Valdivia, G., 2018, Petroperú https://aap.org.pe/descarga/conferencias/7-Evolucionando-el-mercado-hacia-combustibles-mas-limpios%E2%80%93Petroperu.pdf

Ahora pasamos de mencionar teoría referida a todo lo relacionado con el sector eléctrico.

2.1.7 *Normas relacionadas con energía eléctrica a nivel internacional*

El presente informe toma como base la normativa para equipamientos eléctricos, materiales, componentes y funciones, que son diseñadas, construidas, probadas y realizadas de acuerdo con los últimos estándares, requerimientos, recomendaciones y guías aplicables de las siguientes organizaciones internacionales.

- *International Electrotechnical Commission* (IEC). La Comisión Internacional de Electrónica define estándares a nivel mundial para regular y unificar todas las tecnologías eléctricas, electrónicas y afines. A fin de garantizar la compatibilidad y la seguridad ambiental del producto. Esta colección de estándares aborda temas relacionados con el desarrollo, el rendimiento, la compatibilidad y otros aspectos relacionados.
- *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA). Establece medidas, normas y estándares, gestión y control de la calidad del aire por todas las esferas del gobierno para prevenir la contaminación y la degradación ecológica y garantizar el desarrollo sostenible.
- *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE). Es la organización profesional técnica más grande del mundo, que se dedica a promover el progreso tecnológico en beneficio de la humanidad. Mediante sus publicaciones, sus conferencias, los estándares tecnológicos, actividades de índole profesional y educativo muy elogiadas, inspiran a toda la comunidad a nivel global.
- *National Fire Protection Association* (NFPA). Es una organización mundial sin fines de lucro y autofinanciada, que se estableció en 1896 para mitigar los incendios, los riesgos eléctricos y minimizar las pérdidas económicas, garantizando seguridad y estabilidad.
- *Illuminating Engineering Society Underwriters* (IES). La Sociedad de Ingeniería de Iluminación se dedica a mejorar el entorno en materia de iluminación, reúne a las personas que saben sobre iluminación y transforman su conocimiento en acciones que beneficien al público.
- *Underwriters Laboratories* (UL). Laboratorios Aseguradores es una entidad sin fines de lucro cuyo objetivo es desarrollar, gestionar y operar centros de investigación especializados en el análisis de materiales y sistemas vinculados a riesgos que puedan perturbar tanto la seguridad de las personas como la integridad de los bienes.

- *American National Standards Institute* (ANSI). Es una agencia gubernamental encargada de supervisar el desarrollo de estándares en los Estados Unidos para servicios, productos, procesos y sistemas. ANSI no es una agencia gubernamental, representa a los Estados Unidos en las organizaciones internacionales de estandarización.
- *American Society for Testing and Material* (ASTM). Es una organización de estándares internacionales, desarrolla y publica estándares técnicos voluntarios. Posee una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

2.1.8 *Normas de diseño a nivel peruano*

Para diseñar y/o modificar instalaciones eléctricas toma en cuenta las recomendaciones de las siguientes normas:

- Código Nacional de Electricidad Suministro (CNE, 2011).
- Código Nacional de Electricidad Utilización (CNE, 2006).
- Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en zonas de Concesión de Distribución (MINEM, 2002).
- Ley de Concesiones Eléctricas (MINEM, 1999).
- Reglamento de la Ley de Concesiones (MINEM, 1993).
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE, Julio 2023).

2.1.9 *Reglamentos importantes para considerar en plantas industriales*

Los reglamentos que las plantas industriales deben considerar para proteger a la persona, publico y equipamiento son las siguientes:

- Reglamento de Seguridad Industrial (Ministerio del trabajo y promoción del empleo, 1963). Su propósito es establecer las regulaciones y demás disposiciones adecuadas para la correcta implementación del artículo 157° de la Ley de

Promoción Industrial (Ministerio de fomento y obras públicas del Perú, 1968), evitando accidentes en todas las actividades industriales.

- Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Eléctrico (MINEM, 2001). Establece las disposiciones necesarias para proteger a los usuarios y a la comunidad en general de los riesgos derivados de las instalaciones y operaciones vinculadas al sistema eléctrico.
- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad (MINEM, 2013). Protege a los usuarios y a la población en general frente a los riesgos relacionados con las instalaciones eléctricas.

2.1.10 *Niveles de tensión*

Los niveles de tensión son definidos en función de las tensiones existentes y en función de los requerimientos del proyecto. Las tensiones nominales son las siguientes:

Tabla 3

Tensiones nominales

Niveles de Tensión Nominal (U)	
Baja Tensión (B.T.)	**U ≤ 1kV**
Media Tensión (M.T.)	1kV < U ≤ 35kV
Alta Tensión (A.T.)	35kV < U ≤ 230kV
Selva Central	U ≥ 230 kV
Nota 1: La clasificación se basa en la norma NTP-IEC 60038 sobre tensiones normalizadas según IEC.	
Nota 2: De acuerdo con la norma IEC 60449, la extra baja tensión (ELV) corresponde a valores que no exceden los 50V en corriente alterna (Vac) y 120V en corriente continua (Vdc)	

Nota: información extraída del Código Nacional de Electricidad

2.1.11 *Transformadores de distribución en media tensión eléctrica*

Los transformadores trifásicos de distribución se encargan de modificar el voltaje en redes eléctricas de extensión variada. Su diseño contempla un núcleo de acero silicoso de grano orientado y bobinados de cobre o aluminio. Asimismo, debe estar refrigerado con aceite dieléctrico mineral. La cuba o tanque de acero cuenta con accesorios de protección y medición para el tipo de uso o según las necesidades del cliente. Los transformadores

de distribución trifásicos deben operar en servicio continuo a su potencia nominal, pueden instalarse tanto en recintos a nivel de piso (interior) como directamente en el exterior. Su uso se da en el sector industrial, áreas urbanas, extracción de petróleo y cualquier actividad que requiera una gran demanda de energía eléctrica.

Figura 5

Características técnicas de un transformador trifásico en aceite

Potencia	Desde 5 KVA hasta 10000 KVA
Tensión	Hasta 36 KV
Frecuencia	50 Hz o 60 Hz
Altura de operación	Hasta 5500 msnm
Montaje	Interior o exterior
Normativa	IEC-60076, NTP IEC 60076, IEEE C57.12

Nota: La figura nos muestra la descripción de un transformador trifásico. Tomado de Promelsa https://www.promelsa.com.pe/transformador-trifasico-en-aceite-mineral

2.1.12 *Transformadores de distribución en baja tensión eléctrica*

La tarea de los transformadores secos de baja tensión es cubrir la demanda energética y asegurar su distribución en sistemas eléctricos auxiliares. Se componen de un núcleo de acero silicoso de grano orientado y bobinas de cobre o aluminio (según el cliente), impregnadas de barniz aislante, este de ser resistente a altas temperaturas. Con ello, se brinda una excelente resistencia mecánica frente a cortocircuitos.

Dentro de sus funciones, esta el elevar y reducir la tensión, esto hace que sea en muchos casos parte de las soluciones para mitigar los problemas de calidad de energía en la red eléctrica.

Los transformadores se construyen con una carcasa de protección que les otorga un nivel determinado de protección frente a impactos, a caídas y acumulación de polvo. Su diseño puede estar destinado tanto para espacios interiores como exteriores y se utilizan en hospitales, centros de cómputo, oficinas, universidades, edificios y tableros eléctricos. Gracias a esto, permiten suministrar energía a sistemas de iluminación, calefacción, aire acondicionado, entre otras aplicaciones.

Figura 6

Características técnicas de un transformador seco en baja tensión

Potencia	Desde 50 VA a 800 KVA
Tensión	Hasta 1000 KV
Frecuencia	50 Hz o 60 Hz
Altura de operación	Hasta 5500 msnm
Montaje	Interior o exterior
Grado de protección del gabinete	IP o NEMA
Norma de diseño/fabricación/pruebas	IEC - 60076

Nota: La figura nos muestra la descripción de un transformador seco. Tomado de Promelsa https://www.promelsa.com.pe/transformador-seco-de-baja-tension

2.1.13 *Motores eléctricos*

Son máquinas que convierten energía mecánica en energía eléctrica. Esto es posible porque las bobinas del motor producen campos magnéticos. Los cuatro componentes principales de los motores eléctricos son los siguientes:

- El estator: parte fija de la parte rotativa. Es una parte esencial de la transmisión de potencia para motores eléctricos y corriente alterna para generadores eléctricos.

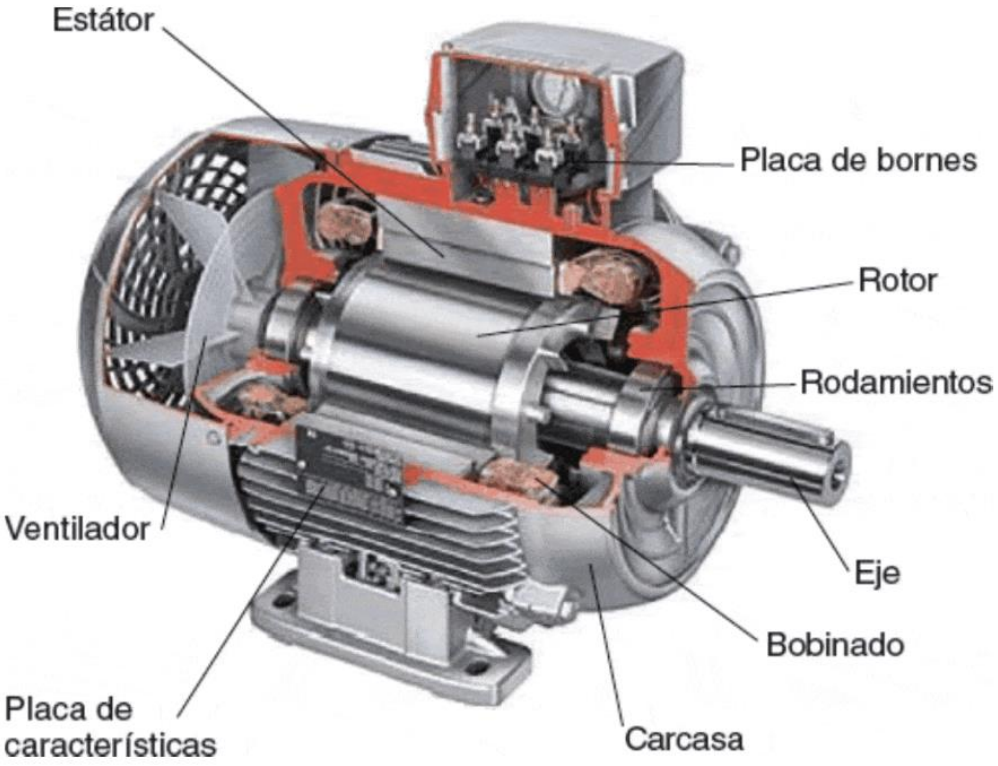
- El rotor: consiste en un eje que soporta una serie de bobinas enrolladas sobre piezas polares que permanecen estáticas. El eje gira o rota, ya sea en un motor o un generador eléctrico.
- El conmutador: tipo de interruptor cuya función es cambiar la dirección de la corriente entre el rotor y el circuito externo de forma periódica. Se encuentra en algunos motores y generadores.
- Las escobillas: permiten establecer una conexión estable entre las bobinas del rotor y la máquina, dicha maquina puede ser un motor o un generador. Para ello, se instalan dos anillos en el eje de giro, los cuales están aislados eléctricamente del eje y conectados a los terminales de la bobina rotatoria. Luego, unos bloques de carbón, que conforman las escobillas, se presionan contra los anillos mediante resortes, asegurando así el contacto eléctrico..

Es fundamental comprender su funcionamiento. Los objetos son movidos por una fuerza física generada por el magnetismo. Los polos de un imán pueden atraerse o rechazarse según cómo se alinean. La energía eléctrica se utiliza en los motores eléctricos para crear campos magnéticos que se oponen y se rechazan, lo que hace que el rotor, la parte giratoria, se mueva.

El rotor está cubierto en una bobina, posee un campo magnético que es opuesto al del estator. La estructura estática del motor, el rotor comienza a girar como resultado de esta circunstancia; sin embargo, al ajustar los polos, el motor se detiene. Para prevenir esta situación y asegurar el funcionamiento continuo del motor, es necesario invertir la polaridad del electroimán, esta tarea la realiza el alternador. Por esta razón, la mayoría de los motores eléctricos funcionan con corriente alterna (AC). El giro del motor se mantiene debido al cambio constante y repetido entre las polaridades positiva y negativa.

Figura 7

Componentes de un motor eléctrico



Nota: La figura nos muestra la descripción de un motor eléctrico. Tomado de Refacciones Industriales (párr. 1), https://brr.mx/motores-electricos/

2.1.14 *Sistema de protección eléctrica en plantas industriales*

Es esencial tener instalaciones eléctricas adecuadas en la industria para permitir que los procesos productivos se desarrollen sin contratiempos.

La interrupción del suministro eléctrico, ocasiona un alto en la producción del bien, esto producirá pérdidas económicas importantes. Por lo tanto, la seguridad, confiabilidad, mantenimiento y previsión futura son fundamentales para la gestión de un diseño adecuado del sistema eléctrico de una planta industrial. Los riesgos derivados de una falla del sistema eléctrico no se limitan a la interrupción de la producción, sino que también pueden resultar en accidentes que puedan provocar daño grave a las personas o a las instalaciones.

Las plantas industriales requieren de electricidad no solo para iluminar y alimentar sus cargas principales como motores, calentadores, etc., sino también para alimentar los sistemas auxiliares, los cuales optimizan y automatizan los métodos y sistemas de producción.

Para diseñar una planta industrial, la disciplina de la ingeniería eléctrica no solo diseña y desarrolla los sistemas de generación, transmisión, distribución y alimentación, sino que también debe ofrecer sistemas de protección mecánica y eléctrica, sistemas de protección contra descargas atmosféricas y conexión a tierra, sistemas de control, sistemas de automatización tales como transferencias automáticas y arranques de sistemas de emergencia, sistemas de operación y monitorización del sistema eléctrico a distancia. Asimismo, una separación adecuada de cargas y los sistemas de distribución para garantizar funcionalidad y fiabilidad apropiada de la planta, una selección adecuada de materiales y equipos. Un diseño adecuado de los equipamientos y sistemas logra permitir un funcionamiento preciso con mantenimiento eficiente y ampliación futura.

El ingeniero eléctrico debe trabajar con el resto de los departamentos y disciplinas para valorar el OPEX al diseñar y dimensionar una planta industrial. También debe tener en cuenta el CAPEX.

Las soluciones de protección industrial protegen completamente los sistemas de baja y media tensión. El uso de estos dispositivos mejora la disponibilidad y el rendimiento del sistema, y evita costosos daños y fallas en los equipos.

Se pueden coordinar fácilmente con otros dispositivos en instalaciones petroquímicas de metales y minería. Así como en instalaciones industriales y comerciales de agua y aguas residuales, en centros de datos, hospitales, universidades y otros lugares.

Las soluciones para protección de alimentador ofrecen capacidades completas para proteger el arco eléctrico y la sobre corriente. Esto las hace adecuadas para todo tipo de instalaciones de escala comercial e industrial.

La protección de motor se atiende con el uso de relés especializados. Estos protegen los motores de inducción y síncronos. Estos relés tienen capacidades como detección de ruptura de barras del rotor, soporte para variadores de frecuencia, detección de arco eléctrico, protección diferencial y más.

2.1.15 *Seguridad industrial*

La seguridad industrial consiste en un conjunto de medidas y procedimientos de carácter obligatorio, los cuales son diseñados para prevenir y minimizar riesgos, garantizando protección frente a posibles accidentes.

El objetivo sería prevenir daños a los empleados, los bienes de la empresa y al medio ambiente. Estos daños pueden originarse debido a la operación y utilización de equipos o instalaciones, así como por procesos relacionados con la fabricación, almacenamiento o eliminación de productos industriales. No obstante, la meta principal es lograr un entorno sin accidentes, principalmente en plantas industriales.

Para trabajos o supervisión en subestaciones eléctricas de plantas industriales se deben considerar los siguientes elementos de protección personal.

- **Casco dieléctrico:** Está compuesto de polietileno de alta densidad, un material que no es inflamable y ofrece gran resistencia a impactos y perforaciones. Su diseño impide la absorción de agua e incorpora un mecanismo de ajuste práctico y de fácil manejo (tipo Ratchet). Dispone de una suspensión de 4 puntos conforme a la normativa aplicable para su uso con carrillera. Su color blanco lo distingue como el indicado para supervisores. El casco dieléctrico debe cumplir con la Norma ANSI Z89.1 1-1977 Clase E Tipo I.
- **Guantes de goma:** Elaborados a partir de caucho natural mediante un proceso de inmersión múltiple en una solución de este material. Presentan un diseño con puño ajustado que proporciona mayor holgura en la muñeca, permitiendo el uso cómodo de prendas gruesas y pesadas. Son de dos colores, combinando negro con rojo o amarillo. Su espesor es de 2.92 mm y están diseñados para soportar una tensión máxima de hasta 26,500 V, perteneciendo a la clase III. Tienen una longitud de 14 pulgadas. Los guantes de goma deben cumplir con la Norma ASTM D-120 y EN60903.
- **Zapatos dieléctricos:** Fabricados con cuero satinado y una base sólida de caucho natural dieléctrico antideslizante. Su diseño incluye un cerco de suela unido a la

entresuela mediante costura con hilo de nailon, utilizando caucho dieléctrico de 4 mm de espesor. Además, cuentan con un recubrimiento de perfil plástico que impide la filtración de agua. Los zapatos dieléctricos deben cumplir con la Norma ANSI Z41-1979 PROTECTIVE FOOTWEAR, NTP 241.00, NTP241.016.

- **Lentes protectores:** Hechos con policarbonato antiempañante, con protección UV, la montura con material de vinil, color de lentes transparente, ángulo de visión panorámica de 160°, talla standard, con banda de sujeción elástica aproximada de. 55cm, debe cumplir con la Norma ANSI Z87.1

Figura 8

Elementos de protección personal (EPP)

Nota: La figura nos muestra los EPP principales. Tomado de SST Perú (párr. 1), https://www.ivancenteno.com/que-equipos-proteccion-personal/

2.1.16 *Conductores eléctricos*

Los conductores eléctricos de media tensión son componentes fundamentales en la infraestructura eléctrica. Diseñados para la transmisión eficiente y segura de energía en sistemas, que operan con tensiones que van desde varios miles de voltios hasta aproximadamente 45 kV. La elección del tipo de conductor adecuado depende de múltiples

factores, que incluyen las características del entorno, la carga eléctrica esperada y los requisitos específicos de cada proyecto industrial o comercial.

Estos cables están disponibles en una variedad de materiales conductores, siendo los más comunes el cobre y el aluminio. El cobre se caracteriza por su excelente capacidad de conducción eléctrica y su fuerte resistencia a la corrosión, esto lo convierte en una buena opción para aplicaciones que demandan un alto flujo de corriente. En contraposición, el aluminio, al ser más liviano y accesible en costos, es ampliamente utilizado en proyectos que implican extensas distancias de transmisión.

El aislamiento de los conductores de media tensión es crucial para su rendimiento y seguridad. Se utilizan materiales, como el polietileno reticulado (XLPE) y el etileno-propileno (EPR), conocidos por sus excelentes propiedades dieléctricas y resistencia al calor. Estos materiales protegen los conductores contra condiciones ambientales adversas y aseguran una vida útil prolongada del cableado.

Además del aislamiento, los cables pueden estar equipados con capas semiconductoras y una cubierta protectora metálica para minimizar las interferencias electromagnéticas, y proteger contra daños mecánicos durante la instalación y operación. Estas características son esenciales para mantener la integridad eléctrica del sistema y garantizar una transmisión estable de energía.

En términos de especificaciones técnicas, los conductores de media tensión están diseñados para operar de manera confiable en un rango de temperatura que generalmente oscila entre los 90°C y los 105°C. Esto asegura un rendimiento consistente y seguro incluso en entornos extremos, mientras que la alta rigidez dieléctrica y la resistencia de aislamiento minimizan las pérdidas por efecto Joule y optimizan la eficiencia energética del sistema.

La selección cuidadosa del conductor eléctrico de media tensión, considerando sus materiales, configuraciones y características técnicas, es esencial para asegurar la fiabilidad, eficiencia y seguridad de las instalaciones eléctricas modernas. Estos cables juegan un papel crucial en la transmisión eficiente de energía y son fundamentales para el funcionamiento óptimo de infraestructuras industriales y comerciales.

Figura 9

Conductores eléctricos trifásicos multipolares y unipolares

Nota: La figura nos muestra los cables multipolares y unipolares. Tomado de Centelsa [Ilustración] (párr. 1), https://revista-ps.costosperu.com/conductores-electricos-de-media-tension/

2.1.17 *Máxima demanda en planta industriales*

Para estimar la potencia a contratar, se debe hacer el cálculo de la máxima demanda. Esto nos permite dimensionar el sistema eléctrico en media tensión en kV para una determinada carga en kW. La cual deberá ser atendida por la empresa concesionaria de energía a través de un punto de diseño de suministro.

Se inicia con la elaboración de un cuadro de cargas en baja tensión tanto en 440 V, considera la potencia instalada de cada equipo en kW, la multiplicamos por el factor de demanda, hallando la máxima demanda individual en kW. Luego, se suma todas las máximas demandas individuales y se multiplica con el factor de simultaneidad, obteniendo la máxima demanda diversificada en 440 V. Se hace el mismo procedimiento de cálculo de máxima demanda diversificada para las cargas en baja tensión de 220 V.

Luego, se suma los dos últimos resultados, calculando así la máxima demanda total diversificada, se multiplica por el factor de simultaneidad, obteniendo de esta manera la máxima demanda de la planta, el valor se aproxima al valor entero mayor cercano.

2.1.18 *Capacidad en barras de baja tensión de plantas industriales*

La presente secuencia de pasos y ecuaciones sirven para calcular la capacidad en barras de baja tensión (secundario del transformador en media tensión) en una planta industrial, tal como se muestra a continuación:

Primero, Se evalúa la capacidad de conducción de corriente del cable de alimentación, la cual se extiende desde el punto de diseño hasta la celda de llegada, ubicada en la subestación eléctrica. Para ello, se requiere previamente la siguiente información: carga de diseño en KVA, factor de potencia (fdp), longitud de línea de acometida en metros, potencia de cortocircuito en MVA, data del cable alimentador (tipo, sección en mm^2), caída de tensión máxima en porcentaje, tiempo de apertura en segundos, ubicación y localización del proyecto con el cual se podrá tener las condiciones ambientales.

Se calcula la corriente nominal (I_n) en amperios. Para este cálculo, es necesario contar con la potencia del transformador (P) expresada en kVA y la tensión nominal de operación (V) en kV. La ecuación a utilizar es la siguiente:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3}\ x\ V} \qquad (1)$$

El valor obtenido en la ecuación (1) se busca en las tablas del fabricante y se busca la capacidad máxima de corriente del cable (I_m) en amperios, así como el valor de su sección en mm^2. Debido a que el factor de corrección (F_c) influye en la capacidad del cable, este factor cambia según las condiciones que presenta la instalación en el terreno (CNE tomo IV, ver tablas XXI, XXIII). A su vez, el factor de corrección depende de otros dos factores: F_{c1}, su valor es según la disposición de los cables, y F_{c2}, Su magnitud considera la resistividad térmica del suelo, la profundidad a la que se instala el cable y la temperatura

del terreno a esa misma profundidad. La ecuación que permite calcular el factor de corrección es la siguiente:

$$F_c = F_{c1} x F_{c2} \qquad (2)$$

Luego, se calcula la capacidad máxima de corriente del cable corregida (I_{mc}) en amperios, con la siguiente ecuación:

$$I_{mc} = F_c x I_m \qquad (3)$$

Se reemplaza, en la ecuación (3), el valor calculado en la ecuación (2). Si el valor de la capacidad máxima de corriente del cable corregida (I_{mc}) en amperios es mayor a la corriente nominal (I_n) en amperios. Se concluye que el cable seleccionado transportará toda la carga nominal a la subestación eléctrica.

Ahora, se calcula la capacidad de corriente de cable alimentador por cortocircuito (I_{cc}) en amperios. Para ello, se requiere la potencia de cortocircuito (P_{cc}) en MVA y la tensión nominal de servicio (V) en kV, la ecuación a utilizar es la siguiente:

$$I_{CC} = \frac{P_{CC}}{\sqrt{3}\, V} \qquad (4)$$

Se sabe que, bajo condiciones de cortocircuito, la temperatura de los componentes metálicos de los cables de energía, como el conductor y la cubierta metálica, aumenta vertiginosamente. Al estudiar su comportamiento en estas circunstancias, es importante considerar parámetros claramente determinados, se debe calcular la sección mínima del cable (S_{min}) en mm^2 que pueda soportar la corriente de cortocircuito máxima ($I_{cc\ máx}$) en kA, en un tiempo de apertura del sistema (t) en segundos. Se usa la siguiente ecuación:

$$S_{min} = \frac{I_{cc\ max}\ x\ \sqrt{t}}{143} x\ 1000 \qquad (5)$$

De la ecuación (5), se despeja la corriente de cortocircuito máxima ($I_{cc\ máx}$) en amperios. Se logra obtener la siguiente ecuación:

$$I_{cc\ max} = \frac{0.143\ x\ S_{min}}{\sqrt{t}} \qquad (6)$$

Si el valor de la corriente de cortocircuito máxima ($I_{cc\ máx}$) en amperios obtenida en la ecuación (6) es mayor a la corriente de cable alimentador por cortocircuito (I_{cc}) en amperios obtenida en la ecuación (4). Se concluye que el cable alimentador seleccionado podrá soportar la corriente de cortocircuito.

Ahora calculamos la caída de tensión en el cable (ΔV) en voltios. Para ello se recurre a la información que brinda el fabricante y se busca los parámetros eléctricos de Resistencia (R) en Ω/km y Reactancia (X) en Ω/km en el catálogo. Además de estos valores, se requiere de la longitud del cable alimentador (L) en metros, de la corriente nominal (I_n) en amperios y del ángulo de fase (φ) en grados. Esta información se reemplaza en la siguiente ecuación considerando la condición de plena carga:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}\ L\ x\ I\ (RCos\emptyset + XSen\emptyset)}{1000} \qquad (7)$$

Luego, se calcula el porcentaje de caída de tensión (ΔV%), considerando la tensión nominal de servicio (V) en voltios y el valor calculado en la ecuación (7) en la siguiente ecuación:

$$\Delta V\ (\%) = \left(\frac{\Delta V}{V}\right) x100 \qquad (8)$$

Si el valor obtenido de la ecuación (8) es menor que el indicado por la norma del Código Nacional de Electricidad CNE (Caída de tensión máxima permitida es del 3% en circuitos de iluminación y 5% en circuitos de potencia), entonces concluimos que el cable alimentador cumple con la caída de tensión.

Ahora, se realiza el cálculo de la potencia de cortocircuito en la subestación eléctrica (P_{ccl}) en MVA. Para ello, se requiere la tensión nominal de servicio (V) en voltios y la potencia de cortocircuito (P_{cc}) en MVA. Con estos dos datos, se calcula la impedancia del sistema (Z_l) en Ώ, con la siguiente fórmula:

$$ZI = \frac{V^2}{P_{CC}} \qquad (9)$$

Con los parámetros del cable Resistencia (R) en Ω/km, Reactancia (X) en Ω/km y la longitud del cable alimentador (L) en metros, se calcula su impedancia (Z_c) con la siguiente ecuación:

$$Z_c = (r + jx)\, L \qquad (10)$$

Con la impedancia calculada en la ecuación (9) y la calculada en la ecuación (10), se calcula la impedancia total en las barras de media tensión (Z_{II}), con la siguiente ecuación:

$$Z_{II} = Z_I + Z_c \qquad (11)$$

Ahora, se obtiene el módulo al resultado obtenido en la ecuación (11); dado que es un número complejo y se tiene $/Z_{II}/$ en Ώ. Luego, se calcula la potencia de cortocircuito en la subestación eléctrica (P_{ccl}) en MVA, reemplazando $/Z_{II}/$ en la siguiente ecuación:

$$P_{ccl} = \frac{V^2}{|Z_{II}|} \qquad (12)$$

Si la potencia de cortocircuito en la subestación eléctrica calculada con la ecuación (12) es menor que la potencia de cortocircuito de la empresa distribuidora de energía, se cumplirá que, para el nivel de tensión de operación, tantas celdas y sus componentes cumplirán las exigencias de cortocircuito.

Ahora, en base a los resultados obtenidos, se procede al cálculo de barras en media tensión. Las únicas barras existentes en media tensión son las que se utilizan en el acoplamiento de las celdas de media tensión de la subestación eléctrica (de llegada y de protección). La conexión al transformador se efectúa mediante cables tipo seco.

Se inicia calculando la reactancia de entrada ($X_{entrada}$) en Ώ y la reactancia del cable (X_{cable}) en Ώ. Para ello, se requieren la reactancia del cable alimentador (X) en Ώ, la longitud entre apoyos (L) en metros, la tensión nominal de servicio (V) en voltios y la potencia de cortocircuito (P_{cc}) en MVA. Estos valores se reemplazan en las ecuaciones indicadas a continuación:

$$X_{cable} = \frac{X*L}{1000} \qquad (13) \quad y \quad X_{entrada} = \frac{V^2}{Pcc} \qquad (14)$$

Como siguiente paso, se calcula la reactancia total (X_{total}) en Ώ, reemplazando los valores obtenidos en la ecuación (13) y ecuación (14) en la siguiente ecuación:

$$X_t = X_{cable} + X_{entrada} \qquad (15)$$

Se halla también la resistencia total (R_{total}) en Ώ. Aquí se requiere de los valores de la resistencia del cable alimentador (R) en Ώ y la longitud entre apoyos (L) en metros. Se reemplaza estos datos en la siguiente ecuación:

$$Rt = \frac{R*L}{1000} \qquad (16)$$

Ahora, se calcula la corriente de cortocircuito permanente (Icc) en kA, para lo cual se necesita la tensión nominal de servicio (V) en voltios, la resistencia total (R_{total}) en Ώ calculado en la ecuación (16) y la reactancia total (X_{total}) en Ώ calculado en la ecuación (15). Se reemplazan estos valores en la siguiente ecuación:

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3}\ x\ \sqrt{Rt^2 + Xt^2}} \qquad (17)$$

Con este valor obtenido en la ecuación (17), se puede calcular la corriente de cortocircuito máxima o de choque (Iccm) en kA, con la siguiente ecuación:

$$I_{ccm} = 1.1\ x\ 1.41\ x I_{cc} \qquad (18)$$

Se procede a calcular el esfuerzo en la barra o entre las barras (F) en kg. Para ello, se requiere la distancia entre barras (d) en cm), la longitud entre apoyos (L) en metros y la corriente de cortocircuito máxima o de choque (Iccm) en kA calculado en la ecuación (18). Se reemplaza estos valores en la siguiente ecuación:

$$F = \frac{2.04\ x\ Iccm^2\ x\ L}{d} \qquad (19)$$

Calculamos el valor del momento flector (Mb) en kg-m, se requiere del esfuerzo en la barra o entre las barras (F) en kg calculado en la ecuación (19) y de la longitud entre apoyos (L) en metros. Se usa la siguiente ecuación:

$$Mb = \frac{F\ x\ L}{16} \qquad (20)$$

Hallamos el módulo de resistencia de la barra (Wr) en cm^3. Para esto se necesita de los valores de las dimensiones de la sección de la barra, la base (b) en cm y la altura (h) en cm, lo reemplazamos en la siguiente ecuación:

$$Wr = \frac{b^2 \, x \, h}{6} \qquad (21)$$

Se halla, seguidamente, el esfuerzo de flexión en trabajo (σ_{2t}) en kg/cm^2, considerando los valores del momento flector (Mb) en kg-m calculado en la ecuación (20) y la resistencia de la barra (Wr) en cm^3 calculado en la ecuación (21). Se reemplaza estos valores en la siguiente ecuación:

$$\sigma_{2t} = \frac{Mb}{Wr} \qquad (22)$$

Si consideramos que el esfuerzo máximo admisible del cobre (Kb) está entre 1000 a 1200 kg/cm^2 es mayor al esfuerzo de flexión en trabajo (σ_{2t}) en kg/cm^2 obtenido en la ecuación (22), se concluye que la barra tendrá mínimo esfuerzo electrodinámico.

Como siguiente paso, se calcula los efectos térmicos en la barra debido a un posible cortocircuito. Para ello, se calcula, primeramente, la variación del tiempo de apertura (Δt) en segundos. Se necesita la corriente de cortocircuito máximo de choque (I_{ccm}) en kA calculado en la ecuación (18) y la corriente de cortocircuito permanente (Icc) en kA calculado en la ecuación (17). Estos valores se reemplazan en la siguiente fórmula:

$$\Delta t = \frac{Iccm}{Icc} \qquad (23)$$

Seguidamente, se halla la variación de temperatura (Δθ) en °C. Se requiere de la constante del material cobre (K), la corriente de cortocircuito permanente (Icc) en kA calculado en la ecuación (17), el tiempo de comienzo del dispositivo de protección (t) en segundos, la variación del tiempo de apertura (Δt) en segundos calculado en la ecuación (23) y la sección de la barra (A) en mm^2. Estos datos se reemplazan en la siguiente ecuación:

$$\Delta\theta = \frac{Kx(Icc)^2 \, x \, (t+\Delta t)}{(A)^2} \qquad (23)$$

Luego, se halla la temperatura final (θ_f) en °C. Para ello se requiere la temperatura inicial (θ_i) en °C y la variación de temperatura ($\Delta\theta$) en °C calculado en la ecuación 23. Estos valores se reemplazan en la siguiente ecuación:

$$\theta_f = \theta_i + \Delta\theta \qquad (24)$$

Se concluye que el cortocircuito no representa un cambio drástico en la temperatura de la barra, si la temperatura final obtenida es menor que la temperatura máxima que soporta el conductor de cobre. Según la norma IEC 60228 y las especificaciones de los fabricantes, los conductores de cobre tienen diferentes límites de temperatura dependiendo del tipo de aislamiento utilizado. A continuación, se precisa algunas de las temperaturas máximas comunes para conductores de cobre con diferentes tipos de aislamiento.

PVC (Policloruro de Vinilo). Es el más común en muchas aplicaciones, la temperatura máxima de operación es 70°C y la temperatura máxima en condiciones de cortocircuito (hasta 5 segundos) es 160°C.

XLPE (Polietileno Reticulado). La temperatura máxima de operación es 90°C y la temperatura máxima en condiciones de cortocircuito (hasta 5 segundos) es 250°C.

EPR (Etileno Propileno Goma). La temperatura máxima de operación es 90°C y la temperatura máxima en condiciones de cortocircuito (hasta 5 segundos) es 250°C.

Silicona. La temperatura máxima de operación es 180°C y la temperatura máxima en condiciones de cortocircuito es 250°C.

FEP (Fluorinated Ethylene Propylene). La temperatura máxima de operación es 200°C y la temperatura máxima en condiciones de cortocircuito es 250°C.

Se halla, ahora, la frecuencia natural de oscilación (Fr) en Hertz. Para ello, se necesita calcular el momento de inercia (J) en cm^4, con los valores de dimensión de la base (b) en cm, la altura (h) en cm.

$$J = \frac{bxh^3}{12} \qquad (25)$$

Ahora, con el módulo de elasticidad (E) en kg/cm^2, el momento de inercia (J) en cm^4 calculado en la ecuación (25), la densidad del material o módulo de rigidez (G) en kg/cm^3

y la longitud libre de la viga (L) en cm, para calcular la frecuencia natural de oscilación (Fr). Los valores se reemplazan en la siguiente ecuación:

$$Fr = \frac{112\ x\ \sqrt{(ExJ)/G}}{L^2} \qquad (26)$$

Para evitar la resonancia en una barra, la frecuencia natural de oscilación (Fr) obtenida en la ecuación (26) debe estar fuera del rango de ±10% en relación a la frecuencia de la red eléctrica (60 Hz); es decir, debe ser menor de 54 Hz o mayor de 66 Hz. Esto incluye evitar frecuencias que sean múltiplos naturales de 60 Hz, como 120 Hz, 180 Hz, etc.

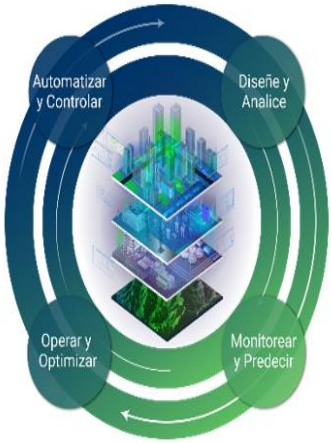
La resonancia sucede cuando la frecuencia de una excitación externa coincide con la frecuencia natural del sistema, amplificando las oscilaciones y potencialmente causando fallas estructurales. Manteniendo Fr fuera de este rango, se asegura que la barra no entrará en resonancia, previniendo daños y prolongando la vida útil del sistema. Esta práctica es fundamental en el diseño y mantenimiento de estructuras sometidas a vibraciones periódicas.

2.1.19 *Software ETAP 19*

ETAP 19 se posiciona como la principal referencia a nivel mundial en tecnología y soluciones para sistemas eléctricos de potencia y distribución, Su alcance, abarca aplicaciones en generación, transmisión, distribución, transporte, industria y negocios. Este software destaca por ofrecer una experiencia de usuario superior dentro de su categoría, integrando tecnologías basadas en la nube que aseguran acceso global para diseñadores, ingenieros y operadores. Su plataforma de gemelo digital eléctrico permite optimizar la eficiencia, mejorar la colaboración y aumentar la efectividad, facilitando además estudios enfocados en la transición energética.

Figura 10

Características principales de ETAP 19



Nota: La figura nos muestra las caracteristicas principales que presenta el software ETAP 19. Tomado de ETAP, https://etap.com/es/product-releases/19

Una de las funciones que tiene ETAP 19, referido a la implementación y control de proyectos, está relacionada con la eficiencia del tiempo de finalización del proyecto. Su uso se ve significativamente mejorado con el sistema de gestión multiusuario de Net PM. Independientemente de si la recolección de información y las modificaciones del proyecto se llevan a cabo a través de la aplicación o desde una estación de trabajo de ingeniería, todas las actualizaciones se sincronizan en tiempo real con el modelo principal, y las versiones aprobadas se envían a los usuarios designados.

Figura 11

Principales funciones del software ETAP 19

Nota: La figura nos muestra las funciones principales que presenta el software ETAP 19. Tomado de ETAP https://etap.com/es/product-releases/19

2.2 Marco conceptual

El presente informe usa algunos términos que derivan del marco teórico, de los antecedentes de investigación soporte del informe, de las normas y reglamentos usados a nivel internacional y nacional, que al no ser de uso común requieren descripción. Los cuales presentamos a continuación:

Ampliación de carga. Modificación que sufre el sistema eléctrico, con el objetivo de incrementar la energía contratada, con ello, mejorar la capacidad de carga, logrando así, asegurar el óptimo desempeño de los dispositivos o equipos eléctricos que operan de forma simultánea.

Calidad de producto. La percepción que un cliente tiene sobre un producto o servicio se conoce como su calidad. Se trata de una impresión subjetiva en la mente del consumidor, quien considera que un producto o servicio cumple con sus expectativas hasta que surge la necesidad de nuevas especificaciones.

Calidad de suministro. Se define como las características técnicas y comerciales del servicio eléctrico que los consumidores y el gobierno requieren de las empresas que lo brindan.

***Capital Expenditures* (CAPEX).** Su traducción es ‘gastos de capital’, se enfoca en gastos e inversiones en bienes tangibles. En otras palabras, son todos los artículos que la empresa compra.

Confiabilidad del sistema eléctrico. En el sector eléctrico, se ha asociado principalmente con la capacidad de generar suficiente energía para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Coordinación de protecciones. Determina la respuesta de los elementos del sistema de protección para minimizar el impacto en la continuidad operativa del sistema eléctrico ante fallas, como los cortocircuitos, garantizando de esta manera tanto la seguridad del personal como la preservación de los equipos eléctricos.

Cotización. Es un documento informativo que no genera registro contable y se utiliza para fijar el precio de un bien o servicio que se le ofrece a un cliente. Sería como hacer un presupuesto más detallado, puntualizando cada aspecto del servicio.

Diagrama unifilar. Corresponde al esquema de análisis del sistema eléctrico. Constituye la etapa inicial en la elaboración de un plan de respuesta ante situaciones críticas. Su propósito es poder facilitar el conocimiento detallado del diseño y la configuración del sistema de distribución eléctrica dentro de las instalaciones.

Diseño de redes eléctricas. El proceso de planificación y construcción de equipos eléctricos como componentes, esquemas, iluminación, sistemas de energía e infraestructuras de telecomunicaciones se conoce como diseño eléctrico.

Distribución de cargas eléctricas. Con el fin de optimizar el uso del espacio, estas suelen situarse en los alrededores de las áreas de consumo, ya sea dentro o fuera de los edificios. También pueden ubicarse en las proximidades de las centrales generadoras, generalmente en las afueras de las zonas urbanas, con instalaciones a cielo abierto.

Engineering, Procurement and Construction **(EPC).** Proyecto EPC, hace referencia a todo lo que incluye el contrato, incluido el diseño, los materiales necesarios y la construcción. Además, se incluyen una serie de servicios adicionales que se requieren para lograr esos tres objetivos principales de diseño, suministro y construcción.

Estudio de cortocircuito. Se llevan a cabo con el propósito de comprobar la idoneidad del diseño de los equipos que conforman un sistema eléctrico de potencia. y si serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito potenciales.

Factor de simultaneidad. Es la información que muestra la cantidad de energía eléctrica que tu hogar necesitaría si conectara todos los dispositivos simultáneamente.

Flujo de potencia. Consiste en determinar los valores de tensión, incluyendo su magnitud y ángulo, bajo condiciones específicas de carga, generación y red. Una vez obtenidas las tensiones en cada nodo, es posible calcular los flujos de línea y las pérdidas del sistema.

Herramienta financiera el costo beneficio B/C. Se trata de un procedimiento utilizado para analizar la relación que existe entre los gastos de un proyecto y los beneficios que este produce. Su finalidad es establecer si una inversión futura resultará viable para una empresa. Este indicador financiero también es conocido como la relación costo-beneficio (B/C).

Herramienta financiera el Valor Actual Neto (VAN). Se trata de un recurso eficaz para analizar proyectos de inversión a futuro. Su cálculo es sencillo y posibilita traer al presente todos los datos relacionados con ingresos y egresos, considerando el vencimiento de los distintos flujos de caja.

Herramienta financiera la tasa Interna de Retorno (TIR). Este indicador mide la rentabilidad de un proyecto de inversión y ayuda a los inversionistas a determinar si es conveniente participar en él. Su cálculo permite contrastar el valor presente de los costos con los ingresos estimados a futuro.

Máxima demanda diversificada. Es el valor máximo de la demanda diversificada. La suma de las demandas máximas individuales, independientemente de si ocurren o no al mismo tiempo, se conoce como demanda máxima no coincidente. Máximas que no están en línea con la demanda máxima coincidente.

Máxima Demanda. Corresponde al pico máximo de demanda (consumo simultáneo) de los usuarios dentro de un sistema eléctrico, sin limitaciones en el suministro, durante la hora de mayor requerimiento dentro del período analizado.

***Operating Expenses* (OPEX).** Su significado corresponde a ‘gastos operativos’ e incluye todos los costos en los que incurre una empresa para llevar a cabo sus actividades esenciales (pago de alquiler, salarios y adquisición de materia prima, entre otros).

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin). Se trata de la entidad estatal responsable de asegurar que las empresas de energía eléctrica e hidrocarburos proporcionen un servicio confiable, seguro y de calidad. Asimismo, supervisa que las compañías mineras operen bajo condiciones seguras, fomentando la confianza en la inversión y protegiendo a la población.

Parada de planta. También conocida como parada de mantenimiento. Es un período en el que la planta no está en funcionamiento, Esto facilita la ejecución de labores de mantenimiento, incluyendo inspecciones, reparaciones integrales, reemplazo de componentes y modificaciones en el diseño de las máquinas.

Potencia instalada. Se refiere a la capacidad de producción de energía de un país en particular, que le permite satisfacer la demanda eléctrica de sus empresas, servicios y ciudadanos en todo momento.

Proceso de certificación. Es un conjunto de pasos y evaluaciones que debe seguir una organización para obtener un reconocimiento oficial de conformidad con estándares específicos, como las normas ISO.

Red de suministro eléctrico. Está compuesto por líneas de transmisión que transportan la electricidad desde las centrales eléctricas hasta las subestaciones, donde se reduce la tensión antes de distribuirse a hogares y negocios a través de las líneas de distribución.

Suministro regular de energía eléctrica. Es crucial para la sociedad moderna, proporciona electricidad confiable y accesible para uso colectivo en hogares, negocios e instituciones. Garantiza iluminación, calefacción, refrigeración y energía para aparatos electrónicos, impulsa el desarrollo económico y social. Además, facilita la operación de servicios esenciales como hospitales, escuelas y servicios de emergencia. Este servicio requiere infraestructura robusta, mantenimiento continuo y regulación para asegurar la disponibilidad constante de electricidad, De este modo, fomenta el bienestar integral y a su vez mejora la calidad de vida de las personas en la comunidad.

Sistema eléctrico en media y baja tensión. Comprende una red de circuitos eléctricos diseñada para proporcionar energía eléctrica a todas las áreas y equipos industriales. Este sistema asegura un suministro confiable y seguro para operaciones críticas como la producción, el control de procesos y la iluminación. Utiliza transformadores, paneles de distribución y cables adecuados para manejar niveles de voltaje específicos, que garantizan eficiencia y minimizan riesgos eléctricos. Además, incorpora medidas de

protección como interruptores automáticos y sistemas de monitoreo para mantener la estabilidad del suministro eléctrico y prevenir interrupciones que puedan afectar la producción y la seguridad en la planta industrial.

Supervisión de obra. Forma parte de las responsabilidades administrativas de la dirección y el control, e implica verificar que las tareas se realizan de acuerdo con los planos y especificaciones constructivas. Es el proceso de inspección y gestión durante la ejecución de proyectos de construcción o ingeniería. Involucra la supervisión directa del cumplimiento de especificaciones técnicas, normativas y plazos por parte de ingenieros y arquitectos. Este proceso incluye la revisión de avances, calidad de materiales, seguridad en el sitio y coordinación entre contratistas y subcontratistas. Debe asegurar que el proyecto se desarrolle según lo planeado, resuelve problemas emergentes y ajustando detalles según sea necesario para garantizar la entrega exitosa y dentro del presupuesto estipulado. Además, juega un papel crucial en la mitigación de riesgos, el control de costos y la satisfacción final del cliente con el resultado de la construcción.

Unidad minera. Es una instalación industrial especializada en la extracción y procesamiento de minerales. Incluye equipos de perforación, transporte y procesamiento, así como infraestructuras de soporte como talleres y campamentos. Estas unidades están diseñadas para maximizar la eficiencia y seguridad en la explotación de recursos minerales, cumpliendo con normativas ambientales y de seguridad laboral.

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

3.1 Elaboración de procedimiento de actualización y consolidación

El procedimiento que se propone es el resultado de la experiencia profesional, realizando trabajos de campo y oficina (estudios eléctricos en sistemas de potencia y distribución). El contacto con las plantas industriales nos permite observar que la gran mayoría carece de información confiable referida a su sistema eléctrico en media y baja tensión. Esta información es muy importante para la empresa, porque va de la mano con su crecimiento; por tanto, requiere estar actualizándose constantemente. De esta manera, se puede atender con eficiencia la necesidad de implementar nuevos proyectos en tiempo real. El presente informe brinda un procedimiento para lograrlo, se basa en antecedentes previos y una teoría fundamental relacionados al trabajo propuesto. Consiste en 5 etapas, bien definidas, las cuales se detallan a continuación.

3.1.1 *Etapa 1: Recopilación de información existente*

En esta etapa se debe buscar información previa en cuanto a documentación existente referida a los parámetros del suministro eléctrico, proporcionada por la empresa concesionaria de energía en media tensión (tales como tensión de servicio, potencia de cortocircuito, corriente de cortocircuito trifásico y bifásico, frecuencia y tiempo de despeje de falla). También, información referida al sistema eléctrico de la propia planta industrial, el cual comprende las subestaciones eléctricas, celdas en media y baja tensión, transformadores de potencia y distribución, centro de control de motores grupos electrógenos, red de puesta a tierra primaria y secundaria, iluminación, ubicación de buzones eléctricos y sistema HVAC.

Esta información se debe agrupar de la siguiente manera:

- Planos eléctricos (diagrama unifilar en media y baja tensión con información de los voltajes nominales de distribución y de control, ruteo del cable de acometida en

media y baja tensión, malla a tierra, distribución de equipos eléctricos planta, corte y elevación).

- Documentación técnica tales como memorias de cálculo (cargas, máxima demanda, cables en media tensión y baja tensión, puesta a tierra), especificaciones técnicas de equipos eléctricos, lista de cables, celdas en media y baja tensión, hoja de datos (transformadores, interruptores, tableros eléctricos, cables, grupo electrógeno, banco de condensadores).

3.1.2 *Etapa 2: Inspección en campo*

En esta etapa se debe realizar la verificación en campo de la información recolectada haciendo un recorrido por el sistema eléctrico de la planta industrial. La persona o personal encargado en cumplir esta tarea debe estar debidamente protegida con los elementos de protección personal EPP. Además, contar con apoyo de personal técnico calificado que conozca la planta.

Durante el recorrido se debe tomar apuntes (datos de placa de transformadores, datos de placa de interruptores de media tensión, datos de placa de interruptores de baja tensión, datos técnicos de cables de media tensión y datos técnicos de cables de baja tensión). También, se deben hacer mediciones de planta (levantamiento de las dimensiones del espacio utilizado por la subestación eléctrica) y realizar un registro fotográfico ordenado que sirva como evidencia para contrastar con la información previa.

El recorrido empieza desde la ubicación del punto de suministro eléctrico en la celda de media tensión existente propiedad de la empresa concesionaria de energía (aquí es solo observar su ubicación física, dado que no se tiene acceso). Seguir la trayectoria del cable alimentador de la acometida de media tensión, a través del banco de ductos y buzones eléctricos, hasta la celda de llegada ubicada en la sala de celdas de media tensión de la subestación eléctrica principal de la planta industrial. Al llegar a este punto, tomar nota del equipamiento en media tensión (celdas de llegada, celdas de medición y celdas de salida hacia los transformadores de distribución primaria). Luego, dirigirse hacia la

ubicación de sala de los transformadores de distribución primaria y secundaria, tomamos nota. Después dirigirse hacia la ubicación de la sala eléctrica (sala de control de motores), donde se debe verificar la existencia del tablero general de potencia. Tablero de transferencia automática el cual debe estar conectado al banco de grupos electrógenos y al tablero de potencia. También, debemos visualizar los tableros de distribución, tableros de iluminación y tomacorrientes. Seguir con el recorrido hacia la sala de baterías, verificar los puntos de puesta a tierra. Asimismo, verificar la existencia del sistema de aire acondicionado y ventilación (Sistema HVAC).

Realizar las consultas respectivas al personal técnico de lo que se va observando en cada punto y también consultar acerca de las cargas aguas abajo de los tableros eléctricos de distribución. Aquí es donde se podrá saber si están o no operativos.

Tener en cuenta que, si la planta industrial tiene más subestaciones eléctricas, se debe seguir la trayectoria del cable alimentador a través del trazo de banco de ductos y buzones eléctricos hasta la celda de llegada ubicada en la siguiente subestación eléctrica, y realizar los mismos pasos que en la subestación eléctrica principal.

3.1.3 *Etapa 3: Edición y contraste de la Recopilación de información e inspección en campo*

La información previa se contrasta con la información obtenida en campo, luego se ordena considerando lo siguiente:

- Desarrollar una lista numerada editable de los datos del equipamiento eléctrico principal, tales como cables de media tensión, celdas, transformadores y tableros eléctricos, debidamente rotulados
- Obtener la cantidad de tableros eléctricos entre utilizables y en desuso de todas las subestaciones eléctricas.
- Actualizar los diagramas unifilares de las subestaciones eléctricas utilizando AutoCAD 2D Electrical.

- Actualizar las vistas de los planos de planta y corte con la disposición del equipamiento eléctrico depurado en todas las subestaciones eléctricas con AutoCAD 2D.

De forma opcional, una vez obtenidos los datos en campo y editado, gestionar una reunión para el levantamiento de información faltante que pueda existir con personal técnico de la planta.

3.1.4 *Etapa 4: Análisis de la demanda máxima con los datos actualizados*

En esta etapa se deben realizar los cálculos eléctricos de carga instalada y máxima demanda. Esto debe considerar el análisis de las cargas que requieren los proyectos que están en ejecución y de los nuevos proyectos. Esto con la finalidad de evaluar las condiciones del sistema eléctrico y del equipamiento eléctrico, el cual sea capaz de poder tener en cuenta la demanda de energía actual y también futura de la planta industrial.

Si el cálculo realizado nos muestra que el valor obtenido está muy próximo a la máxima demanda, es decir, alcanza los valores límites de operación de la planta y del suministro impuesto por la empresa concesionaria de energía, se debe optar por un cambio en el nivel de tensión de media tensión. Implica un cambio en el plan tarifario y del equipamiento eléctrico. Se debe desarrollar una ingeniería básica y de detalle para proceder con la ampliación de todo el equipamiento eléctrico asociado tanto en media tensión como en baja tensión, con miras a poder responder a las cargas de los nuevos proyectos.

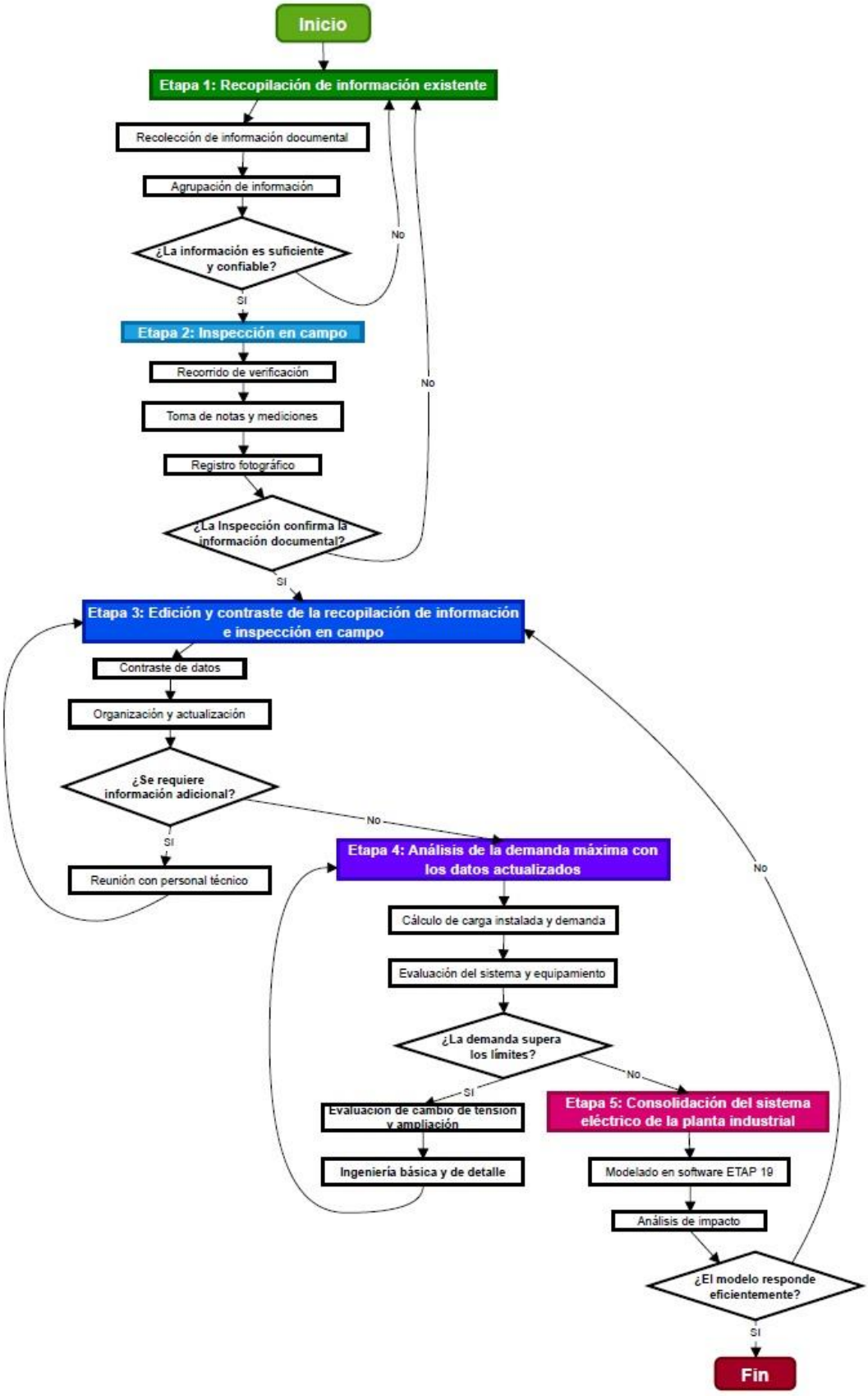
3.1.5 *Etapa 5: Consolidación del sistema eléctrico de la planta industrial*

Con los datos actualizados, se consolida el sistema eléctrico en media y baja tensión con el uso del *software* eléctrico ETAP 19 en su versión actualizada. El *software* debe ser administrado por personal capacitado de la Unidad de Ingeniería de Proyectos de la planta industrial. El objetivo es tener la información del sistema eléctrico en tiempo real.

Este *software* nos brinda, con alta precisión, la viabilidad del conexionado de las cargas de los nuevos proyectos, tan solo insertando valores (longitud y tipo de cable alimentador, valor de carga). Se analiza su impacto al sistema haciendo corridas de flujo de potencia y análisis de cortocircuito. También permite hacer estudios de arranque de motores, coordinación de protección y sistemas de puesta de tierra. Con ello, se logra disminuir considerablemente el tiempo de respuesta en la viabilidad de los proyectos y permite tener control del crecimiento de la máxima demanda para poder predecir acciones preventivas en potenciar el equipamiento eléctrico.

Figura 12

Visualizando la metodología con un diagrama de flujo



Nota: Elaboración propia

3.2 Aplicación del procedimiento a una planta Industrial

El presente informe, detalla el procedimiento para actualizar y consolidar el sistema eléctrico en media y baja tensión de plantas industriales, facilitando la revisión de proyectos en curso y la implementación de nuevos. Se ha validado su eficiencia en Refinería Conchán, planta industrial de refinación de petróleo, demostrando su aplicabilidad para otras instalaciones industriales. Esta metodología incluye evaluación de equipos, cumplimiento de normativas y mejoras en la gestión energética con el fin de garantizar un suministro eléctrico confiable y seguro. El caso de estudio proporciona un modelo robusto para optimizar la infraestructura eléctrica en diversas plantas, promueve estándares de calidad y eficiencia en el sector industrial.

3.2.1 *Ubicación geográfica*

La Refinería Conchán, propiedad de Petróleos del Perú, Se encuentra en un amplio terreno de 50 hectáreas, situado en el kilómetro 26.5 de la antigua Panamericana Sur, en el distrito de Lurín, Lima.. Esta posición geográfica estratégica facilita un acceso óptimo a importantes rutas de transporte terrestre y marítimo, mejora la eficiencia logística en el procesamiento y distribución de productos derivados del petróleo a nivel regional y nacional. La refinería desempeña un papel crucial en la industria energética del país, cumple con estrictas normativas ambientales y de seguridad.

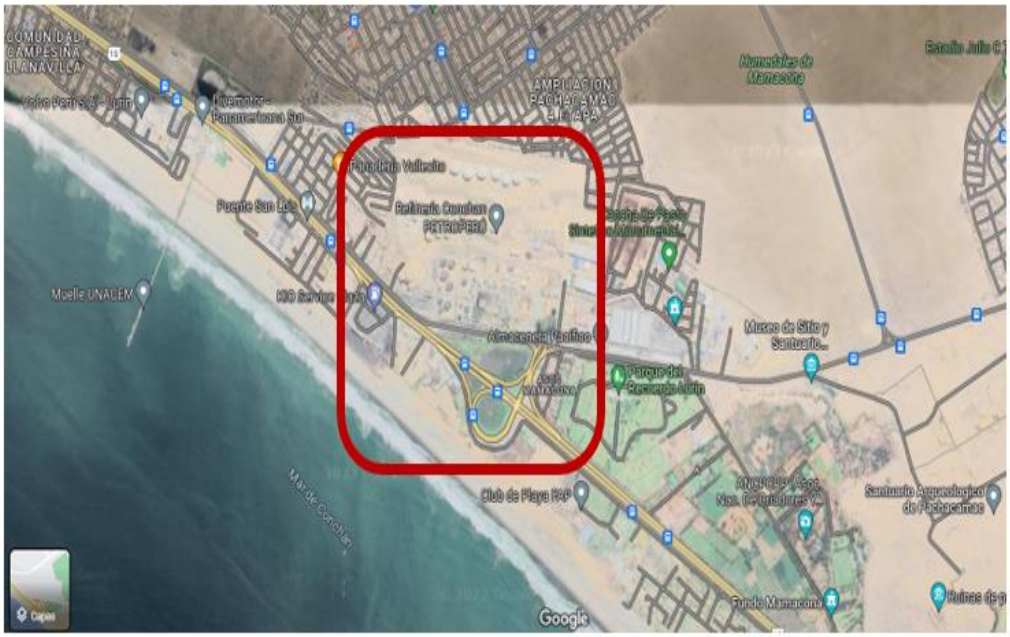
Figura 13

Ubicación de Refinería Conchán

Nota: La figura nos muestra ubicación de la refinería a una altitud aproximada de cero respecto al nivel del mar en donde se tiene el equipamiento eléctrico, este dato es importante para la realización de cálculos justificativos. Tomado de Scribd (párr. 9), por Campos Dávila, G., 2019, Petroperú https://es.scribd.com/document/280494055/Refineria-Conchán

Figura 14

Vista de Refinería Conchán y Terminal Portuario



Nota: La figura nos muestra ubicación de la refinería a. Tomado de Google Maps [Ilustración] (párr. 1), por Salinas López, J. 2023, https://es.scribd.com/document/280494055/Refineria-Conchán

Figura 15

Vista panorámica de Refinería Conchán

Nota: la figura nos muestra la extensión a pleno de la planta industrial. Ilustración referencial de Refinería Conchán.

Figura 16

Áreas y sectores en Refinería Conchán (subestaciones eléctricas en zona amarilla)

Nota: la figura nos muestra la distribución por sectores en todo el terreno. Infografía referencial de Refinería Conchán.

3.2.2 *Reseña Histórica*

La Refinería Conchán, creada por la empresa Flúor Corporation de Canadá, fue puesta en funcionamiento en 1961 por Conchán Chevron de California. Luego, Petróleos del Perú S. A. (Petroperú S. A.) asumió la administración desde 1973 hasta la actualidad.

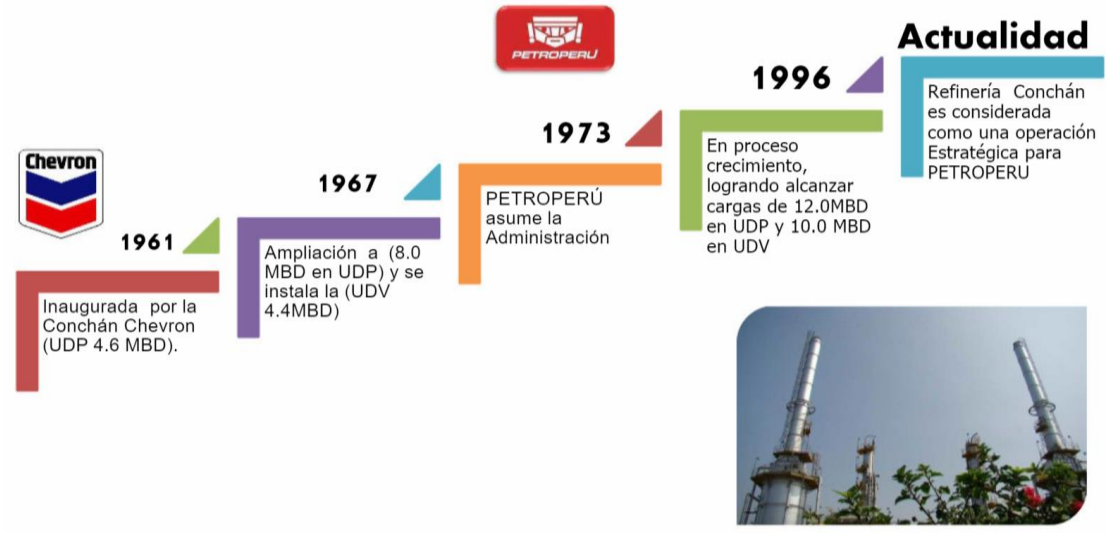
Figura 17

Procesos que se realizan en Refinería Conchán

Nota: La figura muestra las instalaciones de la refinería en sus inicios. Tomado de Slide share [Infografía] (párr. 2), 2013, Petroperú, https://www.slideserve.com/mikaia/petr-leos-del-per-petroper-s-a

Figura 18

Proceso de crecimiento administrativo y productivo en Refinería Conchán



Nota: La figura nos muestra los cambios de administración importantes desde los inicios de la refinería hasta la actualidad. Tomado de Scribd [Infografía] (párr. 10), por Campos Dávila, G., 2019, Petroperú, https://es.scribd.com/document/280494055/Refineria-Conchán

Figura 19

Vista de la planta de refinación de petróleo

Nota: la figura nos muestra la planta de refinación con las unidades principales de refinación. Ilustración referencial de Refinería Conchán.

Refinería Conchán tiene como principal función procesar, refinar y almacenar productos como asfaltos de calidad de exportación, petróleos industriales, solventes, gasolinas y gasoholes para motores, posee capacidad para almacenar los combustibles líquidos comercializados en todos los puntos del país y en gran parte de Lima.

Figura 20

Producción, almacenamiento y comercialización de combustibles

Nota: La figura nos muestra las etapas con la cual se obtienen los productos derivados del petróleo y su respectiva comercialización. Tomado de Scribd [Infografía] (párr. 11), por Campos Dávila, G., 2019, Petroperú, https://es.scribd.com/document/280494055/Refineria-Conchán

En la actualidad, cuenta con una Unidad de Destilación Primaria con capacidad para procesar 15,500 barriles diarios y una Unidad de Destilación al Vacío con un alcance de 10,000 barriles por día. Ambas unidades operan bajo un sistema de control que optimiza el proceso de refinación y garantiza productos de alta calidad. Además, su capacidad de almacenamiento alcanza los 2'051,354 barriles de hidrocarburos líquidos.

Figura 21

Planta de procesos de Refinería Conchán

Nota: La figura nos muestra la planta de refinación y su capacidad referencial. Tomado de Scribd (párr. 13), por Campos Dávila, G., 2019, Petroperú, https://es.scribd.com/document/280494055/Refineria-Conchán

Figura 22

Sistema de iluminación implementado en planta de procesos de Refinería Conchán

Nota: La figura nos muestra la planta de refinación de petróleo con su nuevo sistema de iluminación. Tomado de El Comercio (párr. 1), 2019, Petroperú, https://especial.elcomercio.pe/petroperu-sostenibilidad/2023/04/28/refineria-Conchán-asfaltos-de-calidad-para-reconstruir-los-caminos-del-peru/

Refinería Conchán tiene un amarradero multiboyas con capacidad para atender hasta 75,000 DWT de barcos tanque.

Figura 23

Terminal portuario para carga y descarga de petróleo y combustibles

Nota: La figura muestra un buque de carga y descarga de petróleo. Tomado de Slide share [Infografía] (párr. 5), 2013, Petroperú, https://www.slideserve.com/mikaia/petr-leos-del-per-petroper-s-a

Refinería Conchán tiene una moderna planta de venta, ofrece facilidades para despachar combustibles, solventes y asfaltos. Asimismo, se tiene sistemas de carga para camiones cisterna, maneja diversos tipos de crudo y derivados, incluyendo asfaltos de alta calidad, tanto para el mercado nacional como para el mercado internacional.

Figura 24

Planta de ventas de combustibles en Refinería Conchán

Nota: la figura muestra un buque de carga y descarga de petróleo. Tomado de Slide share [Infografía] (párr. 7), 2013, Petroperú, https://www.slideserve.com/mikaia/petr-leos-del-per-petroper-s-a

Refinería Conchán posee un moderno laboratorio, cuenta con tecnología avanzada que garantiza la alta calidad de sus productos.

Figura 25

Nuevo laboratorio en Refinería Conchán

Nota: La figura nos muestra las instalaciones del nuevo laboratorio de la refinería. Tomado de Cámara de comercio de Lima (párr. 1), 2021, Petroperú, https://www.canadaperu.org/noticia/petroperu-refineria-Conchán-se-convertira-en-una-planta-cero-efluentes/

Para tener un recorrido por la refinería, se puede observar sus instalaciones en el siguiente enlace https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=tcIHU8-ruel

3.2.3 *Condiciones ambientales*

Refinería Conchán por ubicarse en una zona cerca al mar presenta las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar: inferior a 1000 m
- Temperatura ambiente: 35 ºC
- Temperatura ambiente mínima: 8,8 ºC
- Humedad relativa máxima: 90 % a más (invierno)
- Humedad relativa mínima: 80%

La naturaleza de la planta, por tratarse de un proceso de refinación de petróleo, se debe considerar que presenta una atmósfera química agresiva y también corrosiva.

Para efectos de los cálculos eléctricos, según la Norma IEC-60076-11, no se debe considerar factores de derrateo por altitud, dado que el área de proyecto se encuentra por debajo de los 1000 m s. n. m., pero, dada las condiciones ambientales que se muestra, solo se tendría en cuenta la tropicalización de los equipos por corrosión.

3.2.4 *Antecedentes de la planta*

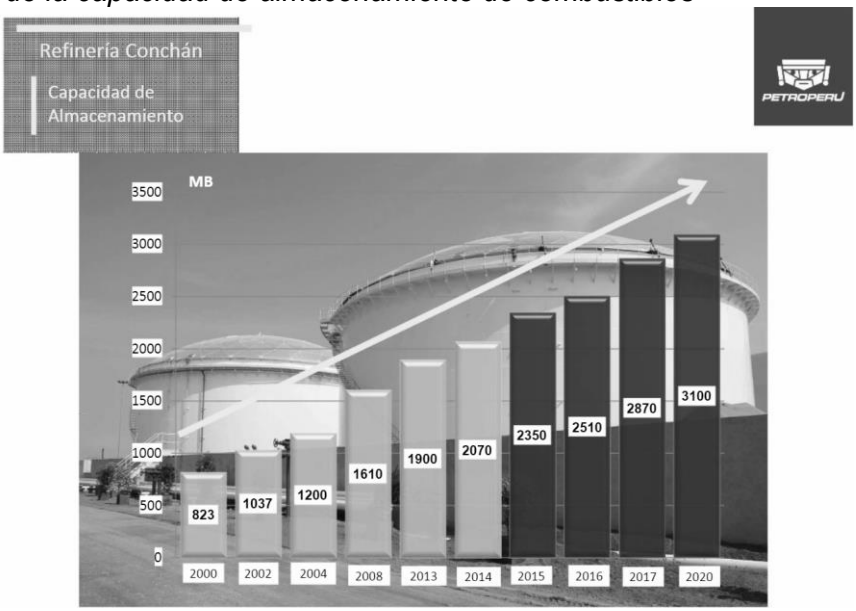
La producción de combustibles en la Refinería Conchán está en constante crecimiento como se indicó en el Capítulo I. Este fenómeno es común en cualquier planta industrial en expansión donde la producción debe satisfacer de forma ininterrumpida la demanda del mercado. Para lograrlo, se requiere un sistema eléctrico en media y baja tensión adecuada que sostenga eficientemente los procesos de producción.

En el caso de la Refinería Conchán, el crecimiento constante en la producción de combustibles se ha evidenciado año tras año como se ilustra en la siguiente figura. Este crecimiento continuo genera nuevas necesidades que deben ser abordadas para mantener y mejorar la capacidad productiva de la planta. Específicamente, este trabajo se enfoca en la atención de las nuevas cargas eléctricas que son resultado de los nuevos proyectos implementados. Estos proyectos están diseñados para potenciar aún más el proceso de adquisición y refinamiento de combustibles de alta calidad.

La mejora en el sistema eléctrico no solo soporta el incremento en la producción, sino que también asegura la eficiencia y la fiabilidad operativa, que genera así mayores beneficios para la empresa y contribuye al desarrollo económico y energético del país.

Figura 26

Crecimiento de la capacidad de almacenamiento de combustibles



Nota: La figura nos muestra la como el almacenamiento está en ascensol. Tomado de Scribd (párr. 19), por Campos Dávila, G., 2019, Petroperú, https://es.scribd.com/document/280494055/Refineria-Conchán

Refinería Conchán tiene contrato con la empresa distribuidora de energía Luz del Sur (LDS). La cual le brinda una potencia máxima de 1,500 kW, mediante una red de Media Tensión de 10.0 kV. Según el Art. 3, del "Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad" (D.S. N° 022-2009-EM), los usuarios cuya máxima demanda anual se encuentre entre 200 kW y 2,500 kW tienen derecho a elegir entre la condición de Usuario Regulado o de Usuario Libre. En el caso de Refinería Conchán, tiene tarifa de Cliente Regulado. La empresa distribuidora de energía Luz del Sur (LDS) refiere a que para cargas mayores 1,800 kW deben ser atendidos a un nivel de tensión de 22,9 kV.

Con fecha 30 de noviembre de 2016, mediante Resolución N° 15377-2016-OS-DSHL, el ente fiscalizador Osinergmin aprobó el Programa de Adecuación de Refinería Conchán al D.S. N° 023-2015-EM. En este programa se estableció, como una actividad de adecuación (Hito N°10), adecuar la infraestructura eléctrica a la normatividad vigente, y se fijó como fecha de inicio de fiscalización del Hito el 29 nov. 2019.

Refinería Conchán debe atender el crecimiento de la producción de combustibles con la implementación de nuevos proyectos para potenciar sus procesos, pero la

información documentada y editable referida al sistema eléctrico de utilización en media y baja tensión de Refinería Conchán está incompleta. Esto limita la revisión de los proyectos en ejecución y finalizados (para mantenimiento) y, por ende, también la implementación de los nuevos proyectos que por necesidad se puedan presentar (viabilidad de conexión a la red eléctrica en baja tensión).

La carencia de datos precisos da como resultado aumentos de tiempo en la elaboración de la ingeniería de los nuevos proyectos y en el mantenimiento de los proyectos finalizados, que genera demoras y pérdidas económicas. Como sistema eléctrico en media y baja tensión se entiende una instalación eléctrica como un conjunto de circuitos eléctricos que tiene como fin dotar de energía eléctrica a toda la refinería y los procesos que en ella se realizan.

Esta es una oportunidad para aplicar la metodología, permite actualizar y consolidar la información del sistema eléctrico en media tensión y baja tensión de plantas industriales, con el cual se pueda atender la revisión de los proyectos en ejecución y también la implementación de nuevos proyectos.

3.2.5 *Aplicación de la Etapa 1: Recopilación de información existente*

Información previa en cuanto a documentación existente referida a los parámetros del suministro eléctrico proporcionado por la empresa concesionaria de energía en media tensión (tales como tensión de servicio, potencia de cortocircuito, corriente de cortocircuito trifásico y bifásico, frecuencia y tiempo de despeje de falla). Se recopiló lo siguiente: la red equivalente en régimen de operación normal está representada por una barra infinita (barra slack) cuyos datos fueron proporcionados por la empresa concesionaria de energía Luz del Sur, según se muestra a continuación:

- Corriente de cortocircuito trifásico: 2.555 kA
- Corriente de cortocircuito Bifásico :2.212 kA
- Tensión de servicio: 10 kV
- Frecuencia :60 Hz

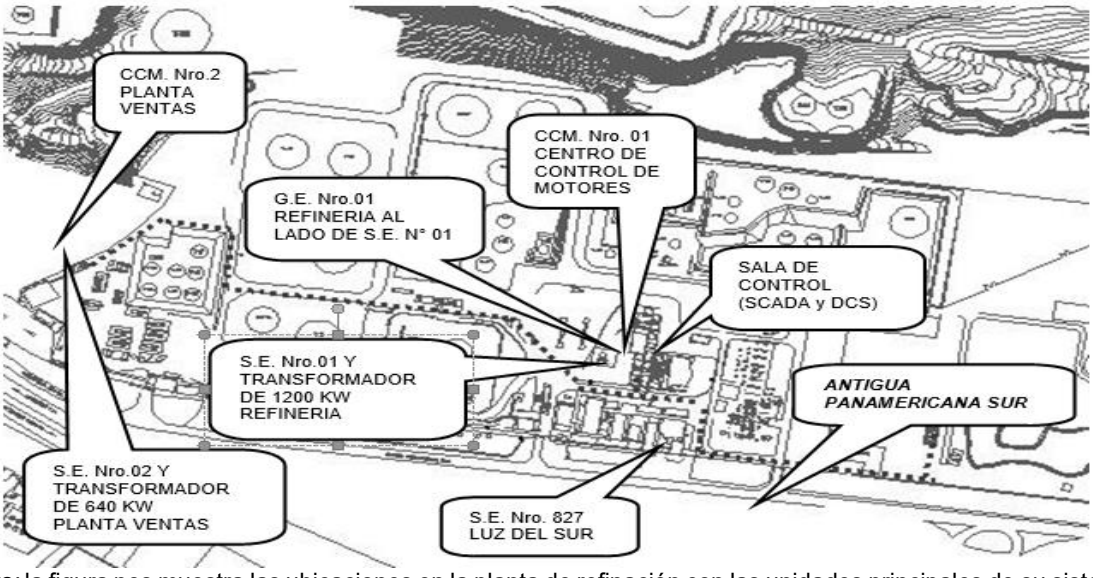
- Potencia de cortocircuito en la S.E. 827: 60 MVA
- Tiempo de despeje de falla: 0,2 s

Información referida al sistema eléctrico de la propia planta industrial. La cual comprende las subestaciones eléctricas, celdas de media tensión y baja tensión, transformadores de potencia y distribución, centro de control de motores grupos electrógenos, red de puesta a tierra primaria y secundaria, iluminación, ubicación de buzones eléctricos y sistema HVAC. Se recopiló lo siguiente:

La instalación cuenta con 42 años de operación a partir de 1975, tiempo en el cual se han realizado modificaciones mínimas en la subestación y en el sistema de distribución eléctrica. La distribución física actual es la siguiente:

Figura 27

Subestaciones eléctricas en Refinería Conchán



Nota: la figura nos muestra las ubicaciones en la planta de refinación con las unidades principales de su sistema eléctrico. Ilustración referencial de Refinería Conchán.

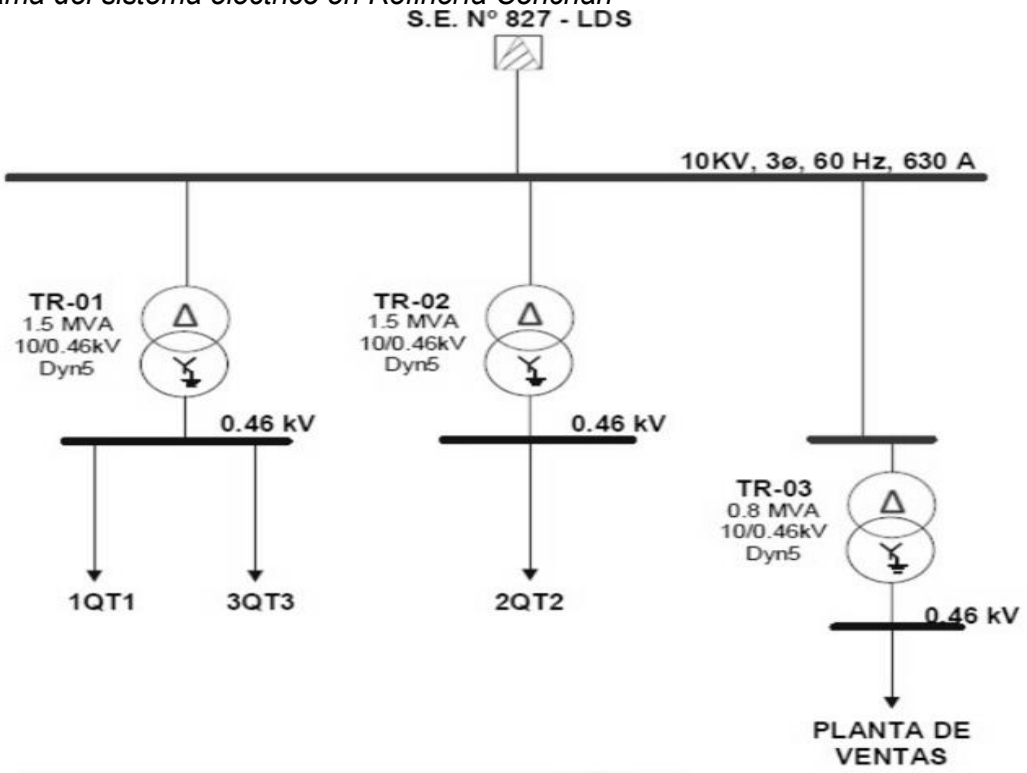
Las subestaciones eléctricas son del tipo interior. Incluye equipos para transformación, medición, protección y/o seccionamiento de energía eléctrica, que es recibida de una red de distribución primaria (tensión en 10 KV - media tensión) y es entregada a un subsistema de distribución secundaria (110 V, 220 V, 440 V).

- Circuitos de alumbrado perimetral, tanques y oficinas -Tensión de suministro 220 Vac.
- Circuitos de fuerza motriz - Tensión de suministro 440 Vac.
- Circuitos de control y/o telecomunicaciones - Tensión de suministro 110 Vdc.

Información referida a planos eléctricos (diagrama unifilar en media y baja tensión con información de los voltajes nominales de distribución y de control, ruteo del cable de acometida en media y baja tensión, malla a tierra, distribución de equipos eléctricos planta, corte y elevación) y documentación técnica tales como: memorias de cálculo (cargas, máxima demanda, cables en media tensión y baja tensión, puesta a tierra), especificaciones técnicas de equipos eléctricos, lista de cables, celdas en media y baja tensión, hoja de datos (transformadores, interruptores, tableros eléctricos, cables, grupo electrógeno, banco de condensadores). Se recopiló lo siguiente:

Figura 28

Diagrama del sistema eléctrico en Refinería Conchán



Nota: la figura nos muestra el esquema unifilar del sistema eléctrico principal en media y baja tensión. Ilustración referencial de Refinería Conchán.

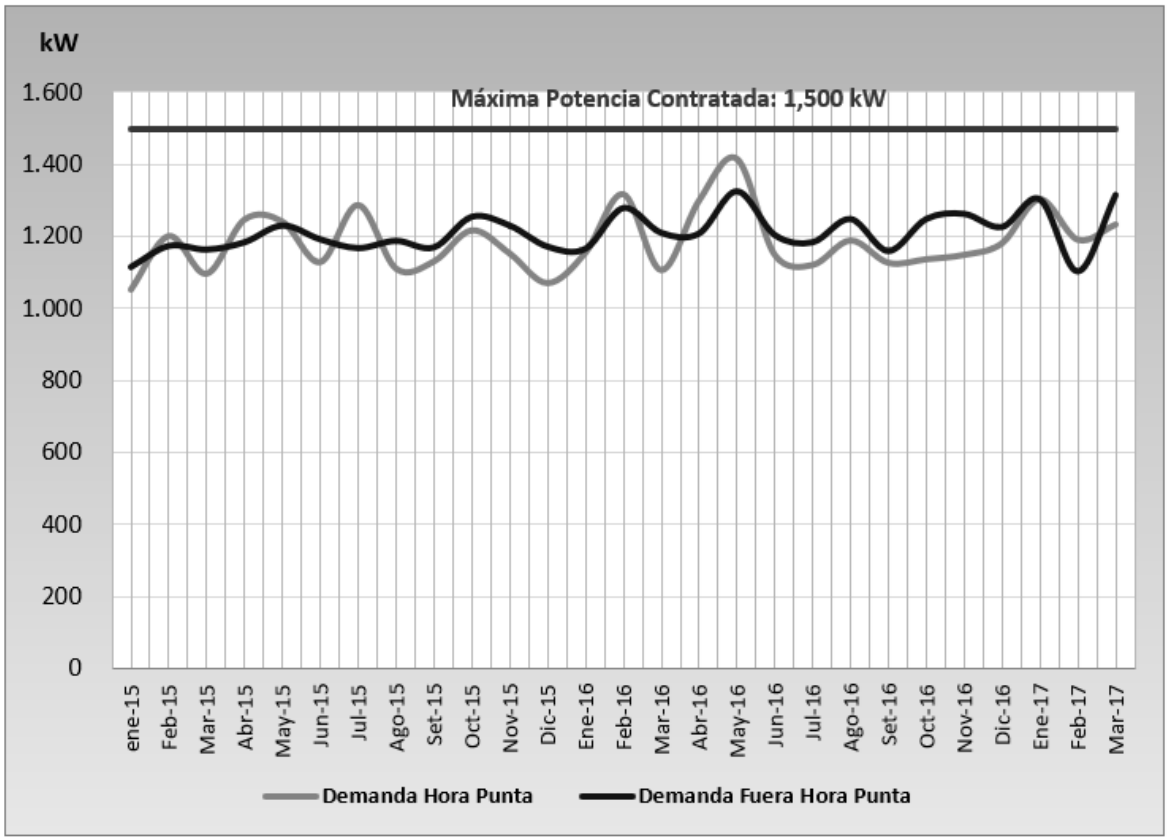
Los equipos eléctricos y las instalaciones operan bajo los siguientes sistemas de operación:

- Distribución primaria (inicial) : 10 kV, 3Ø, 60Hz
- Motores eléctricos : 480 V, 3Ø, 60Hz
- Tableros de distribución : 230 V, 3Ø, 60Hz
- Iluminación y tomacorrientes : 230 V, 1Ø, 60Hz
- Iluminación exterior : 230 V, 3Ø, 60Hz
- Iluminación de emergencia : 230 V, 1Ø, 60Hz
- La tensión de control en general para los arrancadores de los motores será 110V, 1Ø.

La demanda de potencia al año 2017 es la siguiente:

Figura 29

Máxima demanda contrata a Luz del Sur en 10 kV.



Nota: la figura nos muestra la máxima demanda en un tiempo aproximado de 2 años. Ilustración referencial de Refinería Conchán.

Parámetros de distribución del transformador de distribución TR-01 de la subestación eléctrica principal.

- Tipo: ONAN
- Potencia nominal: 1500 kVA
- Tensión: 10 / 0.46 kV
- Tensión de cortocircuito: 6.3%
- Conexionado: Dyn5

Parámetros de distribución del transformador de distribución TR-02 de la subestación eléctrica principal.

- Tipo: ONAN
- Potencia nominal: 1500 kVA
- Tensión: 10 / 0.46 kV
- Tensión de cortocircuito: 6.25 %
- Conexionado: Dyn5

Parámetros de distribución del transformador de distribución TR-02 de la subestación eléctrica planta de ventas.

- Tipo: ONAN
- Potencia nominal: 800 kVA
- Tensión: 10 / 0.46 kV
- Tensión de cortocircuito: 3.79 %
- Conexionado: Dyn5

Parámetros del interruptor de media tensión CMT-01 de la subestación eléctrica principal.

- Tensión: 12 kV
- Corriente nominal: 630 A

- Poder de corte: 25 kA

Parámetros del interruptor de media tensión CMT-05 TR-01 de la subestación eléctrica principal.

- Tensión: 12 kV
- Corriente nominal: 630 A
- Poder de corte: 25 kA

Parámetros del interruptor de media tensión CMT-06 TR-02 de la subestación eléctrica principal.

- Tensión: 12 kV
- Corriente nominal: 630 A
- Poder de corte: 25 kA

Parámetros del interruptor de media tensión CMT-04 TR-03 de la subestación eléctrica principal.

- Tensión: 12 kV
- Corriente nominal: 630 A
- Poder de corte: 25 kA

Parámetros del interruptor de baja tensión 1QT1 TR-01 de la subestación eléctrica principal.

- Tensión: 0.46 kV
- Corriente nominal: 1250 A
- Poder de corte: 42 kA

Parámetros del interruptor de baja tensión 2QT2 TR-02 de la subestación eléctrica principal.

- Tensión: 0.46 kV
- Corriente nominal: 2500 A
- Poder de corte: 70 kA

Parámetros del interruptor de baja tensión 3QT3 de la subestación eléctrica planta de ventas.

- Tensión: 0.46 kV
- Corriente nominal: 1250 A
- Poder de corte: 42 kA

Parámetros del interruptor de baja tensión QG1 TR-03 de la subestación eléctrica planta de ventas.

- Tensión: 0.46 kV
- Corriente nominal: 1600 A
- Poder de corte: 42 kA

Parámetros del grupo electrógeno, el cual, está ubicado en la subestación eléctrica principal.

- Marca: Caterpillar
- Tipo: combustión interna
- Potencia: 500 kW
- Tensión: 220 - 480 V
- Fases: 4
- Velocidad: 1800
- Equipamiento: motor Diesel de 6 cilindros en línea, ciclo de cuatro tiempos con inyección directa, turboalimentado, acoplado directamente al generador de un

cojinete, sin escobillas, cuenta con 2 tableros de control y protección grupo 500 kW, 480 V, 60 Hz, 3 F, además de 2 tableros de transferencia automática 2x25 A, 24 Vcc y 5 baterías.

Parámetros del Banco de Capacitores 1 - Compensación de energía reactiva ubicado en la subestación eléctrica principal.

- Tensión: 0.48 kV
- Potencia nominal: 275 kVA
- Pasos: 12

Parámetros del Banco de Capacitores 2 - Compensación de energía reactiva ubicado en la subestación eléctrica principal.

- Tensión: 0.48 kV
- Potencia nominal: 376 kVA
- Pasos: 8

Parámetros del Banco de Capacitores CD-PV-Pan-2 - Compensación de energía reactiva ubicado en la subestación eléctrica planta de ventas.

- Tensión: 0.48 kV
- Potencia nominal: 150 kVA

3.2.6 *Aplicación de la Etapa 2: Inspección en campo*

En esta etapa se realizó la verificación de la información recolectada en campo, se realizó un recorrido por el sistema eléctrico de Refinería Conchán. Fueron en total 3 personas las encargadas en cumplir esta tarea, los cuales estuvieron debidamente protegidos con sus implementos de protección personal EPP de trabajo para planta industrial.

Durante el recorrido se tomó apuntes de los datos de placa de transformadores, datos de placa de interruptores de media tensión, datos de placa de interruptores de baja tensión, datos técnicos de cables de media tensión y datos técnicos de cables de baja tensión. Se realizaron las medidas de planta de las dimensiones del espacio utilizado por la subestación eléctrica.

El recorrido empezó desde la ubicación del punto de suministro eléctrico en la celda de media tensión existente, propiedad de la empresa concesionaria de energía Luz del Sur y solo se observó su ubicación física dado que no se tiene acceso. Luego, se prosiguió por la trayectoria del cable alimentador hasta la celda de llegada ubicada en la sala de celdas de media tensión de la subestación eléctrica principal de la planta industrial, se tomó nota de los datos eléctricos del equipamiento en media tensión (celdas de llegada, celdas de medición y celdas de salida hacia los transformadores de distribución primaria).

Luego, se prosiguió el recorrido hacia la sala de los transformadores de distribución primaria y secundaria, y se tomó nota. Después, se continua hacia la sala eléctrica (sala de control de motores) donde se tomó nota de los datos eléctricos y dimensionamiento del tablero general de potencia, tablero de transferencia automática, tablero del banco de grupos electrógenos conectado al tablero de potencia, tableros de distribución, tableros de iluminación y tomacorrientes. Se prosiguió el recorrido hacia la sala de baterías, se observaron los puntos de puesta a tierra. Asimismo, se verificó la existencia del sistema de aire acondicionado y ventilación (Sistema HVAC) en la subestación eléctrica.

Se realizaron las consultas al personal técnico sobre la alimentación acerca de los tableros eléctricos de distribución aguas abajo.

Se prosiguió con el recorrido a través del trazo de banco de ductos y buzones eléctricos hasta la celda de llegada de la siguiente subestación eléctrica planta de ventas donde se tomó nota de los datos eléctricos del equipamiento en media tensión (celdas de llegada, celdas de medición y celdas de salida hacia los transformadores de distribución primaria).

Se realizó un registro fotográfico ordenado que sirvió como evidencia para contrastar con la información previa recopilada. Esta información se detalla en el anexo 1 y 2.

3.2.7 *Aplicación de la Etapa 3: Edición y contraste de la recopilación de información e inspección en campo*

La información previa se contrasta con la información obtenida en campo, luego se ordena considerando lo siguiente: desarrollar una lista numerada editable de los datos del equipamiento eléctrico principal tales como cables de media tensión, celdas, transformadores y tableros eléctricos, debidamente rotulados; obtener la cantidad de tableros eléctricos entre utilizables y en desuso de todas las subestaciones eléctricas. La información obtenida en campo se editó en *Word* (ver anexo 3) de la siguiente manera:

- Se desarrolló una lista numerada editable, en *Word,* del equipamiento eléctrico de la subestación eléctrica principal obteniéndose una lista de 54 tableros eléctricos entre utilizables y en desuso (ver anexo 3).
- Se desarrolló una lista numerada editable, en *Word*, del equipamiento eléctrico de la subestación eléctrica planta de ventas, se obtuvo una lista de 31 tableros eléctricos entre utilizables y en desuso (ver anexo 3).

Se realizó una actualización exhaustiva de los diagramas unifilares de las subestaciones eléctricas utilizando *AutoCAD 2D Electrical*. Este proceso incluyó la revisión y actualización de los diagramas unifilares de la subestación eléctrica principal y la planta de ventas, que se pueden consultar en los anexos 4 y 5. Esta tarea fue crucial para garantizar que los diagramas reflejan con precisión la disposición actual de los sistemas eléctricos, facilitando futuras modificaciones y mantenimientos. La actualización de estos diagramas permite una mejor comprensión y manejo del sistema eléctrico, que mejora la eficiencia y seguridad operativa. Además, se aseguró que todos los componentes y

conexiones estuvieran correctamente representados, lo que es esencial para la planificación de nuevas instalaciones y la resolución de problemas.

Se actualizaron las vistas de los planos de planta y corte con la disposición del equipamiento eléctrico en todas las subestaciones eléctricas utilizando *AutoCAD 2D*. Las vistas de planta de la subestación eléctrica principal y la planta de ventas fueron revisadas y actualizadas para reflejar la disposición exacta de los equipos, como se muestra en el anexo 6. Este proceso incluyó la verificación y ajuste de la ubicación de cada componente eléctrico, que asegura que los planos sean una representación precisa y utilizable para futuras referencias y trabajos. La actualización de estas vistas es vital para mantener un registro claro y actualizado de la infraestructura eléctrica, lo cual es fundamental para las operaciones diarias y la planificación a largo plazo.

De forma opcional, se solicitó reunión con personal técnico de la planta para corroborar la información en editable y, de esta forma, levantar las observaciones extraídas de la inspección de campo realizada y resultó un proceso satisfactorio.

3.2.8 *Aplicación de la Etapa 4: Análisis de la máxima demanda con los datos actualizados*

En esta etapa se realizó el análisis de cargas que requiere los proyectos que están en ejecución y de los nuevos proyectos. Se realizaron los cálculos eléctricos de carga instalada y máxima demanda. Esto tenía como finalidad evaluar las condiciones del sistema eléctrico y del equipamiento eléctrico, el cual sea capaz de poder atender la demanda de energía actual y futura de Refinería Conchán. Las ecuaciones que fundamentan los cálculos realizados en *Excel* se encuentran en el capítulo 2, en el Marco teórico, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 4

Cargas críticas existentes reubicadas en subestación eléctrica principal

Descripción	Carga instalada (kW)	Factor de demanda (FD)	Máxima demanda (kW)
Cargas críticas existentes reubicadas Subestación eléctrica principal	-	-	-
CCM-SE01-01	1533,83	-	906,25
Cargas provenientes del Cuadro General de Baja Tensión CGBT-1 (CD-1)	698,02	-	408,92
CD-1: CCM 1A	33,16	0,60	19,89
CD-1: CCM 1B	33,16	0,60	19,89
CD-1-1: TR-10/TR-11	418,18	0,58	241,02
CD-1-2: P-3C: Electrobombas de Procesos - Gasolina de V-1 a E-7	41,44	0,60	24,87
CD-1-2: P-19B/PP: Electrobombas de Procesos - Fondos de UDV	55,95	0,60	33,57
CD-1-3: K-103/K-104: Motores Compresor	24,87	0,60	14,92
CD-1-3: Tablero Caldero	74,68	0,60	44,81
CD-1-3: Skids de procesos (Bombas P-63, P-65, P-66, P-70)	16,58	0,60	9,95
Cargas provenientes del Cuadro General de Baja Tensión CGBT-2 (CD-2)	221,73	-	133,04
CD-2-1: Tablero general Procesos	165,78	0,60	99,47
CD-2-2: CCM-2I	55,95	0,60	33,57
Cargas provenientes del Cuadro General de Baja Tensión CGBT-3 (CD-3)	606,59	-	359,79
CD-3-1: Electrobomba P-71A, cabotaje	207,22	0,60	124,33
CD-3-1: Aerorefrigerantes E-6 A/B y E-6/15	82,89	0,60	49,73
CD-3-2: P-23: Electrobomba para cabotaje	62,17	0,60	37,30
CD-3-2: CCM-3A	33,16	-	19,89
CD-3-3: Tablero de Distribución oficina de Seguridad y Mantenimiento (Caseta Bombas Contra Incendio)	91,82	0,55	50,93
CD-3: Electrobombas Contra Incendio	124.33	-	-
CD-3-3: Iluminación de tanques	79,60	0,60	47,76
CD-3-3: Quemador FW	49,73	0,60	29,84
UPS DCS	7,50	0,60	4,50
Resumen general de carga crítica existente reubicadas subestación eléctrica principal:			
Carga crítica total existente (kW)	1.533,83		
Máxima demanda crítica existente (kW)	906,25		

Nota: cálculos para máxima demanda. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 5

Cargas reubicadas y proyectadas en subestación eléctrica principal

Descripción	Carga instalada (kW)	Factor de demanda (FD)	Máxima demanda (kW)
Cargas existentes reubicadas Subestación eléctrica principal	-	-	-
CCM-SE01-02	134,14	-	80,49
Cargas provenientes del Cuadro General de Baja Tensión CGBT-1 (CD-1)	18,65	-	11,19
CD-1-2: P-6: Electrobombas de Procesos - Kerosene de C-1 a E-9	18,65	0,60	11,19
Cargas provenientes del Cuadro General de Baja Tensión CGBT-2 (CD-2)	41,72	-	25,03
CD-2-1: Tablero general Procesos	41,72	0,60	25,03
Cargas provenientes del Cuadro General de Baja Tensión CGBT-3 (CD-3)	73,77	-	44,26
CD-3-2: EYE-01/EYE-02	40,62	0,60	24,37
CD-3-2: CCM-3A	33,16	0,60	19,89
Cargas proyectadas subestación eléctrica principal	-	-	-
CCM-SE01-02	72,00		43,20
Tablero de control HVAC TC-EP-01	21,60	0,6	12,96
Tablero de control HVAC TC-EP-02	21,60	0,6	12,96
Tablero de control HVAC TC-EP-03	10,80	0,6	6,48
Tablero de control HVAC TC-EP-04	10,80	0,6	6,48
Tablero de control HVAC TC-EP-05	3,60	0,6	2,16
Tablero de control HVAC TC-EP-06	3,60	0,6	2,16
Resumen general de carga a centro de control de motores (CCM) nuevo:			
Carga total a CCM nuevo (kW)	206,14		
Máxima demanda a CCM nuevo (kW)	123,69		

Nota: cálculos para máxima demanda. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 6

Cargas existentes no reubicadas en la subestación eléctrica principal

Descripción	Carga instalada (kW)	Factor de demanda (FD)	Máxima demanda (kW)
Cargas existentes no reubicadas subestación eléctrica principal	2.324,51	-	1.403,24
Cuadro General de Baja Tensión CGBT-1 (CD-1)	608,76	-	370,06
CD-1: A/A Laboratorio	4,14	0,60	2,49
CD-1: CCM 1A	87,03	0,60	52,22
CD-1: CCM 1B	92,01	0,60	55,20
CD-1-1: TR-10/TR-11	179,40	0,63	112,44
CD-1-2: Quemador APIN	17,41	0,60	10,44
CD-1-2: Poza API	21,55	0,60	12,93
CD-1-3: P-71: Cabotaje	207,22	0,60	124,33
Cuadro General de Baja Tensión CGBT-2 (CD-2)	1.244,85	-	746,91
CD-2-1: CCM-2E: Stand By	0,00	-	0,00
CD-2-1: CCM-2F: P-105D	82,89	0,60	49,73
CD-2-1: Tablero general Procesos	301,16	0,60	180,70
CD-2-2: CCM-2H: P-107 - Electrobomba Transferencia Kerosene y Diesel	149,20	0,60	89,52
CD-2-2: CCM-2I	167,85	0,60	100,71
CD-2-3: CCM-2H: Electrobomba desaladora	0,00	-	0,00
CD-2-3: CCM-2A	87,86	0,60	52,72
CD-2-3: CCM-2B: P-181 - Electrobomba Turbo	62,17	0,60	37,30
CD-2-3: CCM-2C: P-1 - Electrobomba Carga de crudo a planta	124,33	0,60	74,60
CD-2-3: CCM-2D: P-1B - Electrobomba Carga de crudo a planta	103,61	0,60	62,17
CD-2-3: K-114: Motor Compresor	0,00	-	0,00
CD-2-3: CCM-2G: P-106 - Electrobomba Transferencia Gasolina	82,89	0,60	49,73
CD-2-3: P-136: Electrobomba Procesos	82,89	0,60	49,73
Cuadro General de Baja Tensión CGBT-3 (CD-3)	470,89	-	286,26
CD-3-1: Aerorefrigerantes E-6 A/B y E-6/15	41,44	0,60	24,87
CD-3-2: P-24: Electrobomba para cabotaje	62,17	0,60	37,30
CD-3-2: Electrobomba Recobro de agua	2,49	0,60	1,49
CD-3-2: EYE-01/EYE-02	8,29	0,60	4,97
CD-3-2: Electrobomba de agua jardines exterior	24,87	0,75	18,65
CD-3-2: CCM-3A	81,23	0,60	48,74
CD-3: CCM-3B	179,04	0,60	107,42
CD-3-3: Laboratorio Máquinas de Octanos	9,20	0,60	5,52
CD-3-3: P-140 - Electrobomba procesos	62,17	0,60	37,30
Resumen general cargas existentes no reubicadas subestación eléctrica principal:			
Carga total existente (kW)	2.324,51		
Máxima demanda existente (kW)	1.403,24		

Nota: cálculos para máxima demanda. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 7

Cargas futuras

Descripción	Carga instalada (kW)	Factor de demanda (FD)	Máxima demanda (kW)
Cargas futuras Subestación eléctrica principal	-	-	-
TGP-SE01-01 Tablero general de potencia	452,8	-	362,2
Implementación de dos tanques de 110 MB para gasolinas: 2 Agitadores de 35 HP=52.2 kW)	52,2	0,80	41,8
Electrobombas de transferencia de Diesel: 2 bombas = 150 HP. Reemplazo de las actuales de 100 HP, adicional de potencia instalada = 25 HP = 18.6 kW.	74,6	0,80	59,7
Uso de electrobomba P-71 de cabotaje de residuales: bomba de 250 HP = 250/ (0.9 x 0.85 x 0.76 =186 kW (Se está considerando utilizar las 2 bombas en paralelo)	186,0	0,80	148,8
Automatización despacho vía camiones cisterna y Envasado de Asfaltos sólidos: Planta de envasado de asfaltos, estimado 140 kW.	140,0	0,80	112,0
Cargas críticas futuras subestación eléctrica principal	-	-	-
CCM-SE01-01 CCM Nuevo	630,6	-	508,2
Implementación de Sistema Automático de Terminales (TAS) de Planta de Ventas Conchán: 10 gabinetes con 10 UPS de 2 kW c/u = 20 kW + 01 Aire acondicionado de 60000 17 kW, Total 17 + 20 = 37 kW.	37,0	0,90	33,3
Implementación de tercera bomba contra incendio en plataforma Nº 03 de Tanques de Almacenamiento: Instrumentación + Tablero + Bomba + Jockey + Iluminación = 20 kW.	20,0	0,80	16,0
Electrobomba de despacho de asfalto: 1 bomba de 100 HP reemplaza a la existente de 75 HP, adicional de potencia instalada = 25 HP = 18.6 kW.	18,6	0,80	14,9
Adquisición e instalación de un sistema de Desalado electrostático en Refinería Conchán: Desaladores estimada 140 kW.	140,0	0,80	112,0
Reemplazo de 12 bombas de proceso: se estima el 30 % adicional a la carga existente de UDP/UDV = 550 kW (real) x 0.3 = 105 kW.	165,0	0,80	132,0
Planta HDT, estimado 250 kW.	250,0	0,80	200,0
Resumen general de carga futuras en la subestación eléctrica principal:			
Carga total futuras (kW)	1.083,40		
Máxima demanda futuras (kW)	870,42		

Nota: Cálculos para máxima demanda. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 8

Cargas existentes en la subestación eléctrica planta de ventas

Descripción	Carga instalada (kW)	Factor de demanda (FD)	Máxima demanda (kW)
Cargas existentes no reubicadas en la subestación eléctrica planta de ventas	740,33		450,70
CCM-PV-01	174,07	0,60	104,44
P-167/P-168: Electrobombas	82,89	0,60	49,73
P-169/P-170: Electrobombas	82,89	0,60	49,73
TK-70: Tablero General de Iluminación	33,16	0,60	19,89
Transformador TR-03 460/230V - Cargas oficinas	96,43	0,56	53,91
Tablero 440V - CD-PV-02	156,66	0,67	104,44
SE - Terminal Portuario	64,24	0,60	38,54
TK 68-69 (en instalación)	50,00	0,60	30,00
Resumen general de carga existente no reubicadas en la subestación eléctrica planta de ventas:			
Carga total existente (kW)	740,33		
Máxima demanda existente (kW)	450,70		

Nota: cálculos para máxima demanda. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 9

Cargas proyectadas en subestación eléctrica planta de ventas

Descripción	Carga instalada (kW)	Factor de demanda (FD)	Máxima demanda (kW)
Cargas existentes subestación eléctrica planta de ventas			
Tablero de distribución existente	21,60		12,96
Tablero de control HVAC	21,60	0,60	12,96
Resumen general de carga existente no reubicadas en la subestación eléctrica planta de ventas:			
Carga total existente (kW)	21,60		
Máxima demanda existente (kW)	12,96		

Nota: cálculos para máxima demanda. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 10

Cargas futuras en subestación eléctrica planta de ventas

Descripción	Carga instalada (kW)	Factor de demanda (FD)	Máxima demanda (kW)
Cargas críticas futuras subestación eléctrica planta de ventas	-	-	-
TTA-SE02-01 Tablero de transferencia	272,70	-	242,93
Habilitación y Montaje de dos tanques de 60 MB para gasolinas: Iluminación de 8 reflectores x postes de 400 W c/u x 10 postes = 32000 W, 3 Actuador 1/2 HP motorizado por cada tanque x 2 tks 60 MB = 1,2 kW, Total 1.2+32 = 33.2 kW.	33,2	0,90	29,9
Instrumentación de tanques MPA y planta de ventas Conchán: Instrumentación (28 Tanques) + Sistema control (Tablero=25 kW)	25,0	0,80	20,0
Implementación de Tratamiento de Efluentes Industriales - Etapa II: Sistema de neutralización (65.5 KW), anóxido y biológico (135.5 kW), decantación secundaria y ozonificación (13.46) = 214.5 kW.	214,5	0,90	193,1
Resumen general de carga futura:			
Carga total futura (kW)	272,70		
Máxima demanda futura (kW)	242,93		

Nota: cálculos para máxima demanda. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 11

Resumen general de cargas de Refinería Conchán al 2019

Resumen general de cargas subestación eléctrica principal		
Carga total (existente + futura) (kW)	5.147,88	
Máxima demanda (existente + futura) (kW)	3.303,59	
Resumen general de cargas subestación eléctrica planta de ventas		
Carga total (existente + futura) (kW)	1.034,63	
Máxima demanda (existente + futura) (kW)	715,23	
Resumen general		
Carga total requerida (existente + futura)	6.183	kW
Máxima demanda total (existente + futura)	4.019	kW
Factor de simultaneidad	0,60	
Máxima demanda diversificada	2.411	kW

Nota: cálculos para máxima demanda. Información referencial de Refinería Conchán.

La actual potencia contratada de 1500 kW viene utilizándose en forma controlada, que limita la demanda real de energía eléctrica en las áreas operativas. No se recomienda trabajar de forma sostenida a estos niveles, porque en un determinado tiempo se podría alcanzar picos que la sobrepasan y generar sobrecostos en la facturación. Debido a esto, actualmente, no se puede utilizar en paralelo las bombas de cabotaje de residuales: P-71(250 HP) y P-71A (250 HP); ya que, para utilizar las dos electrobombas en paralelo, se requiere una potencia adicional de 186 kW, con lo cual se estaría llegando al límite de la potencia contratada por Refinería Conchán.

El cálculo realizado nos muestra que la máxima demanda de las cargas existentes y las futuras sobrepasa, en gran manera, los valores límites de operación de Refinería Conchán. Por ello, la eficiencia de la etapa 4 del procedimiento es muy útil, porque, a pesar que Refinería Conchán tiene una tensión normal de servicio de 10 kV, al año 2019, con 1500 kW de potencia contratada, los proyectos en ejecución y los que se iban a implementar advierten que se tenía que realizar un cambio urgente en el nivel de tensión en media tensión, migrar de 10 kV a 22,9 kV y en potencia contratada pasar de 1500 kW a 2500 kW. Esto implica cambio en el plan tarifario y de todo el equipamiento eléctrico.

Se elaboró el documento que plantea las condiciones técnicas para el “Servicio de elaboración de Ingeniería de detalle del proyecto de ampliación de subestación eléctrica en Refinería Conchán, agosto 2019”. Esto se aprecia en el anexo 7. Se resalta que la ingeniería de básica para ampliación de todo el equipamiento eléctrico asociado, tanto en media tensión como en baja tensión, fue elaborado con anterioridad a mediados del año 2017; pero esta documentación no concatenaba con la implementación de nuevos proyectos en cuanto a su viabilidad de alimentación eléctrica, porque las cargas poco a poco se fueron implementando. Cada proyecto, después del estudio del 2017, se posicionaba en las subestaciones eléctricas y no se tenía control constante de ello, lo que después tuvo como consecuencia demoras en tiempos en varios proyectos.

La actualización del sistema eléctrico permitió poder atender varios proyectos que estaban en ejecución y también nuevos proyectos que dependían de la propuesta de

ampliación de subestación, pero que no tenía la ingeniería completa y no se ejecutaba. Por lo cual, esta ampliación no podría ser implementada al año 2019. Luego, estos proyectos estaban a la espera de soluciones que atendieran la parte de la disciplina eléctrica de los proyectos. El presente informe menciona dos casos, con los cuales la aplicación para actualizar el sistema eléctrico en media tensión y baja tensión respondió de forma eficiente a la urgente atención que requerían estos proyectos para su correcta alimentación eléctrica.

El proyecto en ejecución, “Ingeniería, Procura, Instalación y Puesta en Marcha de 12 Electrobombas Centrifugas API 610 en Refinería Conchán” al cual la empresa JS Industrial S. A. C. se adjudicó el proyecto EPC. El servicio empezó en setiembre del año 2018. Este proyecto se propuso mucho tiempo atrás, por lo que era un proyecto en ejecución y que tuvo un inconveniente en cuanto a la ubicación de los tableros para su centro de control de motores. Dado que no había espacio en la subestación eléctrica principal como solución, se pensó la implementación de una subestación eléctrica tipo container. La empresa encargada del servicio realizó un estudio técnico-económico para demostrar la aplicación de esta solución. No fue aprobado por los administradores del proyecto por parte de Refinería Conchán, dado que la subestación tipo container en la parte técnica, al estar expuesta a las condiciones ambientales de la planta, detalladas en el apartado del presente informe “3.2.3 Condiciones ambientales”, el equipamiento podría sufrir corrosión a corto plazo, mientras que por la parte económica su precio es muy elevado, alrededor de los 300000 USD.

En la búsqueda de una solución técnica-económica viable, dado que la empresa contratista, en su ejecución luego de haber desarrollado su ingeniería en la disciplina eléctrica, contemplaba la instalación de sus tableros para su centro de control de motores en la subestación eléctrica principal; por ende, ya tenían construido el trazado del banco de ductos y estaba listo para intervenir dentro de la subestación, como se puede apreciar en las siguientes figuras:

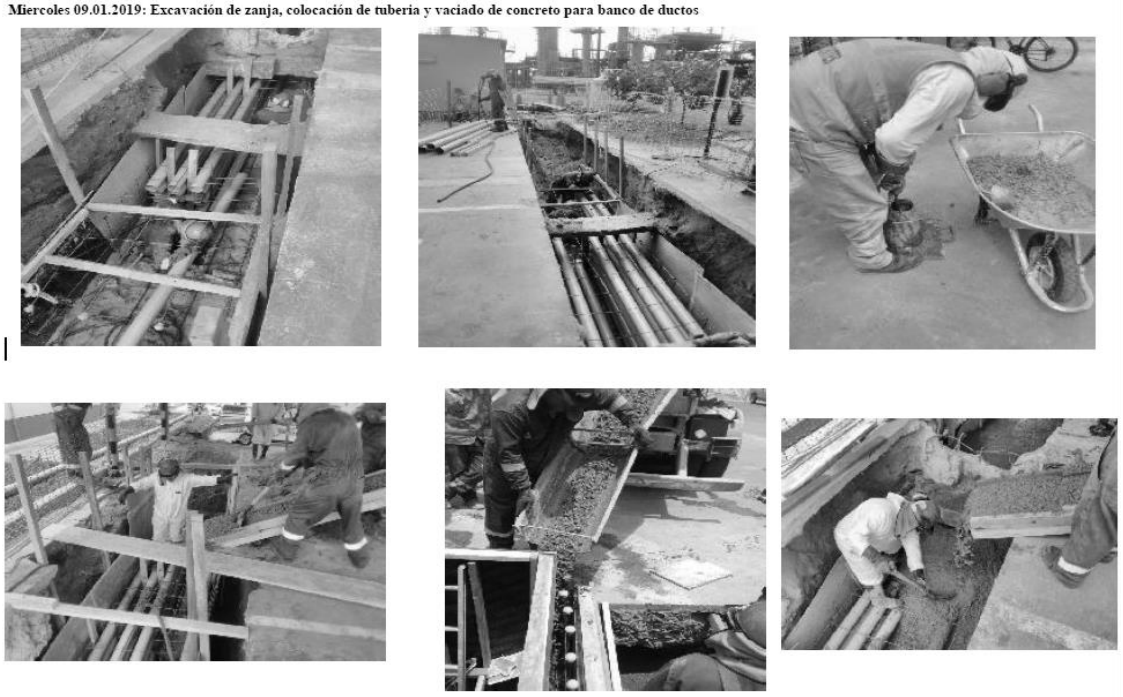
Figura 30

Excavación, demolición, relleno de zanja y encofrado de los bancos de ductos para la instalación de 12 electrobombas en planta de refinación

Nota: informe semanal de avance de la empresa JS Industrial. Ilustración referencial de Refinería Conchán.

Figura 31

Excavación, colocación de tubería y vaciado de concreto para banco de ductos para la instalación de 12 electrobombas en planta de refinación



Nota: informe semanal de avance de la empresa JS Industrial. Ilustración referencial de Refinería Conchán.

Figura 32

Llegada del banco de ductos a subestación eléctrica principal

Nota: informe semanal de avance de la empresa JS Industrial. Ilustración referencial de Refinería Conchán.

Se aprecia en la figura 31, al jueves 10/01, que la construcción del banco de ductos había llegado a las afueras de la subestación eléctrica principal. En materia de tiempos, se ejecuta de forma paralela a los avances de la disciplina civil y mecánica en planta de procesos; de esta manera, no se altera la curva S del proyecto. Pero, dado que las dimensiones de los tableros del centro de control de motores ocupaban gran espacio y la subestación eléctrica principal no tenía espacio suficiente, perjudicaba, en gran medida, la continuidad de la ejecución del proyecto, dado que en ese momento se pensaba que la subestación eléctrica estaba ocupada por tableros eléctricos que estaban en operación. Como no había un sistema eléctrico actualizado, cada proyecto ingresaba su propio tablero, que ocasiona sobrecarga de espacio en la propia subestación eléctrica principal.

Como se había aplicado las 3 primeras etapas del procedimiento de actualización, se pudo hacer un análisis de espacio en la sala de tableros de la subestación eléctrica

principal. Se encontró, como se expone en la etapa 3, tableros eléctricos en uso y desuso. Adicionalmente, se tenía las dimensiones de planta de los tableros. En base a las dimensiones de los tableros del centro de control de motores de las 12 electrobombas, se pudo lograr encontrar espacio para su instalación; es decir, la solución se redujo a una reubicación de tableros eléctricos de los demás proyectos y retiro de tableros eléctricos en desuso. La inversión era totalmente menor con un valor de S/. 23,010.00, ver anexo 8. Esta solución fue aprobada por la Unidad de Procesos y Proyectos, ver anexo 9.

El nuevo proyecto “Construcción del Nuevo Laboratorio en Refinería Conchán”, fue adjudicado a la empresa JJC Contratistas Generales S. A. La ejecución del proyecto EPC inició en Julio del año 2018. El proyecto era prácticamente un proyecto nuevo, durante su ejecución se presentó un inconveniente en cuanto a la ubicación del punto de alimentación eléctrica.

La empresa contratista manifestó, a inicios del mes de enero del 2019, que, al realizar las inspecciones de los buzones para el transporte de los alimentadores eléctricos principales, los cuales van desde el laboratorio hasta la subestación eléctrica principal, estaban ocupados. De acuerdo con la memoria descriptiva eléctrica en el ítem 3.4, donde estipula que se utilizarán ductos existentes proporcionados por Refinería Conchán hasta llegar al tablero de transferencia y de ahí hasta el tablero general en 440 V, esta no se cumplió.

Con el fin de corroborar la disponibilidad de espacio, se realizó una inspección con la que se pudo determinar que no existe espacio para conducir los alimentadores del laboratorio nuevo y se requiere un cambio que pueda llevar de forma adecuada los alimentadores eléctricos. La gestión de la solución del tendido o ruta por donde pasarían los nuevos alimentadores a la subestación era atendido por la administración del proyecto. El nuevo trazo de ruta se puede apreciar en el anexo 10. El punto de alimentación en subestación eléctrica si estaba determinado en dos tableros eléctricos en 440 V para dos puntos de alimentación eléctrica en la subestación eléctrica principal. Esto debido a que después de la actualización realizada entre los meses de enero y marzo del 2019 con el

retiro y reubicación de tableros se pudieron conseguir dichos espacios. Sin embargo, entre mayo y junio del año 2019, se presentó el impase que la carga de laboratorio tenía interruptores debido a la carga muy grande en dimensión. Por lo que, al estar prácticamente llena la sala de tablero de la subestación, el contratista manifestó que el nuevo laboratorio no podrá operar al 100%, debido a que no se cuenta con alimentación eléctrica en la subestación eléctrica, que está a la espera de una pronta solución.

En la Unidad de Ingeniería de Procesos y Proyectos, se buscaba una solución para poder dotar de energía eléctrica al nuevo laboratorio. Se da una solución a este problema con el uso de la actualización del sistema eléctrico al 2019. Esta solución consistía en ampliar la barra a la que se conecta el secundario del transformador de potencia. Para hacer ello, se debía realizar un cálculo eléctrico de capacidad en barras en la subestación eléctrica principal, referir que las ecuaciones que se usarán para realizar los cálculos en *Excel* se encuentran en el capítulo 2 en Marco teórico. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en las siguientes tablas:

Tabla 12

Datos de la empresa concesionaria de energía Luz del Sur

Requisitos			
Código Nacional de Electricidad	CNE	Suministro	
Ley Concesiones Eléctricas	LCE	D.L. N° 25844	
Reglamento de Concesiones Eléctricas	RCE	D.S. N° 009-93-EM	
Reglamento Nacional de Edificaciones	RNE	-	
Datos en el Punto de entrega PMI			
Tensión Nominal	V	10	kV
Caída de Tensión Permisible	ΔV	3,5	%
Potencia de Cortocircuito	Scc	170	MVA
Potencia Máxima Contratada	Smc	10	MVA
Potencia Instalada	Sinst	10,85	MVA
Tiempo de apertura para la protección	Tap	0,2	s
Factor de Potencia	Cosφ	0,9	-

Nota: cálculo de capacidad en barras de la subestación eléctrica principal. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 13

Datos del transformador de potencia de la subestación eléctrica principal

Datos requeridos			
Carga Instalada	CI	1674,37	kW
Factor de Demanda (UTI)	Fd	0,9	-
Factor de Simultaneidad (SUM)	Fs	0,95	-
Tensión Nominal	Vn	10,00	kV
Factor de Potencia	Cosφ	0,90	-
Cálculos previos			
Máxima Demanda	MD	1431,59	kW
Potencia Aparente	Pkva	1590,66	kVA
Potencia diseño	Pdis	1988,32	kVA
Transformador Elegido			
Potencia Aparente seleccionada	Pdis sel	1500	kVA
Relación de transformación	10	0,48	kV
Configuración	D	y	n5
Tensión de Cortocircuito porcentual	Vcc	4	%
Frecuencia	f	60	Hz
Marca		Siemens	
Parámetros del Transformador Elegido			
Corriente Nominal Primario	Inp	86,60	A
Corriente Nominal Secundario	Ins	1804,22	A
Corriente de Cortocircuito Secundario	Icc	36,95	kA

Nota: cálculo de capacidad en barras de la subestación eléctrica principal. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 14

Capacidad de conducción continua en barra

Condiciones de Servicio			
Altitud		< 1000	m.s.n.m
Temperatura	Mínima	8,8	°C
	Media	-	°C
	Máxima	35	°C
Dimensiones de la Pletina de Cobre			
Cantidad de barras		2	Unidad (es)
Ancho		100	mm
Espesor		10	mm
Norma Utilizada			
Según		DIN	43671
Temp. Ambiente		35	°C
Temp. Embarrado		65	°C
Cap. Conducción		1810	A
En forma continua		Pintada	
Factores de Corrección			
Por Temp (30°C)	K1	1,1	-
Por Altitud (100 m)	K2	1	-
Capacidad de Conducción aplicando factores	In	1991	A
Verificación de Conductores			
Se debe cumplir	In	≥	Ins
	1991,00		1804,22
Por lo que es	Correcto		
Entonces	No Afecta temperatura de la Barra		

Nota: cálculo de capacidad en barras de la subestación eléctrica principal. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 15

Esfuerzo dinámico de cortocircuito

Requisitos			
Norma	VDE	0103	
Datos eléctricos y del material			
Corriente de Cortocircuito Secundario	Icc	36,95	kA
Intensidad de Pico de Cortocircuito	Is	94,07	kA
Barra o Pletina	Ancho	100	mm
	Espesor	10	mm
	Material	Barra	Cobre
Aislador	Va	1	kV
	Fso	1300	kg
	Material	Resina	Epoxica
Límite de fluencia mínimo	σcum	3300	kg/cm2
Límite de fluencia máximo	σcumx	4000	kg/cm2
Módulo de elasticidad	E	1120000	kg/cm2
Peso de la Barra	gt	0,0717	kg/cm
Disposición de las barras			
Posición		Vertical	-
Barras por fase		2	unidades
Momento de Resistencia	Wy	13,3	cm3
Momento de Inercia	Jy	0,667	cm4
Distancia entre Fases	A	15	cm
Distancia máxima entre aisladores	L	60	cm
Cálculos			
Fuerza Magnética entre Conductores	Fh	722,08	kg
Esfuerzo para corriente alterna y trifásica	Vσ	1,00	-
Esfuerzo en Conductores	σh	271,46	kg/cm2
Verificación de Conductores			
Se debe cumplir	σh	≤	2*σcum
	271,46		6600
Por lo que es	Correcto		
Entonces	Las Barras Si Resisten		
Esfuerzos en Soportes			
Debido a que	σh	≤	0.8*σcumx
	271,46		3200
Se verifica que es	Correcto		
Entonces	Se calcula la frecuencia natural fo y el factor de frecuencia VF		
Frecuencia natural	fo	100,42	Hz
± 10% Frecuencia electrica	fmin	54	Hz
	fmax	66	Hz
± 10% del doble de la Frecuencia eléctrica	fmin	108	Hz
	fmax	132	Hz
Como	fo no está en el rango del ± 10% Frecuencia eléctrica		
	fo no está en el rango del ± 10% del doble de la Frecuencia eléctrica		
Se procede a calcular	fo/f	1,67	Hz
De acuerdo a las curvas de la Norma VDE 0103			
Factor de frecuencia	Vf	1,50	-
Esfuerzo Aislador	Fs	1083,12	-
Se debe cumplir	Fs	≤	Fso
	1083,12		1300
Por lo que es	Correcto		
Entonces	El aislador si soporta el esfuerzo		

Nota: cálculo de capacidad en barras de la subestación eléctrica principal. Información referencial de Refinería Conchán.

Tabla 16

Esfuerzo térmico de cortocircuito

Requisitos			
Norma	VDE	0103	
Datos eléctricos y del material			
Constante de material del cobre	R	0,0058	kA
Tiempo total de apertura del interruptor	t	1	s
Temperatura admisible del cobre	Tcu	200	°C
Sección de la barra	S	1000	mm2
Tiempo adicional debido a corriente de cortocircuito de choque	Δt	0,76	s
Temperatura producida en las barras por efecto del cortocircuito	ΔT	13,97	°C
Se debe cumplir	Tbarras	≤	Tcu
	78,97		200
Por lo que es	Correcto		
Entonces	Las Barras Si Resisten		

Nota: cálculo de capacidad en barras de la subestación eléctrica principal. Información referencial de Refinería Conchán.

Se puede apreciar que los cálculos realizados, para saber si al realizar la ampliación de la barra en la subestación eléctrica principal, muestran que no afecta su capacidad de barra en baja tensión al conectarse con el secundario del transformador. Con ello se logra determinar la solución viable, que solo se necesitaría ampliar la barra en 440V y colocar un tablero eléctrico con dos puntos de alimentación íntegros para dotar de energía eléctrica al nuevo laboratorio. De esta manera, el impacto en el desarrollo de su ejecución fue mínimo.

Hasta ahora, las primeras cuatro etapas han logrado fortalecer significativamente el sistema de la planta de procesos de la Refinería Conchán. Este fortalecimiento ha permitido mejorar las soluciones para proyectos que enfrentaban problemas de avance constructivo, que facilitan la pronta resolución de estos inconvenientes. Además, estas mejoras han tenido un impacto positivo, que generan un beneficio económico sustancial para la empresa. La implementación de estas etapas ha sido crucial para optimizar los procesos y asegurar el progreso continuo de los proyectos en la refinería.

3.2.9 *Aplicación de la Etapa 5: Consolidación del sistema eléctrico de la planta industrial*

Con los datos actualizados, se dejó la propuesta de consolidar el sistema eléctrico en media y baja tensión con el uso del *software* eléctrico ETAP 19, dado que, en el año 2019, se procedió con la aplicación de las etapas 1, 2, 3 y 4. Se indicó que la operación debe ser realizada por personal capacitado de la Unidad de Ingeniería de Proyectos de la planta industrial. Para ello, el personal asignado debería recibir capacitación por parte de la empresa desarrolladora del *software*. De esta manera, Refinería Conchán tendrá información del sistema eléctrico en media y baja tensión en tiempo real.

Figura 33

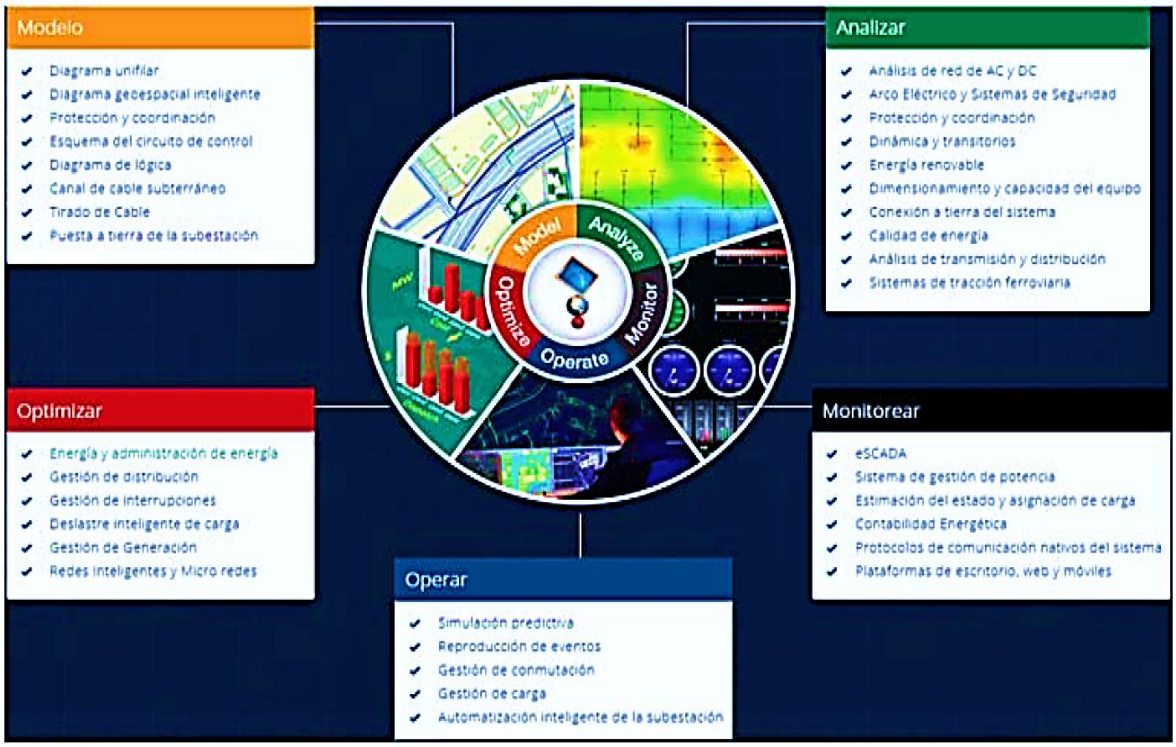
Software para análisis de energía eléctrica y software operativo.

Nota: la figura nos muestra el portal web de la empresa que desarrolla el software ETAP 19. Tomado de Etap (párr. 1), https://etap.com/es/product-releases/19

Este *software* proporciona alta precisión para la viabilidad del conexionado de las cargas de los nuevos proyectos que deba atender y de aquellos que están en ejecución para levantar observaciones. Solo insertando valores de carga, valores de longitud y tipo de cable alimentador, analiza el impacto que ocasionaría al sistema haciendo corridas de flujo de potencia y análisis de cortocircuito. También, permite hacer estudios de arranque de motores, coordinación de protección y sistemas de puesta de tierra.

Figura 34

Funciones principales de operación de ETAP 19



Nota: la figura nos muestra las funciones principales del software ETAP 19. Tomado de Etap (párr. 1), https://etap.com/es/product-releases/19

El uso de este *software* permitiría disminuir considerablemente, el tiempo de respuesta en la viabilidad de los proyectos. Además, permitirá tener el control del crecimiento de la máxima demanda para poder predecir acciones preventivas en potenciar el equipamiento eléctrico.

El uso de este *software* no solo reduciría significativamente el tiempo de respuesta en la evaluación de la viabilidad de los proyectos, sino que también ofrecería la capacidad de monitorear y controlar el crecimiento de la máxima demanda eléctrica. Esta capacidad es crucial para anticipar y planificar acciones preventivas necesarias para mejorar y potenciar el equipamiento eléctrico de manera eficaz. La implementación de esta innovadora propuesta ha sido formalmente aprobada y está documentada en el Informe Final de Proyecto de Innovación 2019, el cual se puede encontrar adjunto en el anexo 11. Este documento respalda la viabilidad y los beneficios proyectados de la utilización de este *software* en el contexto de la gestión y optimización de proyectos eléctricos.

Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

4.1 Alcance de los resultados

El alcance del presente trabajo consiste en proponer una metodología que permita, a una planta industrial de cualquier rubro, tener un sistema eléctrico tanto en media tensión como en baja tensión actualizado y consolidado, con el cual puedan implementar nuevos proyectos. Asimismo, poder revisar aquellos proyectos que se encuentran en ejecución y que, por alguna razón, puedan presentar algunas modificaciones durante dicho proceso. El procedimiento elaborado contempla 5 etapas bien definidas para que se pueda lograr dicho fin. Con esto, las empresas pueden disminuir sus tiempos de análisis técnico y a la vez los tiempos de análisis económicos.

La aplicación de esta metodología se puede dar en cualquier planta industrial cuyo sistema eléctrico resulta carente de información. Para el presente informe, se aplicó la metodología en Refinería Conchán y se obtuvo resultados satisfactorios, Los resultados obtenidos potencian las bases teóricas y antecedentes investigativos, los cuales detallamos en los siguientes puntos.

4.2 Análisis y discusión de los resultados referidos a las etapas 1, 2 y 3

La aplicación del procedimiento, con relación a las etapas 1, 2 y 3 para actualizar la información del sistema eléctrico en Refinería Conchán, funcionó eficientemente, dado que se pudo conocer la cantidad de cargas operativas y críticas hasta el año 2019. Esto se infiere debido a que la recopilación de información previa se comparó con la información de inspección en campo. De esta forma se lograron cubrir las siguientes áreas:

- Subestación Eléctrica Principal
- Subestación Eléctrica Planta de Ventas
- Centro de Control de Motores Refinería
- Grupo Electrógeno
- Áreas de Transformadores en General.
- Sistema de HVCA y servicios Auxiliares.

Este resultado potencia, a nivel internacional, lo citado por Zambrano (2003) en su trabajo de grado, manifestó que es necesario analizar el sistema eléctrico de la planta industrial y diseñar propuestas de optimización del proceso de elaboración del papel. Esto se realizará evaluando el estado del equipamiento eléctrico, como transformadores, motores y protecciones. La planta presenta interrupciones en su suministro debido a la mala distribución de cargas, lo que resalta la necesidad de esta optimización.

También potencia lo citado por Orejuela (2009) en su tesis de grado, formula la actualización de los diagramas unifilares del sistema eléctrico en baja tensión de la planta industrial mediante un análisis y evaluación exhaustiva. Esto permitirá tener un registro completo de todo el equipamiento eléctrico, facilitando una operación óptima del sistema. Así, se asegura la disponibilidad del sistema para atender de forma eficiente nuevas cargas sin alterar los parámetros existentes.

A esto contribuye lo citado por Perez (2010) en donde planteó realizar mejoras energéticas en la planta de calcinación, que considera tener un conocimiento exhaustivo de todo su equipamiento eléctrico para llevar a cabo diagnósticos energéticos previos y analizar su operación energética. De esta manera, se podrán implementar opciones técnico-económicas que mejoren de forma eficiente el uso de la energía eléctrica.

Asimismo, lo citado por Zapata (2015), en el cual, propone con base en la normatividad vigente de México y la información obtenida del levantamiento eléctrico del campus central, verificar el estado actual del sistema eléctrico. El objetivo fue realizar recomendaciones y proponer mejoras para un óptimo desempeño.

A nivel nacional, potencia lo citado por Díaz (2018), en su tesis propuso una estrategia para mejorar el índice de consumo de energía eléctrica en la procesadora de arroz con el fin de generar ahorros económicos significativos para la empresa. El objetivo principal era aumentar la competitividad mediante una gestión eficiente de la energía eléctrica. Para lograr esto, se llevó a cabo un exhaustivo diagnóstico de energía eléctrica, seguido de la selección de acciones específicas a implementar. Los resultados de la investigación fueron obtenidos a través de criterios técnicos de ingeniería y una evaluación

económica utilizando herramientas financieras como el VAN, TIR y B/C, que permitieron evaluar la rentabilidad del proyecto de manera integral.

Finalmente, lo citado por Aredo (2019), en su tesis, manifestó que todos los aspectos necesarios para implementar una planta industrial en el sector de empaques flexibles utilizados en la agroindustria, alimentos e industrias, podrían aplicarse a otras plantas del mismo rubro de empaques. Este enfoque se basó en un análisis técnico-económico integral. Los resultados obtenidos tras su implementación permitieron que la operación fuera continua desde el inicio de la marcha de la planta industrial.

4.3 Análisis y discusión de los resultados referidos a la etapa 4

De acuerdo con el crecimiento de la producción de combustibles en Refinería Conchán, la máxima demanda está cerca de los límites de la potencia contratada cuyo valor es de 1500 kW. Por ello, las condiciones de suministro deben responder a este incremento, que traducido al diseño eléctrico es aumento de carga. Los cálculos de máxima demanda permitieron conocer que, al año 2019, la Refinería Conchán requiere un cambio en el nivel de tensión pasando de 10 kV a 22,9 kV. Para ello, se solicitó, a la empresa distribuidora de energía Luz del Sur, una potencia contratada de 2,500 kW y con posterior aumento previa coordinación. Esto con la finalidad de garantizar la demanda de la planta para tener en consideración que, hasta el año 2019, no se cuenta con infraestructura para recibir este nivel de tensión.

La ampliación de la planta requiere de un cambio total en el equipamiento eléctrico. Es necesario contar con un nuevo cable alimentador para la acometida en media tensión. Para ello, se realizará el tendido de un nuevo cable desde la S.E. N° 827 (subestación propiedad de la empresa concesionaria de energía Luz del Sur) hasta la celda de llegada ubicada en la sala de celdas de media tensión en la subestación eléctrica principal. El tendido del referido alimentador se realizará a través de banco ductos, con buzones de concreto dispuestos convenientemente para su tendido y mantenimiento. El equipamiento en media tensión (celdas y transformadores de distribución primaria) deberá ser

reemplazado por unos nuevos que puedan atender la demanda futura de energía bajo las condiciones de tensión de servicio actuales y futuros. Por ende, las características eléctricas del suministro de energía quedarían de la siguiente manera:

- Tensión de servicio: 10 kV (inicial), 22,9 kV (futuro)
- Frecuencia: 60 Hz
- Potencia de cortocircuito en la SE 827 y tiempo de despeje de falla se solicitan a la empresa concesionaria de energía eléctrica, en este caso Luz del Sur.

La aplicación de la etapa 4 del procedimiento brindó una rápida respuesta para el alcance técnico-económico del proyecto de ampliación y modernización del sistema de energía eléctrica, que debería de implementarse a la brevedad y activar, nuevamente, la secuencia de terminar con la parte de ingeniería del proyecto para su pronta ejecución. Con ello, se tendrá una mejor atención de nuevos proyectos que se implementarán en Refinería Conchán. Dado que la actualización permitió tener la información actualizada, sirvió para atender proyectos en ejecución y también para implementar nuevos proyectos. Se tiene documentación que indica que el procedimiento de actualización fue de gran aporte a Refinería Conchán. Esta información fue solicitada por parte del personal de la Unidad de inspección, encargado de verificar en campo las condiciones que presenta el equipamiento mecánico y eléctrico de toda la planta. Este documento se presenta en el anexo 12.

Este resultado es acorde, a nivel internacional, con lo citado por Lopez (2015) en el cual manifestó que, debido a la adquisición de una máquina nueva, el cliente superó la potencia contratada de 55 kW, alcanzando picos de 62.63 kW. Este aumento generó una penalización por parte de la empresa distribuidora de energía. Por lo tanto, se propuso la legalización y ampliación del sistema eléctrico en baja tensión del local.

Fortalece lo dicho por Heredia (2017), quien manifestó que, debido al incremento de la producción de la planta industrial, aumentaba necesariamente la demanda eléctrica para atender nuevas cargas. Fue necesario un rediseño del sistema eléctrico partiendo del

conocimiento del sistema eléctrico existente en la planta, así como de los requerimientos y normas del Código Eléctrico Nacional ecuatoriano con el fin de garantizar la seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico de la planta.

Asimismo, lo manifestado por Rada (2021) a través de su práctica profesional, implementó mejoras en cada uno de los procesos que abarcan la parte técnica de los proyectos de instalaciones eléctricas. Esto incluyó el diseño de redes, la cotización y supervisión de obra, el proceso de certificación y trámites ante el distribuidor del suministro eléctrico, así como el mantenimiento del equipamiento eléctrico y las subestaciones en media y baja tensión. Durante este proceso, contó con el apoyo de un practicante en diversas etapas, desde el diseño inicial hasta la certificación y el mantenimiento posterior de las instalaciones.

A nivel nacional, potencia lo citado por Gómez (2002), en su informe de suficiencia profesional, refirió que debido a los problemas que presentaba la Unidad minera, tales como paradas frecuentes de planta, motores eléctricos con corta vida útil y baja confiabilidad del equipamiento eléctrico, era imperativo modernizar el sistema eléctrico. Esto permitiría implementar protecciones más eficientes y así mitigar las pérdidas de producción.

Asimismo, fortalece lo citado por Monzón (2005), en su informe de suficiencia profesional, manifestó que el incremento de la producción de la empresa minera se había establecido como un objetivo prioritario. Fue necesario diseñar un sistema eléctrico capaz de satisfacer todos los requerimientos operativos de la mina, cumpliendo con la normativa técnica correspondiente para garantizar una operación confiable, segura y económicamente eficiente.

También lo propuesto por Orihuela (2010) en su informe de suficiencia profesional, preciso que, debido al aumento de tiendas y grandes cargas en el centro comercial, se necesitó realizar un cambio en el nivel de tensión, es decir, pasar de 10 kV a 22,9 kV, para poder satisfacer la creciente demanda. En consecuencia, se desarrolló un sistema de utilización a 22,9 kV. Según el informe, la revisión del proyecto quedó a cargo de la

empresa distribuidora Luz del Sur, la cual debía aprobar su ejecución e implementación. El cliente recibió el expediente técnico-económico para la mejor solución de la subestación eléctrica, asegurando así la protección del medio ambiente y de las personas dentro del centro comercial.

Potencia lo planteado por Julca (2016), quien precisó la implementación de un sistema de utilización en media tensión capaz de satisfacer el aumento de las cargas en la planta pesquera. Para el diseño de este sistema, se requirió información sobre la máxima demanda estimada. Esta información fue crucial para calcular y dimensionar el equipamiento eléctrico, incluyendo transformadores, conductores y tableros eléctricos, con el fin de cumplir con la expansión de carga necesaria. En el proceso de elaboración, se consideraron las normativas del Código Nacional de Electricidad, las cuales guiaron el diseño del sistema de utilización en media tensión.

Es acorde con lo manifestado por Gallegos (2017), en su tesis propuso realizar una expansión del taller de reparación de llantas gigantes, motivado por la creciente demanda de estas por parte de varias empresas, especialmente del sector minero, que requerían llantas de diversos tamaños, siendo las más grandes las más solicitadas. El proceso de elaboración del taller implicaba un consumo significativo de energía debido a esta alta demanda. El taller estaba destinado al mantenimiento y reparación de llantas. Se llevó a cabo un análisis detallado de las cargas actuales y proyectadas para determinar la máxima demanda eléctrica, información crucial para la compra de energía eléctrica en media tensión. Además, se planificó la implementación de una subestación eléctrica para adecuar los niveles de tensión a valores óptimos de operación.

Potencia lo citado por Cisneros (2018), en su tesis “Cambio en el nivel de 10 kV a 22,9 kV y su influencia en la subestación tipo interior de la zona registral IX Sede Lima”, quien analizó la influencia del cambio de nivel de tensión en una subestación tipo interior, específicamente la ubicada en la Zona Registral IX - sede Lima. Se utilizó una muestra no estratificada para recabar información, basándose en registros de datos. Se demostró,

estadísticamente, que existe una influencia significativa con un margen de error del 5% en una subestación eléctrica cuando se realiza un cambio en el nivel de tensión.

Destaca lo citado por Lujan (2018), el cual precisa en su tesis que la empresa enfrentaba un aumento de carga que resultó en caídas de tensión con valores cercanos al 10.22%. Esto implicó un incumplimiento de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, que establece una tolerancia admisible del ±5%. Además, el factor de potencia (fdp) de la planta se encontraba en 0.72. El estudio se centró en el diseño de un sistema de utilización en 10 kV para mejorar la calidad de la energía. Se llevó a cabo una evaluación técnico-económica para determinar la viabilidad de su implementación con el objetivo de aumentar la productividad de la planta.

Fortalece lo planteado por Surco (2019) en su informe técnico “Ampliación del Sistema de Utilización en 10 kV de 800 kW a 1400 kW para la empresa Andina Plast S.R.L.”, quien sostuvo que los proyectos de ampliación del suministro de energía eléctrica son cruciales para garantizar la obtención de productos y servicios de alta calidad en cualquier actividad industrial. El suministro eléctrico influye directamente en la vida útil de equipos y maquinarias, así como en el desempeño de los empleados. La implementación de un sistema de expansión inicial en 10 kV tenía como objetivo mejorar la eficiencia de las operaciones de producción y aumentar las ganancias de la empresa. Previamente, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de los sistemas y maquinaria de la red de 10 kV, así como de la instalación de producción. El proyecto de ampliación incluyó el diseño de una subestación especial para alimentar la planta de termoplásticos industriales de Andina Plast S.R.L. Además, cumplir con los requisitos de energía para dimensionar elementos de red en media y baja tensión, así como el sistema de puesta a tierra conforme a las normativas del Código Eléctrico Nacional.

Potencia, finalmente, lo indicado por Huamán (2019), en su trabajo de suficiencia profesional, describió el diseño desarrollado para satisfacer la demanda de energía eléctrica de los clientes mediante una nueva red con un voltaje nominal de 22,9 kV y la implementación de nuevas subestaciones equipadas con celdas compactas modulares. El

caso de estudio se centró en un edificio multioficinas que demandaba 431 kW de potencia. Este nuevo diseño también estaba orientado a preparar el sistema eléctrico para futuras demandas en baja y media tensión. Dado el aumento en la demanda de energía eléctrica de los clientes en media tensión, se eligió la tecnología de celdas modulares para las subestaciones principales, operando a un voltaje nominal de 22,9 kV. Esto implicaba el uso de celdas más seguras, que sea fáciles de maniobrar, en comparación con las subestaciones convencionales.

4.4 Análisis y discusión de los resultados referidos a la etapa 5

La consolidación del sistema eléctrico de Refinería Conchán dependía de la culminación del proyecto de ampliación para su adecuada implantación. Esto es, tener control de todo el sistema eléctrico en tiempo real a través del *software* ETAP 19, que funciona muy bien para sistemas en media tensión. De esta forma se tiene un mejor campo de acción para la atención de nuevos proyectos, por ejemplo: saber la viabilidad de implementar nuevos agitadores. Estas cargas generan arranques elevados los cuales surgen si es muy intensa la caída de tensión en el entorno. ETAP 19 nos brinda el soporte de saber si este proyecto puede afectar o no la instalación.

La Unidad de Procesos y Proyectos aprobó el proyecto de innovación (ver anexo 11), lo cual significa que al término de la ampliación se procedería a su implementación. Esto genera un beneficio económico sustancial en cuanto a estudios por consultoría externa.

Este resultado potencia, a nivel internacional lo citado por Soto (2012) en su memoria, manifestó implementar un modelo del sistema eléctrico de la planta utilizando el *software* eléctrico ETAP. Se empleó información proporcionada por el personal de la planta para obtener una base de datos actualizada. Este modelo permite simular flujos de potencia, realizar análisis de cortocircuito y detectar problemas eléctricos que puedan surgir durante el proceso de producción, ofreciendo soluciones inmediatas.

A nivel nacional, potencia lo planteado por Arias et al. (2018), en la que indicaron que la tesis fue desarrollada en el contexto de un cambio en el nivel de tensión propuesto por la empresa distribuidora de energía. Esta empresa notificó a la Universidad Nacional del Callao, la necesidad de cambiar de un nivel de tensión de 10 kV a 20 kV. Durante el análisis del sistema eléctrico en media y baja tensión, se encontró que el sistema no estaba preparado para soportar este cambio de tensión. En respuesta a este problema, la tesis se enfocó en realizar un análisis técnico-económico del cambio propuesto, considerando la necesidad de nuevo equipamiento eléctrico. Además, se utilizó el *software* ETAP 16.0 para realizar estudios de flujo de potencia y estudios de cortocircuito, herramientas necesarias para optimizar el sistema eléctrico.

Conclusiones

Con respecto al objetivo general del presente trabajo de suficiencia profesional, se concluye, en torno a los antecedentes investigativos base, teoría de sistemas eléctricos, propuesta desarrollada, aplicación y análisis de resultados que atendieron problemas específicos, que el procedimiento elaborado beneficia a las plantas industriales. Estas pueden potenciar su sistema eléctrico y tener información en tiempo real. De esta forma podemos predecir acciones de mejora, también logra su consolidación con el uso del *software* de estudios eléctricos Electrical Transient and Analysis Program (ETAP, 2019), este *software* se actualiza constantemente, accediendo a nuevos estudios eléctricos y nuevas funciones.

Con respecto al primer objetivo específico planteado, se puede concluir que debido a que el Sistema Eléctrico de Refinería Conchán está llegando a su máxima operación y con carencia de datos es difícil realizar cualquier tipo de análisis eléctrico con el cual se pueda atender proyectos nuevos. Por ende, la necesidad de actualización de los datos de equipamiento eléctrico es totalmente necesaria. Esto está evidenciado en el procedimiento aplicado a la planta industrial de Refinería Conchán. La colocación de nuevo equipamiento eléctrico en reemplazo de equipamiento en desuso, tal es el caso del proyecto de la instalación de 12 electrobombas en Refinería Conchán, en la que se necesitaba instalar un centro de control de motores y la propuesta fue implementar una subestación eléctrica tipo *container*. Con la actualización se pudo hacer una remoción de tableros y se pudo instalar el nuevo CCM del proyecto en mención dentro de la subestación eléctrica principal, con lo cual se ahorró un aproximado de 300 mil dólares. La actualización, también, permitió darle solución a la instalación del nuevo tablero eléctrico de alimentación para el proyecto del nuevo laboratorio. En este se analizó la viabilidad de conexión a las barras en 480 V de la subestación eléctrica principal con información recopilada en campo. Esto permitió el avance del proyecto en mención y evitó la construcción de una subestación en media cerca del laboratorio, lo cual significaba una inversión de tiempo y dinero adicional al proyecto.

Con respecto al segundo objetivo específico planteado, se puede concluir que, dada la entrada de nuevos proyectos, producto del análisis de máxima demanda, es necesaria la implementación de un sistema eléctrico con aumento de potencia contratada; es decir, pasar de 1500 kW a 3800 kW en Refinería Conchán. Esto hará que el Sistema eléctrico de Refinería Conchán sea más robusto y pueda atender los nuevos proyectos. La actualización permite tener datos iniciales para poder ejecutar la ampliación del Sistema Eléctrico en Refinería Conchán.

Con respecto al tercer objetivo específico, se concluye que es necesaria la implementación del *software* eléctrico ETAP 19, con lo cual se reducen los tiempos en el desarrollo de ingeniería en la parte eléctrica a tiempos muy cortos y, a su vez, con el plus que se pueda tener un monitoreo, control y comunicación en tiempo real referido a la coordinación y selectividad del sistema de protección de Refinería Conchán. Esto hace que la actualización de la base de datos de todo el sistema eléctrico esté consolidada.

Recomendaciones

Se propone la actualización del sistema eléctrico y su respectiva ampliación (pasar de 10 kV a 22,9 kV) en plantas industriales, en base a la metodología propuesta. La etapa 1 con la recopilación de información, la etapa 2 con la inspección en campo, la etapa 3 con la edición y contraste de la información, la etapa 4 con el cálculo de la demanda máxima, da como resultado una operación que afecta el desempeño y eficiencia del equipamiento eléctrico para satisfacer la producción del bien. Los datos técnicos obtenidos sirven para la implementación de los nuevos proyectos que desarrolla la Unidad de Ingeniería de Proyectos. Asimismo, los datos obtenidos permiten obtener un importante ahorro que se refleja en la parte de la administración económica del proyecto. En el caso del Sistema Eléctrico de Refinería Conchán, como los resultados indican, se está llegando a la máxima utilización de potencia en 10 kV, que es 1500 kW entregada por la concesionaria de energía Luz del Sur (LDS). Se recomienda que a la brevedad se elabore la ingeniería y trámite la documentación para proceder luego a la ejecución, con el cual pase a un nivel de tensión de 22,9 kV y tenga como primera entrega de potencia de 2500 kW. Es aquí donde se demuestra la sostenibilidad del proyecto.

Se propone el uso del *software* ETAP 19 como se aprecia en la etapa 5. La consolidación del sistema eléctrico de la planta industrial por la metodología propuesta, dada la aplicación, requiere de un nuevo soporte informático que permita la centralización de información y que este sea a su vez capaz de poder monitorear, controlar y comunicar a los diferentes equipamientos eléctricos que están instalados y los que irán a instalarse en Refinería Conchán una vez realizado el proyecto de Ampliación del Sistema Eléctrico de Refinería Conchán. Se obtiene un ahorro en estudios eléctricos previos que demandan una inversión considerable. Dado que cada estudio de confiabilidad para un determinado sistema eléctrico está conformado por una serie de estudios, que cuesta aproximadamente alrededor de S/. 70,000.00 a S/. 80,000.00 y tiene una duración de estudio aproximada de 1 mes a mes y medio, dependiendo del producto que la planta produce, en este caso, con

las características analizadas para una planta de refinación de petróleo. Esto significa inversión de tiempo y dinero. Considerando que deben realizarse de forma periódica si es que se contrata una empresa para realizar alrededor de 3 a 4 estudios por año, esto genera anualmente, para este caso, una inversión aproximada de $280,000.00 a S/. 300,000.00 anuales. Esto se puede reducir con la adquisición de la licencia del *software* y la respectiva capacitación al personal que tendría que operarlo.

Se recomienda el uso de este *software* para analizar la viabilidad de conexionado de las cargas de los futuros proyectos, tan solamente insertando su valor en la plataforma preestablecida con los datos existentes. Esto permite analizar flujo de carga y análisis de cortocircuito. Si la carga es un motor, permite analizar el arranque y que este no perturbe las cargas aledañas a la barra donde sería instalado, precisamente analizando las caídas de tensión.

Se recomienda el uso de este *software*, dado que, permite analizar el estudio de coordinación de los sistemas de protección, necesarios para coordinar el sistema de protección de todo el sistema eléctrico. ETAP 19 brinda información para el correcto seteo de los equipos de protección y para la coordinación en Scada Eléctrico.

Se recomienda el uso del ETAP 19, su implementación en plantas industriales es importante. Cada vez que se quiera adicionar una carga, ETAP 19 hace el análisis previo. Esto ya no requiere el estudio eléctrico por consultoría, con el cual se abre otra posibilidad de generar más beneficio para la empresa.

Se recomienda el presente trabajo a los estudiantes de pregrado de Ingeniería Eléctrica, que inician su vida profesional en alguna práctica preprofesional o egresados que realizan una práctica profesional. Dado que sirve como una guía para realizar trabajo en campo u oficina, gestionando o elaborando proyectos eléctricos en plantas industriales que operen en media y baja tensión eléctrica.

Referencias bibliográficas

Aredo, L. (2019). *Diseño e Implementacion de una Planta industrial para la produccion de empaques flexibles en la empresa Polybags Perú S.R.L.* Lima, Perú: Facultad de Ingenieria, Universidad Tecnologica del Perú.

Arias, M., Bendezu, C., & Lescano, P. (2018). *Optimizacion del sistema electrico en media tension de la Universidad Nacional del Callao considerando el cambio de tension de 10 a 20 kV.* Callao, Perú: Facultad de Ingenieria Eléctrica y Electrónica, Universidad Nacional del Callao.

Cisneros, C. (2018). *Cambio del nivel de 10 kV a 22.9 kV y su influencia en la subestacion tipo interior de la zona registral IX Sede Lima.* Huancayo. Perú: Facultad de Ingenieria, Universidad Continental.

Díaz, M. (2018). *Propuesta estrategica para mejorar el indice de consumo energetico electrico en la procesadora de arroz "Cristo Morado S.A.C.".* Lambayeque, Perú: Facultad de Ingenieria Mecanica y Electrica, Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo.

Electrical Transient and Analysis Program ETAP. (2019). *Diseño operacion y automatizacion.* Obtenido de https://etap.com/docs/default-source/brochures/etap-solutions-overview-v30(es-mx)2-web.pdf?sfvrsn=88144c7c_74

Gallegos, R. (2017). *Diseño de la subestación eléctrica para la planta industrial Kumho Llantas S.A.* Arequipa, Perú: Escuela profesional de Ingenieria Mecanica, Mecanica Electrica y Mecatronica, Universidad Catolica de Santa Maria.

Gobierno del Perú. (Julio de 2023). *Listado de Normas Tecnicas Peruanas.* Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3241618/NORMAS%20OBLIGATORIAS%202023%20-%20JULIO.pdf?v=1688679868

Gómez, E. (2002). *Modernizacion del sistema electrico de una unidad operativa minera.* Perú: Facultad de Ingenieria Electrica y Electronica, Universidad Nacional de Ingenieria.

Heredia, S. (2017). *Rediseño y Ampliación del Sistema Eléctrico de la Empresa Inplastic.* Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL).

Huamán, B. (2019). *Atencion de energia electrica a clientes desde nuevas subestaciones con celdas modulares en 22.9 kV.* Lima, Perú: Facultad de Ingenieria Eléctrica Electrónica, Universidad Nacional de Ingenieria.

Julca, Y. (2016). *Diseño de un sistema de utilizacion en media tension para una ampliacion de carga en la planta pesquera Centinela S.A.C.* Chimbote, Perú: Escuela de Ingenieria Mecánica Eléctrica, Universidad San Pedro.

Lopez, F. (2015). *Proyecto de ampliación de instalación eléctrica en baja tensión para local de pública concurrencia situado en C/Paz, 21, Dolores (Alicante).* España: Universidad Miguel Hernández.

Lujan, H. (2018). *Diseño de un sistema electrico de utilizacion trifasico 10 kV, para la empresa de embutidos San Antonio S.A. de la ciudad Trujillo, departamento de La Libertad.* Trujillo, Perú: Facultad de Ingenieria, Universidad César vallejo.

Ministerio de Energia y Minas. (1993). *Reglamento de la Ley de Concesiones D.S. 009-93-EM.* Obtenido de

https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/normatividad/regalmento%20de%20la%20ley.pdf

Ministerio de Energia y Minas. (1999). L*ey de concesiones electricas, D.L.25844.* Obtenido de https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/EADD4E1CA3843D5D0525823C0058FAA7/$FILE/DL_25844.pdf

Ministerio de Energia y Minas. (2001). *Reglamento de seguridad e higiene ocupacional del subsector eléctrico.* Obtenido de https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rm263-2001-em-vme.PDF

Ministerio de Energia y Minas. (2002). *Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en zonas de Concesión de Distribución R.D. N° 018-2002-EM/DGE.* Obtenido de https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/electricidad/legislacion/rd018-2002-em.pdf

Ministerio de Energia y Minas. (2006). *Codigo Nacional de Electricidad - Utilizacion.* Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898623/C%C3%B3digo_Nacional_de_Electricidad__Utilizaci%C3%B3n_.pdf

Ministerio de Energia y Minas. (2011). *Codigo nacional de Electricad - Suministro.* Obtenido de https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/R%20M%20%20y%20CNE%202011.pdf

Ministerio de Energia y Minas. (2013). *Ley de Concesiones Electricas y Reglamento - Ley 25844.* Obtenido de https://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-zhz3t10ozqz-Ley_de_concesiones_2.pdf

Ministerio de Energia y Minas. (2013). *Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo con electricidad.* Obtenido de https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Marzo/27/RM-111-2013-MEM-DM.pdf

Ministerio de Energia y Minas. (2020). *Norma Tecnica de Calidad de los Servicios Electricos.* Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898552/DS-020-97-EM.pdf

Ministerio de Fomento y Obras Publicas del Perú. (1968). *Ley de Promocion Industrial.* Obtenido de https://docs.peru.justia.com/federales/leyes/13270-nov-30-1959.pdf

Ministerio del trabajo y promocion del empleo. (1963). *Reglamento de Seguridad Industrial.* Obtenido de https://gestop.pe/wp-content/uploads/2014/09/DS_42_F..pdf

Monzón, H. (2005). *Diseño del nuevo sistema electrico en la Mina Quiruvilca - zona de profundizacion para el incremento de produccion.* Perú: Facultad de Ingenieria Electrica y Electronica, Universidad Nacional de Ingenieria.

Orejuela, M. (2009). *Análisis y evaluación del Sistema Eléctrico de baja tensión de la empresa Plasticaucho Industrial S.A. – Ambato.* Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Orihuela, C. (2010). *Desarrollo del sistema de utilizacion 22.9 kV (Operacion inicial en 10 kV) del centro comercial Open Plaza.* Lima, Perú: Facultad de Ingenieria Electrica y Electronica, Universidad nacional de Ingenieria.

Perez, L. d. (2010). *Análisis del Sistema Eléctrico de baja tensión de la Planta de Calcinación y Sínter de la empresa Ernesto Che Guevara.* Cuba: Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”.

Rada, M. (2021). *Apoyo en el diseño, construcción, certificación y mantenimiento de redes eléctricas de media y baja tensión en la empresa Rendón Ingeniería Eléctrica S.A.S.* Colombia: Universidad de Antioquia.

Soto, J. (2012). *Actualización y modelación del Sistema Eléctrico de la planta concentradora de CODELCO mediante software de simulación ETAP.* Chile: Universidad de Chile.

Surco, O. (2019). *Ampliacion del sistema de utilizacion en 10 kV de 800 kW a 1400 kW para la empresa Andina Plast S.R.L.* Cusco, Perú: Facultad de Ingenieria Eléctrica, Electrónica, Informatica y Mecanica, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Zambrano, J. (2003). *Diseño de una propuesta para optimizar los procesos productivos de Manpa, S.A.C.A. División I/E/E., Modificando la red de suministro eléctrico en tensiones de 13.8 kV; 2.4 kV y 480 V.* Venezuela: Universidad Los Andes.

Zapata, A. (2015). *Levantamiento y Diagnostico de la Instalación Eléctrica del Edificio de Posgrado de la Facultad de Química.* Mexico D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Anexos

Anexo 1: Aplicación de la etapa 2 - Registro fotográfico subestación eléctrica principal ...……..1

Anexo 2: Aplicación de la etapa 2 - Registro fotográfico subestación eléctrica planta de ventas.....…….4

Anexo 3 Aplicación de la etapa 3 - Lista de tableros eléctricos entre utilizables y en desuso de la subestación eléctrica principal y subestación eléctrica planta de ventas. ……..... 5

Anexo 4: Aplicación de la etapa 3 – Actualización del diagrama unifilar de la subestación eléctrica principal 19

Anexo 5: Aplicación de la etapa 3 – Actualización del diagrama unifilar de la subestación eléctrica planta de ventas 20

Anexo 6: Aplicación de la etapa 3 – Actualización de los planos de planta de la subestación eléctrica principal y planta de ventas..... 21

Anexo 7: .Aplicación de la etapa 4 - Documento condiciones técnicas para el “Servicio de elaboración de ingeniería de detalle del proyecto de ampliación de subestación eléctrica en Refinería Conchán, agosto 2019” 22

Anexo 8: Aplicación de la etapa 4 - Documento de la propuesta económica para el servicio de reubicación de tableros en subestación eléctrica principal para posterior colocación de centro de control de motores de 12 bombas nuevas..... 23

Anexo 9: Aplicación de la etapa 4 - Documento de retiro y reubicación de tableros eléctricos como solución para la continuidad del servicio de ingeniería, procura, instalación y puesta en marcha de 12 electrobombas centrífugas api 610 en Refinería Conchán. 25

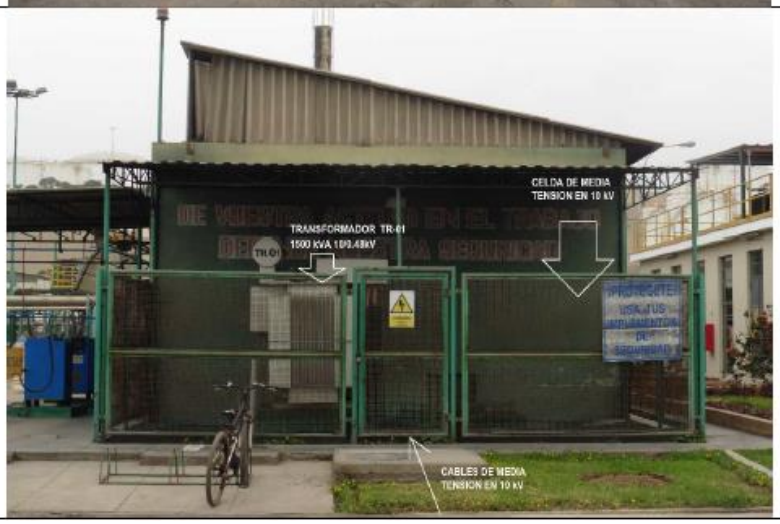
Anexo 10: Aplicación de la etapa 4 - Documento recorrido de acometida de subestación eléctrica del nuevo laboratorio hacia la subestación eléctrica principal para la continuidad de la “Construcción del nuevo laboratorio en Refinería Conchán”..... 30

Anexo 11: Aplicación de la etapa 5 - Informe final proyecto de innovación 2019 ……. 32

Anexo 12: Documento de solicitud de información actualizada del sistema eléctrico en refinería Conchán …… . 34

Anexo 1

Aplicación de la etapa 2 - Registro fotográfico subestación eléctrica principal

ITEM	IMAGEN
1	
2	
3	

4		SSEE N° 1 REFINERIA TRANSFORMADOR TR-01 1500 kVA 10 TRASNFORMADOR TR-11 167 kVA 0. TRANSFORMADOR TR-10 167 kVA 0.
5		SEGUNDO PISO DE LA SSEE N° 1 REFINERIA DEBE TENER ACCESO A LA ESCALERA DE PROCESOS SSEE N° 1 REFINERIA
6		VISTA POSTERIOR A LA SSEE N° 1 REFINERIA CUATRO BUZONES PARA CABLEADO A SSEE N° 1

7		TECHO SSEE N° 1 REFINERIA	
8		HVAC UBICADO EN EL TECHO DE LA SSEE N° 1 REFINERIA	

Anexo 2

Aplicación de la etapa 2 - Registro fotográfico subestación eléctrica planta de ventas

ITEM	IMAGEN
1	
2	

Anexo 3

Aplicación de la etapa 3 - Lista de tableros eléctricos entre utilizables y en desuso de la subestación eléctrica principal y subestación eléctrica planta de ventas.

TABLEROS EN EXISTENCIA SUBESTACION DE PROCESOS – JLESL 2019

N°	GABINETE	DESCRIPCION	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO
1	ELECTROBOMBA P-71A **(VERIFICAR NOMBRE DICE "ELECTROBOMBA P-70")**	TABLERO ELECTRICO DE ARRANQUE Y CONTROL DE MOTOR 250HP / 480VAC / 60 Hz / 3F • MEDIDOR DE ENERGIA. ON • BOMBA PARA CABOTAJE. ON	CD-3 PANEL 1	**INFORMAR QUE CIRCUITO ALIMENTA**
2	ELECTROBOMBA P-71	TABLERO ELECTRICO DE ARRANQUE Y CONTROL DE MOTOR 250HP / 480VAC / 60 Hz /3F • MEDIDOR DE ENERGIA. ON • BOMBA PARA CABOTAJE. ON	CD-1 PANEL 3	**INFORMAR QUE CIRCUITO ALIMENTA**
3	TDP-03	INSTRUMENTACION TANQUES	CD-4 PANEL 1	**INFORMAR QUE CIRCUITO ALIMENTA**
4	TABLERO ELECTRICO DE PROCESOS	• MEDIDOR DE TENSION. ON	CD-2 PANEL 1	• BOMBA P67/**SIN PLACA ON**/BOMBA P66/BOMBA P68 • BOMBAP69/BOMBA P64/AGITADOR MTK67/AGITADOR MTK70 • AGITADOR MTK66/AGITADOR MTK68/AGITADOR MTK69/API AGITADOR MTK64
5	TABLERO ELECTRICO DE SERVICIOS INDUSTRIALES	• MEDIDOR DE TENSION. ON	**INFORMAR DE DONDE VIENE LA ALIMENTACION**	• BOMBA P60/BOMBA P61/BOMBA P62/**SIN PLACA ON** • **SIN PLACA ON**/AGITADOR MTK 60/AGITADOR MTK61/AGITADOR MTK62 • AGITADOR MTK63/AGITADOR MTK64
6	TB 2009-0323 **(VERIFICAR NOMBRE DE TABLERO)**	TABLERO ELECTRICO DE ARRANQUE Y CONTROL DE MOTORES 0.5HP / 220VAC / 60 Hz / 3F	**INFORMAR DE DONDE VIENE LA ALIMENTACION**	**INFORMAR QUE CIRCUITO ALIMENTA**
7	P-19B RESIDUAL DE UDV	• MEDIDOR. ON	CD-1 PANEL 2	• MOTOR CCM-P19B
8	P-6	• INTERRUPTOR ON	CD-1 PANEL 2	• P-6
9	P-3C	• MEDIDOR. ON	CD-1 PANEL 2	• P-3C

10	P-136	TABLERO ELECTRICO DE ARRANQUE Y CONTROL 50HP/440VAC/60 Hz/3F • MEDIDOR. ON • INTERRUPTOR. ON	CD-2 PANEL 3	• P-136
11	**P-14-0 O P 140 (VERIFICAR NOMBRE DEL TABLERO)**	• MEDIDOR. ON • INTERRUPTOR. ON	CD-3 PANEL 3	• P-140
12	MEDICION GENERAL ALUMBRADO	• MEDIDOR. ON	CD-3 PANEL 3	• AE-01/AE-02/AE-03/AE-04/AE-05/AE-06 • AE-07/AE-08/**AE-09 OFF/AE-10 OFF**/AE-11 • AE-12/AE-13/AE-14/AE-15/AE-16/AE-17 • AE-18/AE-19/AE-20/AE-21/AE-22
13	**TABLERO DE DISTRIBUCION DE MOTORES CMM (VERIFICAR NOMBRE A TABLERO DE DISTRIBUCION LABORATORIO)**	CCM 230VAC/60 Hz • MEDIDOR. ON	CD-4 PANEL 1	• MED. MASICOS (06) ASFALTOS • **SIN PLACA ON** • LABORATORIO SALA ICP • LABORATORIO SALA TBP • **SIN PLACA ON** • SKIDS B.T. • **SIN PLACA ON** • TK-34 (ALIMENTACION 220 VAC ¿?) • HANGAR CASA DE BOMBAS • PV-1 • ESPACIO LIBRE
14	BC1-1	BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO 275.KvAR / 480v / 60 Hz / 3F PANEL 1 INTERRUPTOR GENERAL - MEDICION GENERAL – REGULADOR AUTOMATICO 12 PASOS	CD-1 PANEL 1	
15	BC1-2	BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO 275.KvAR / 480v / 60 Hz / 3F PANEL 2 • C1/C2/C3/C4 • C5/C6/C7/C8	CD-1 PANEL 1	

		• C9/C10/C11/C12		
16	TB-2011-07430 **(VERIFICAR NOMBRE DE TABLERO)**	TABLERO ELECTRICO DE ARRANQUE Y CONTROL DE MOTOR 480 VAC / 60 Hz / 3F	CD-3 PANEL 1	• AERO E-6/15 • **SIN PLACA OFF** • AERO NUEVO • **SIN PLACA OFF**
17	P182 – P182A	TABELRO DE ELECTROBOMBAS 440V / 60 Hz / 3F	CD-3 PANEL 2	• P182 – P182A
18	P – 105 D BOMBA DEL S.C.I. DE LA LAGUNA	TABLERO ELECTRICO DE ARRANQUE Y CONTROL DE MOTOR 100HP / 180 VAC / 60 Hz / 3F	CD-3 PANEL 3	**INFORMAR QUE CIRCUITO ALIMENTA**
19	ALUM.PERIMETRICO PV1 - PV4	TABLERO GENERAL ALUMBRADO EXTERIOR 220 V / 60 Hz • MEDIDOR. ON	CD-4 PANEL 2	• C1 ALUMBRADO PERIMETRO / ENTRADA PV-1 A PV-2 • C2 ALUMBRADO ESTACIONAMIENTO • C3 ALUMBRADO PV-1 A PLANTA DE VENTAS
20	CD-5 PANEL 2	• MEDIDOR. ON • BARRA DE ENLACE CON CD-5 PANEL 1	CD-3 PANEL 3 TRAFO TR-10	• TRANSFORMADOR TR-10 • OFICINAS LOGISTICA-RR.HH. • OFICINA AUDITORIA • EDIFICIO RR.HH. • LOGISTICA (BORROSO). • AIRE ACONDICIONADO ALMACEN • ALUMBRADO SALA DE CONTROL
21	CD5-PANEL 1	• INTERRUPTOR DE ENLACE CON CD-4 PANEL 2	CD-5 PANEL 2	• SIST. DCS. SALA DE CONTROL • SALA DE CONTROL • TABLERO DE ILUMINACION PLANTA DE PROCESOS • **SIN PLACA ON** • **RESERVA GRUPO ELECTROGENO CON CANDADO OFF** • AIRE ACONDICIONADO OFICINAS ADMINISTRATIVAS • ENLACE • **ESPACIO LIBRE**
22	CD-4 PANEL 2	INTERRUPTOR DE ENLACE CON CD-5 PANEL 1	CD4-PANEL 1	• **ESPACIO LIBRE O ENLACE** • TABLERO CALDERO TD-44 • TABLERO DE ILUMINACION PERIMETRICA

				• INTERRUPTOR GENERAL CASA TEL • INTERRUPTOR GENERAL PV-02 • TORRE EN ENFRIAMIENTO BOMBA DE ADITIVOS • AIRE ACONDICIONADO SALA DE CONTROL
23	CD-4 PANEL 1	220 VAC • MEDIDOR. ON • BARRA DE ENLACE CON CD-4 PANEL 2	CD 01-PANEL 1 TRAFO TR-11	• TDP-03 INTRUMENTACION TANQUES • SALA TABLEROS • UNIDAD DE SISTEMAS SALA DE SERVIDORES • SALA CONTROL • MEDIDORES MASICOS • OFICINA ADMINISTRACION TD-20
24	CD-3 PANEL 3	CENTRO DE DISTRIBUCION 480 VAC / 3F / 60 Hz	CMT-6	• **ESPACIO LIBRE** • **SIN PLACA ON** • LABORATORIO DE MAQUINAS OCTANO • P-140 • **SS.EE. SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO (SEGÚN DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTA BOMBAS CI PANEL 1 Y PANEL 2, VERIFICAR LA INFORMACION)** • TABLERO DE ILUMINACION GENERAL EN TANQUES • CCM 3B • **BOMBA CONTRA INCENDIO LAGUNA (VERIFICAR SI LA SALIDA ES LA P-105D)** • **CCM-4B (TRAFO TR – 10); (VERIFICAR SI EL NOMBRE DEL TABLERO ES CCM-4B)**
25	CD-3 PANEL 2	CENTRO DE DISTRIBUCION 480 VAC / 3F / 60 Hz • PANEL DE MEDICION CD-03	CMT-6	• P-23 PARA CABOTAJE • P-24 PARA CABOTAJE • RECOBRO DE AGUA • NUEVA UNIDAD DE VACIO EYECTORES (EYECTORES 1,2) • BOMBAS DE AGUA DE JARDINES EXTERNOS • CCM-3A • ELECTROBOMBAS P-182 Y P-182A
26	CD-3 PANEL 1	CENTRO DE DISTRIBUCION 480 VAC	CMT-5 / CMT-6	• **SIN PLACA ON**

		/ 3F / 60 Hz • INTERRUPTOR • INTERRUPTOR ENLACE BARRA 2 E2-3 • TR-1 (INTERRUPTOR PRINCIPAL BARRA 3 3QT3) • INTERRUPTOR EMERGENCIA BARRA 3 3QG (VER PLACA ROJA) EN OFF		• BOMBA IMESUR ASFALTO • BOMBA PARA CABOTAJE BOMBA P-71-A • RESERVA (AERO 06) EN ON
27	CD 02-PANEL 3	CENTRO DE DISTRIBUCION 480 VAC / 3F / 60 Hz	CMT-5 / CMT-6	• **ESPACIO LIBRE** • DESALADORA EN OFF SIN USO • CCM -2D • CCM-2C • CCM-2B • CCM-2A • COMPRESOR K-114 • CCM-2G P-106 • P-136
28	CD 02-PANEL 2	CENTRO DE DISTRIBUCION 480 VAC / 3F / 60 Hz • MEDICION CD-02 • INTERRUPTOR EMERGENCIA BARRA 2 2QG (VER PLACA ROJA) EN OFF	CMT-5 / CMT-6	• CCM-21 P483/484/266/137 • CCM-2H P-512/107 • RESERVA EN OFF LIBRE • CASA DE BOMBAS TK-34
29	CD 02-PANEL 1	CENTRO DE DISTRIBUCION 480 VAC / 3F / 60 Hz • ENTRADA DE TRAFO • TR-2 INTERRUPTOR PRINCIPAL BARRA 2 2QT2	CMT-5 / CMT-6	• CAPACITADOR B#02 • CCM C-2F • CCM-2E • PROCESOS
30	CD 01-PANEL 3	CENTRO DE DISTRIBUCION 480 VAC / 3F / 60 Hz • INTERRUPTOR ENLACE BARRA 1 1E1-2 • INTERRUPTOR PRINCIPAL BARRA	CMT-5 / CMT-6	• BOMBA PARA CABOTAJE BOMBA P-71 • COMPRESOR K-103/K-104 • **SIN PLACA ON** • SKIDS B.T. ADITIVOS QUIMICOS

		1 1QT1 • INTERRUPTOR EMERGENCIA BARRA 1 1QG EN OFF		
31	CD 01-PANEL 2	CENTRO DE DISTRIBUCION 480 VAC / 3F / 60 Hz • MEDICION CD-01	CMT-5	• QUEMADOR CALDERO FOSTHER • P-3C • P-11 • P-6 • P-19B • **SIN PLACA ON**
32	CD 01-PANEL 1	CENTRO DE DISTRIBUCION 480 VAC / 3F / 60 Hz	CMT-05	• AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO • ALMACEN 2 • FACILIDADES EN TABLERO • CCM-1B • CCM-1A • TRANSFORMADOR TR-11 • CAPACITADOR B#01
33	K-114C	ALLIS-CHALMERS MOTOR CONTROL	CD-2 PANEL 3	• COMPRESOR EN CALDERA
34	CCM-2E	TABLERO DE CONTROL P-2B ARRANCADOR ESTATITO ASTAT GE 200HP / 460 V /60 Hz /3F • INTERRUPTOR GENERAL	CD-2 PANEL 1	• P-2B TRANSFERENCIA DE CRUDOS ENTRE TKS
35	CCM-2F	TABLERO DE CONTROL P-2C ARRANCADOR ESTATITO ASTAT GE 200HP / 460 V /60 Hz /3F • INTERRUPTOR GENERAL	CD-2 PANEL 1	• P-105-C
36	CCM-2G	TABLERO DE CONTROL P-106 ARRANCADOR ESTATITO ASTAT GE 200HP / 460 V /60 Hz /3F • INTERRUPTOR GENERAL	CD-2 PANEL 3	• P-106
37	P-107 CCM-2-1 P-512	ARRANCADOR ESTADO SOLIDO 200HP / 480 V / 60 Hz	CCM-2H	• P-107 TRANSFERENCIA KEROSENE Y DIESEL
38	CCM-2I	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES PARA CELDA RCS5 460V	CD-2 PANEL 2	• P-106A TRANSFERENCIA GASOLINA • P-25 PARA CABOTAJE

		/ 3F / 60 Hz • MEDIDOR • INTERRUPTOR		• P-26 PARA CABOTAJE • P-137 DESPACHO DE ASFALTO
39	P-23	• VOLTIMETRO • AMPERIMETRO	CD-3 PANEL 2	• P-23 PARA CABOTAJE
40	P-24	• AMPERIMETRO • VOLTIMETRO	CD-3 PANEL 2	• P-24 PARA CABOTAJE
41	CCM-2H	• MEDIDOR. OFF • INTRERRUPTOR. OFF	CD-2 PANEL 2	• P-40 / P-41 • P-124 / P-42 /P-43 TODOS OFF
42	GABINETE EYE - 1	• 440V / 60 Hz / 3F	CD-3 PANEL 2	• P-1300A / **SIN PLACA OFF** • P-13A / P-15A • P-13 / E-20 • **SIN PLACA /SIN PLACA**
43	GABINETE EYE-2	• 220V / 60 Hz / 3F	CD-3 PANEL 2	• P-30 / P-51 • **SIN PLACA**
44	BC2-PANEL 1	• PANEL DE MEDICION 220 V • PANEL DE MEDICION 440 V	CD-2 PANEL 1	
45	BC2-PANEL 2	BANCO DE CONDENSADORES N°2 • PANTALLA PARA FDP • 8 LINEAS	CD-2 PANEL 1	
46	CCM-2D P-1B		CD-2 PANEL 3	• P-1B CARGA CRUDO A PLANTA
47	CCM-2C	• INTERRUPTOR	CD-2 PANEL 3	• P-1 CARGA CRUDO A PLANTA
48	CCM-2B	• MEDIDOR DE TENSION	CD-2 PANEL 3	• **BOMBA TURBO P-181 (DICE P18 VERIFICAR INFORMACION)**
49	CCM-2A		CD-2 PANEL 3	• P-30 TRANSFERENCIA KEROSENE Y DIESEL / P-111 COMBUSTIBLE A CALDERA • P-33 TRANSFERENCIA KEROSENE Y DIESEL / P-111A COMBUSTIBLE HORNO
50	CCM-3B	• MEDIDOR DE TENSION 460 V	CD-3 PANEL 3	• P-118 DESPACHO DE ASFALTO / P-141 DESPACHO RESIDUAL • P-108A DESPACHO DE SOLVENTE 3 / **SIN PLACA OFF** • P-138 DESPACHO RESIDUAL / P-139 DESPACHO DE

				RC-250 / P-117 ACEITE POZA API • P-117A ACEITE POZA API / P-126 AGUA POZA API / P-127 AGUA POZA API
51	CCM-3A	• MEDIDOR DE TENSION 460 V	CD-2 PANEL 2	• P-21 BOOSTER DE CRUDO / P-22 BOOSTER DE CRUDO • P-212 AGUA DE LAGUNA / P-108 DESPACHO DE SOLVENTE 1 • P-101 TRANSFERENCIA GASOLINA / **CCM 3A (P 102 ¿?)** / P-103 DESPACHO DE RC-250 • P-104 TRANSFERENCIA GASOLINA / P-130A AGUA CRUDA A TRATADORES / P-12B DESPACHO DL Y RONAX
52	CCM-1B	• MEDIDOR DE TENSION 460 V	CD-1 PANEL 1	• P-135 TRASNFERENCIA A GASOLINA / P-113 DESPACHO RESIDUAL (39) • MEZCLADOR TK-49 / P-1300B • P-114D AGUA CALDERA / P-114 A AGUA CALDERA / P-114C AGUA CALDERA • P-120 COMBINACION CALDERA HORNOS / P-130C AGUA CRUDA A TRATADORES / P-130B AGUA CRUDA A TRATADORES
53	CCM-1A	• MEDIDOR DE TENSION 280 V	CD-1 PANEL 1	• P-107 MMT / K-113 MEZCLADOR TK 47 • P-211 AGUA LAGUNA AL TK 10 / P-128 • K-103 MEZCLADOR TK 14 / K-104 MEZCLADOR TK 13 / K-106 MEZCLADOR TK 1 • TK-33 / K-111 MEZCLADOR TK 33 / K-112 MEZCLADOR TK 17
54	NOMBRE DEL TABLERO	**SIN DATOS**	**INFORMAR DE DONDE VIENE LA ALIMENTACION**	• **BOMBA DE ADITIVA A HORNO (VERIFICAR UBICACIÓN)**

TABLEROS EN EXISTENCIA SUBESTACION PLANTA DE VENTAS

N°	GABINETE	DESCRIPCION	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO
1	CCM_PV-2	• Tablero de bombas P-167 / P-168 • Marca EPLY SAC • Tensión a 460 VAC • Medidor de energía 1 • Medidor de energía 2	• CD_PV-PAN-3 Interruptores de Salida.	• P-167 Gasolina 90 (Verificar el nombre dice "P-16 Gasolina 95") • P-168 Gasolina 90
2	CCM_PV-3	• Tablero de bombas P-169 / P-170 • Marca EPLY SAC • Tensión a 460 VAC • Medidor de energía 1 • Medidor de energía 2	• CD_PV-PAN-3 Interruptores de Salida.	• P-169 Diésel (Verificar el nombre dice "P-169 B.5") • P-170 Diésel (Verificar el nombre dice "P-170 B.5-S.50")
3	TE_TK-70-1 (Verificar el nombre del tablero con TE_TK-70-1 Tablero general de iluminación TK-70)	• Tablero general de iluminación TK-70 • Marca Rital • Tensión a 460 VAC • Analizador de Red • PLC Siemens Logo! TD • Transformador 1KVA, 480/230V, 1F, 60 Hz	• CD_PV-PAN-3 Interruptores de Salida.	• Iluminación tanque turbo A1 45 KW • (Salida PLC, Corroborar dato) • Electroválvulas • (Salida, corroborar dato) • Reserva • Reserva equipada en 480 V
4	TE_TK-70-2	• Tablero agitador TK-70 / 73 / 74 • Marca Rital • Tensión a 460 VAC	• CD_PV-PAN-3 Interruptores de Salida.	• TK_70 Cuarto cota media (A SS.EE. Cota media) • Reserva equipada en 230 V
5	TE_TK-68-1 (Verificar nombre del tablero TE_TK-68-1 con Tablero TK-68)	• Tablero TK-68 • Marca Rital • Tensión a 460 VAC • Schneider Electric • Power Logic PM 5100	• CD_PV-PAN-4	• Reserva • Reserva • TD-TK 68 • TE_TK-68-2 UPS 10 KVA (Ir al 6) • TDE-TK 68
6	TE_TK-68-2	• Tablero de baja tensión UPS • Marca CEYESA Ing. Eléctrica. • 10KV, 480/220V, 3F+T, 60 Hz • UPS Marca SLC CUBE 3+	• TE_TK-68-1	• TE_TK-68-1
7	TS_P-220	• Tablero de baja tensión • Marca Saftronics. • Transformador monofásico de 440/230 VAC	• CD_PV-02 Panel 8	• P-220 Bio Diésel 01

8	TS_P-221	• Tablero de baja tensión • Marca Saftronics. • Transformador monofásico de 440/230 VAC	• CD_PV-02 Panel 8	• P-220 Bio Diésel 02
9	¿? (Verificar Información)	• Tablero de color azul Marca Foxboro.	• (Verificar Información)	• (Verificar Información)
10	TE_ILU-PV-1	• Tablero alumbrado de islas de despacho (no energizado) • Tensión a 460 VAC • Medidor de energía. (En off)	• CD_PV-02 Panel 8	• Reserva • Isla 1 • Isla 2 • Isla 3 • Isla 4 • Isla 5 • Isla 6 • Isla 7 • Isla 8 • Isla 9 • Isla 10 • Reserva (Todas en OFF)
11	CD_PV-02	• Tablero 460/230 VAC Panel 8 • Marca Himel • Tensión a 460 VAC • Medidor de energía. (En off)	• CD_PV-PAN-3 Interruptores de Salida.	• C5 • TE_ILU-PV-1 Alumbrado Islas No energizado (Ir al 10) • P-220 Biodiesel 01 (Ir al 7) • P-221 Biodiesel 02 (Ir al 8) • VCU-1 FLER (Ir al 20) • CCM_PV-4 Bombas de aditivos (Ir al 18) • C6 • CPV-02 • Alcohol
12	CD_PV-01	• Tablero ¿? • Marca EMEVAR SA • Tensión a 230 VAC • L1-L2 en ON	• CBT-01	• Oficinas mayoristas / contabilidad. Hangar de cilindros vestidores. • Tablero frente a banco. Oficina banco. Puerta PV-4 • Almacén Brigada de emergencia • Oficinas supervisores 1° y 2° piso • Controlador Foxboro 743 • Reserva • Reserva • Reserva

				• Reserva • TE_ACCU-2 Panel 6 (Ir al 16) • Medidores Másicos. • Medidores Másicos. • Reserva • Sistema de presurización • Control TR-3 • TDE-Interior (Verificar si es controlado por 2 interruptores), (Ir al 19) • TE_ACCU-1 Panel UPS (IR al 17) • Iluminación Biodiesel • Iluminación de casetas • TDE-Taller (Verificar si es controlado por 2 interruptores).
13	CCM_PV-1	• Medidor de energía. (En off)	• CD_PV-PAN-3 Interruptores de Salida.	• P-161 • P-162 • P-223 Alcohol • P-222 Alcohol • Verificar si existe salida para bomba trasiego.
14	CCM_PV-1	• Tablero ¿? • Marca EMEVAR SA • Tensión a 440 VAC • Medidor de energía. (En off)	• CD_PV-PAN-3 Interruptores de Salida.	• P-150 en OFF • P-163 Diésel en ON • P-164 Diésel en ON • P-150 gasolina 84 en OFF (verificar si es para salida de bomba PV-14 aguas servidas) • P-166 gasolina 95 en OFF • P-31 gasolina 97 en ON • TS_P-49 (Ir al 21) (verificar si existe salida en el tablero)
15	TC-TAS-02 02-SIN-103 (verificar instalación)	• Tablero para comunicaciones Honeywell. • Marca Rital ambas caras.		• Gabinete de comunicaciones
16	TE-ACCU-2	• Tablero ¿? • Marca Rital ambas caras.		• 10 llaves y una averiada (Verificar información tiene una salida de PLC
17	TE-NPS-ACCU-01 (Verificar nombre del tablero TE-ACCU-01)	• Tablero Panel UPS EMERSON VERTIV • Marca Rital ambas caras. • Transformador de Aislamiento 12 KVA • 10 KVA, 220 VAC, 1F, 60 Hz.	• CD_PV-01	• Alimentación UPS • Alimentación cargas • Ventilación tablero • Iluminación tablero

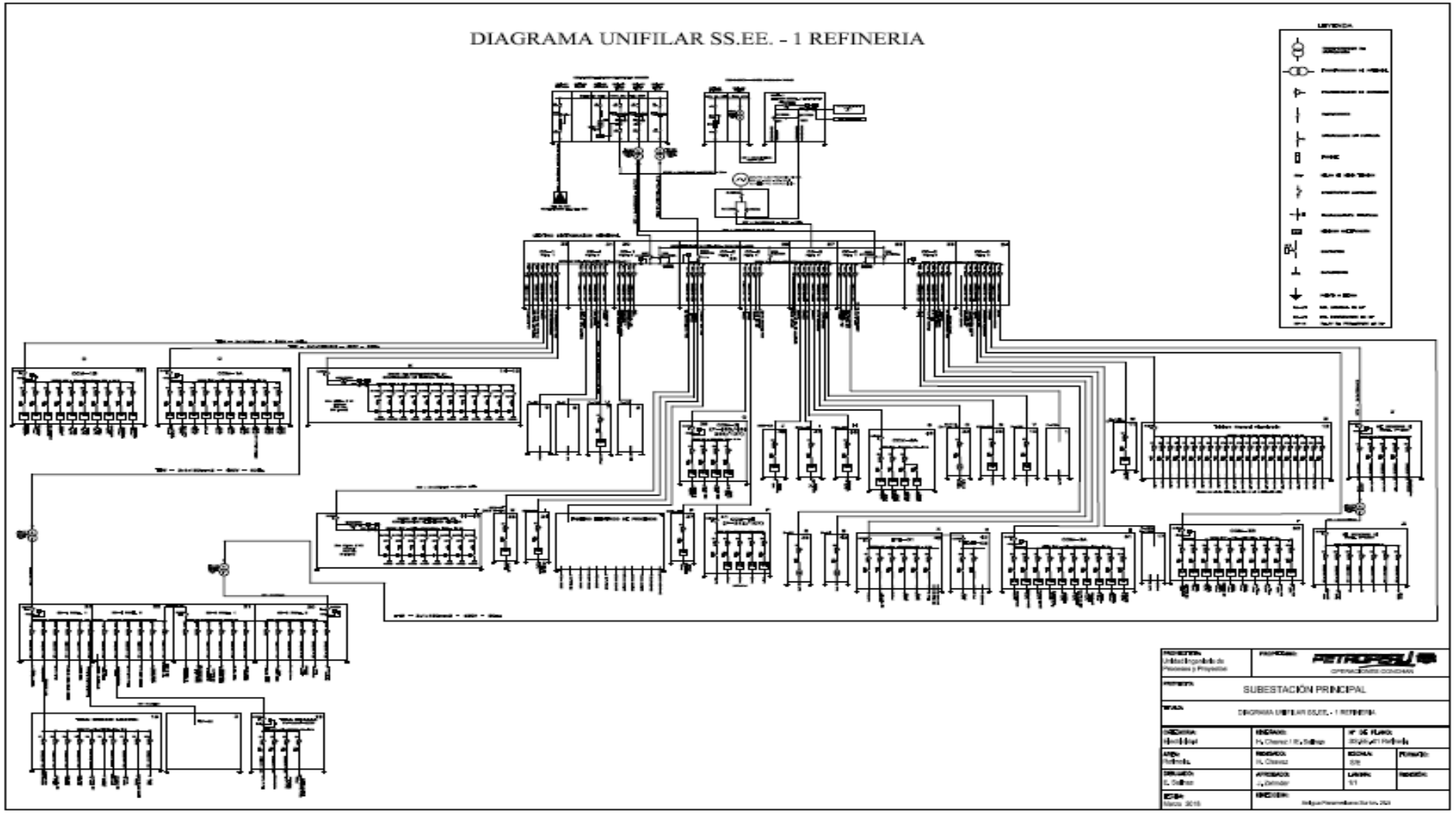
				• Interruptor • Interruptor • Interruptor • Interruptor • Interruptor • Interruptor • Interruptor • Interruptor • Interruptor • Interruptor • Interruptor • Interruptor
18	CCM_PV-4	• Tablero CCM Bombas Aditivos. • Tensión a 440 VAC	• CD_PV-02 Panel 8	• P-51 Gasolina Petroperú • P-52 Gasolina Primax 84-90-95 • P-53 Gasolina Primax 97 • P-54 Gasolina Usuario 4 • P-55 Gasolina Petrored • P-56 Diésel Petroperú • P-58 Diésel Primax • P-59 Diésel Usuario 3 (Primax WP) • P-61 Diésel Usuario 4 (Numay) (Verificar el nombre con P-57) • P-60 Diésel Usuario 5 (Pecsa)
19	TE_ILU-PV-2	• Tablero ¿? • Marca Rital • Tensión 130 VAC • Medidor de energía.	• CD_PV-01	• Fuente 1 • Fuente 2 • Fuente 3 • Fuente 4 • Fuente 5 • Isla 6 • Isla 7
20	TD1 (Verificar nombre del tablero con VCU-1)	• Tablero de distribución eléctrica del VCU Marca Himel.	• CD_PV-02 Panel 8	• FLER
21	TS_P-49	• Tablero ADALET enclosure sistems • Marca Siemens Motor starter • Tensión 460 VAC • 120 KVA, 60 Hz	• CCM_PV-1	• P-149 En ON (Verificar esta salida con el nombre del tablero)

22	CD_PV _PAN-4	• Tablero interruptor de salida Panel 4 • Marca Rital.	• CD_PV-PANEL-1 Llegada Normal / Emergencia	• Tablero TK-68 (Ir al 5) • Reserva agrupada • Reserva agrupada • Reserva agrupada
23	CD_PV _PAN-3	• Tablero interruptor de salida Panel 3 • Marca Rital. • Tensión 460 VAC	• CD_PV-PANEL-1 Llegada Normal / Emergencia	• CCM_PV-01 (Ir al 13 y 14) • CCM_PV-2 Tablero de bombas P-167 y P-168 (Ir al 1) • CCM_PV-3 Tablero de bombas P-169 y P-170 (Ir al 2) • Tablero TK-70 (Ir al 3) • Trafo 460/230 V (Ir al 31) • CD_PV-02 Panel 8 (Ir al 11) • SS.EE. Terminal Portuario • TE_TK-70-2 Agitadores TK-70, TK-73, TK-74 (Ir al 4)
24	CD_PV-PAN-2	• Tablero banco de condensadores para compensación reactiva. • Tensión 460 VAC	• CD_PV-PANEL-1 Llegada Normal / Emergencia	• ¿? ON • Paso 05, 25 KVAR ON • ¿? ON • ¿? ON • ¿? ON • Paso 12, 25 KVAR ON
25	CD_PV-PAN-2			• ON /OFF • ON /OFF • ON /OFF
26	CD_PV-PANEL-1	• Llegada Normal / Emergencia Panel 1 • Interruptor Merlín Gerin de salida Panel 1 • Tensión 460 VAC • Medidor de energía • f.d.p • Varilogic NR12	• CMT-PV-02 Celda de salida de alimentación	• CD_PV-PAN-2 Banco de condensadores para compensación reactiva. (Ir al 24 y 25) • CD_PV-PAN-3 Interruptores de Salida. (Ir al 23) • CD_PV-PAN-4 Verificar Nombre (Ir al 22)
27	TC-TAS-03B (verificar instalación)	• Tablero para comunicaciones Honeywell. • Marca Rital ambas caras.		• Gabinete de Marshalling (PCS)
28	TC-TAS-03ª (verificar instalación)	• Tablero para comunicaciones Honeywell. • Marca Rital ambas caras.		• Gabinete de DCS (PCS)
29	CMT-PV-01	• Celda de entrada de suministro • Tensión 10 KV	• Celda CMT-04 viene de la SS.EE. Refinería Conchán, Suministro "Luz del Sur"	• CMT-PV-02 Celda de salida de alimentación (Ir al 30)

30	CMT-PV-02	• Celda de salida de suministro • Tensión 10 KV • Transformador TR-03 de 800 KVA 10/0.46 KV 3F 60 Hz Dyn5	• CMT-PV-01 Celda de entrada de alimentación	• CD_PV-PAN-1 Llegada Normal / Emergencia (Ir al 26)
31	CBT-01	• Tablero de llegada de suministro • Transformador TR-13 de 100 KVA 0.46/0.23 KV 3F 60 Hz Dyn5	• CD_PV-PAN-3 Interruptores de Salida.	• CD_PV-01 (Ir al 12)
32	TD-PV31 (verificar instalación)			
33	LE-PV-1 (verificar instalación)			
34	LE-PV-2 (verificar instalación)			

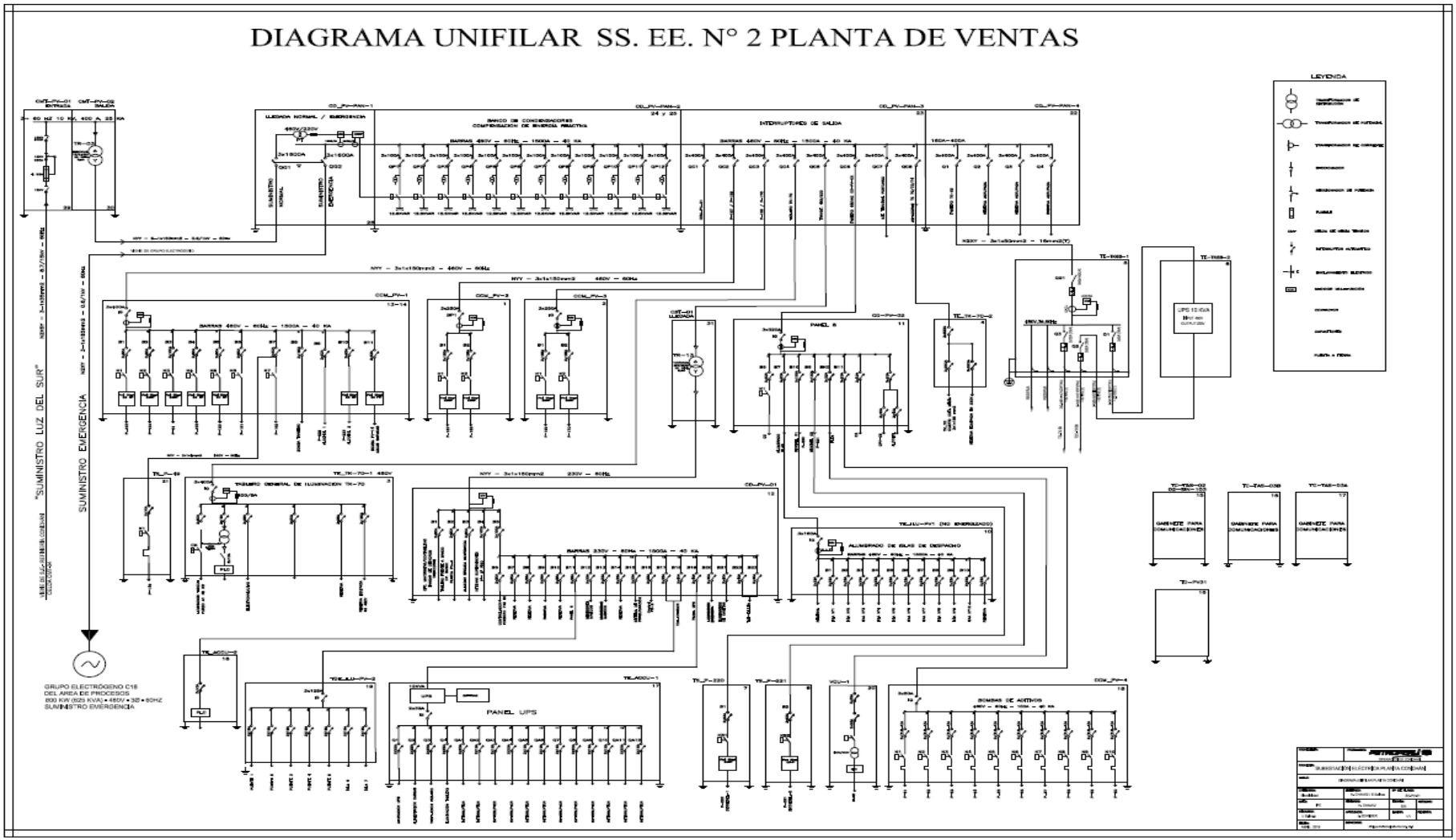
Anexo 4

Aplicación de la etapa 3 – Actualización del diagrama unifilar de la subestación eléctrica principal



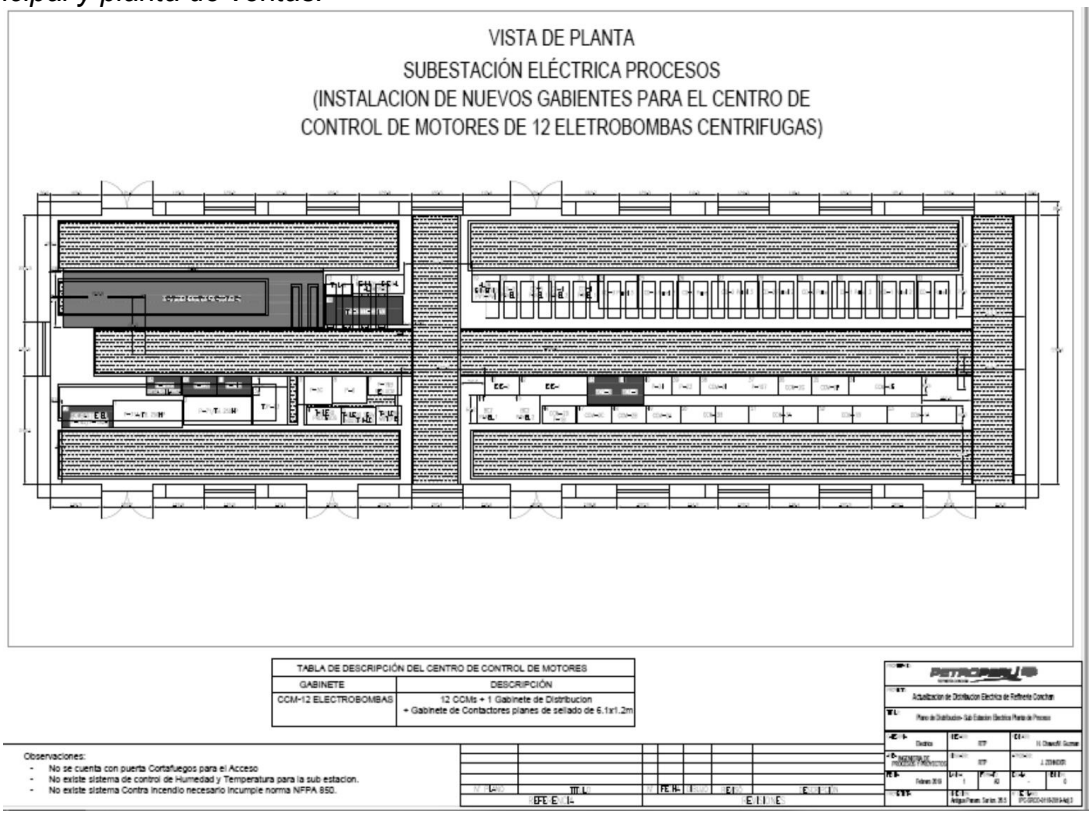
Anexo 5

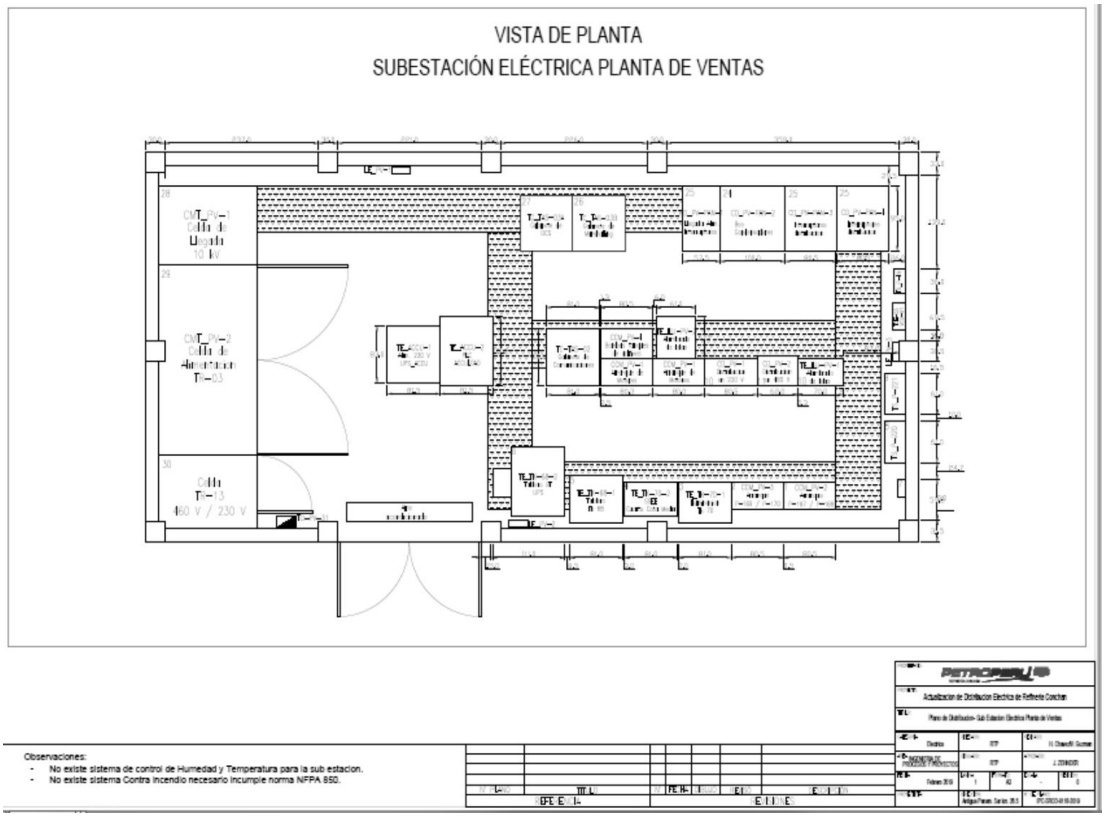
Aplicación de la etapa 3 – Actualización del diagrama unifilar de la subestación eléctrica planta de ventas



Anexo 6

Aplicación de la etapa 3 – Actualización de los planos de planta de la subestación eléctrica principal y planta de ventas.





Anexo 7

Aplicación de la etapa 4 - Documento condiciones técnicas para el "Servicio de elaboración de ingeniería de detalle del proyecto de ampliación de subestación eléctrica en Refinería Conchán, agosto 2019"

Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.
Refinería Conchán

CONDICONES TECNICAS

"Servicio de elaboración de ingeniería de Detalle del proyecto de ampliación de subestación eléctrica en Refinería Conchán"

Conchán, agosto 2019

Antigua Carretera Panamericana Sur Km. 26.5, Lima 16 - Perú
Telfs.: (511) 625 4000
www.PETROPERÚ.com.pe

Anexo 8

Aplicación de la etapa 4 - Documento de la propuesta económica para el servicio de reubicación de tableros en subestación eléctrica principal para posterior colocación de centro de control de motores de 12 bombas nuevas

AGL INGENIEROS SAC

Calle Huáscar 132 Of. 301B
Teléfono: 992725375
RUC: 20601493030
Correo: agutierrez@agl-ingenieros.com

Lurín, 22 de Febrero del 2019 **Cot. N°-0045 – 2019**

Señor.
Ing. Victor Guzmán Ibáñez
Petróleos del Perú – PETROPERU S.A.
Referencia: "SERVICIO REUBICACIÓN DE TABLEROS EN SS.EE PRINCIPAL RFCO PARA POSTERIOR COLOCACIÓN DE CCMS DE 12 BOMBAS NUEVAS"

De nuestra mayor consideración:

Por medio de la presente, hacemos llegar nuestra propuesta económica por el servicio de "Servicio Reubicación de Tableros en SS.EE principal RFCO para posterior colocación de CCMCS de 12 bombas nuevas" detallando las siguientes actividades.

- Desenergizacion de los Tableros Eléctricos.
- Apertura de planchas de canaletas de distribución de cables eléctricos.
- Desconexionado de la alimentación y distribución de los cables eléctricos.
- Desmontaje de los gabinetes.
- Acondicionamiento de estructuras metálicas y de vigas de concreto muerto.
- Montaje de gabinetes que incluyen anclaje a las estructuras metálicas.
- Movilizacion y reubicación del tendido del cableado eléctrico.
- Conexionado y pruebas de funcionamiento.

Los siguientes Tableros Eléctricos a reubicar son:

DESCRIPCION	TAG	Precio U.
Tablero Eléctrico de arranque y control 50HP/440VAC/60Hz/3F	P-136	2000
Tablero Eléctrico de arranque y control de motor	P-140	2000
Tablero eléctrico de Banco de Condensadores N°1	BC1-1	2000
Tablero eléctrico de Banco de Condensadores N°2	BC1-2	2000
Tablero Eléctrico de Los AEROS	AERO E 6/15	2000
Tablero Eléctrico de arranque y control de motor	P-105 D	2000
Tablero Eléctrico de arranque y control de motor	K-114C	400
Tablero Eléctrico de arranque y control de motor	CCM-2H DESALADORA	400
Obras Civiles		2000
Movilizacion de tableros en desuso al taller de Mantenimien to		200
	COSTO DIRECTO	15000
	GASTOS GENERAL	2250
	GASTOS ADMINISTRATIVOS	2250
	SUBTOTAL	19500
	IGV	3510
	TOTAL	23010

OBSERVACION

SOLO SE RETIRA los siguientes tableros eléctricos por encontrarse en desuso y no prestar pronta utilización:

GABINETE	DESCRIPCION	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	DIMENSIONES	RETIRO
K-114C	• ALLIS-CHALMERS motor control.	CD-2 PANEL 3	• Compresor en caldera.	76 x 60.8 cm	**En parada de planta**
CCM-2H DESALADORA	• Medidor. Off • Interruptor. Off	CD-2 PANEL 2	• P-40 / P-41 • P-124 / P-42 / P-43 Todos Off	120.5 x 40.5 cm	**En parada de planta**

Atentamente

AGL INGENIEROS S.A.C.

Ing. Alex Gutierrez Lopez
GERENTE GENERAL

23 FEB. 2015
RECIBIDO

Anexo 9

Aplicación de la etapa 4 - Documento de retiro y reubicación de tableros eléctricos como solución para la continuidad del servicio de ingeniería, procura, instalación y puesta en marcha de 12 electrobombas centrífugas api 610 en Refinería Conchán.

MEMORANDO CARGO PERFORACIÓN CONCHÁN **N° IPC-SRCO- 0118- 2019**

A:	**Lugar y Fecha:**
Unidad Procesos	Conchán, 25 de febrero de 2019
DE:	**Asunto:**
Unidad Ingeniería de Procesos y Proyectos	Reubicación de Tableros SS.EE de procesos.

Referencias: (1) Servicio "instalación y puesta en marcha de 12 electrobombas centrifugas API 610 en Refinería Conchán"

En relación al asunto, se comunica que IPC está solicitando contratar un servicio para el retiro y reubicación de los siguientes tableros eléctricos actualmente en desuso, para dar el espacio necesario para los sistemas de arranque de 12 bombas y planes de sellos del servico(1), retirando los siguientes:

GABINETE	DESCRIPCION	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	DIMENSIONES	RETIRO
K-114C	• ALLIS-CHALMERS motor control.	CD-2 PANEL 3	• Compresor en caldera.	76 x 60.8 cm	En parada de planta
CCM-2H Desaladora	• Medidor. Off • Interruptor. Off	CD-2 PANEL 2	• P-40 / P-41 • P-124 / P-42 / P-43 Todos Off	120.5 x 40.5 cm	En parada de planta

La reubicacion de tableros a contratar se muestra en el adjunto 2, reubicando los siguientes tableros

GABINETE	DESCRIPCION	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	DIMENSIONES	LONGITUD. DE RESERVA	REUBICAC
P-136	Tablero eléctrico de arranque y control 50HP/440VAC/60 Hz/3F • Medidor. On • Interruptor. On	CD-2 PANEL 3	• P-136	80 X 40.2 cm	Verificado	Domingo para no afectar despacho
P-140	• Medidor. On • Interruptor. On	CD-3 PANEL 3	• P-140	81 x 40 cm	Verificado	"
BC1-1	Banco de condensadores automático 275 KVAR / 480v / 60 Hz / 3F Panel 1 Interruptor general • Medición general • Regulador automático 12 pasos	CD-1 PANEL 1	• Para compensación reactiva.	129.7 x 63.1 cm	Verificado	En parada de planta
BC1-2	Banco de condensadores automático 275 KVAR / 480v / 60 Hz / 3F Panel 2	CD-1 PANEL 1				En parada de planta
TB-2011-07430	Tablero eléctrico de arranque y control de motor	CD-3 PANEL 1	• Aero E-6/15 • Aero nuevo	180.8 x 62.2 cm	Verificado	En parada de planta
	480 VAC / 60 Hz / 3F		• Sin placa off			

P-182 P-182A	Tablero de electrobombas 440V / 60 Hz / 3F	CD-3 PANEL 2	• P182 – P182A	120.6 x 60 cm	Verificado	**Coordinación con Adm.Contr Bombas Diesel**
P – 105 D Bomba del S.C.I. de la laguna	Tablero eléctrico de arranque y control de motor 100HP / 180 VAC / 60 Hz / 3F	CD-3 PANEL 3		80.5 x 42.6 cm	Verificado	**Coordinación con Seguridad y RC-4**

Observaciones:

1. **Para la reubicación de los tableros mencionados, se proponen las nuevas posiciones, que se muestran en el adjunto2 .El tablero BC1-1 y BC1-2 (Largo 129.7 cm) ocuparan el espacio dejado por el tablero CCM-2H (Largo 120.5 cm) como se detalla en el mismo plano.**

El retiro y reubicación de los tableros ya mencionados se realizará para el ordenamiento y optimización de espacios para la instalación de nuevos gabinetes para centro de control de motores de la referencia 1 (12 CCMs + 1Gabinete Distribución + Gabinete Contactores Planes de Sellado) 6,1x1,2m , cuya ubicación se detalla en el adjunto 3.
Todas las condiciones previas a esta reubicación fueron revisadas coordinanamente con José Luna de Mantenimiento.
En tal sentido solicitamos su visto bueno para iniciar los mencionados trabajos en la parada de planta iniciando el día 27 del presente.

Agradecemos su acostumbrado apoyo.

COPIA ORIGINAL FIRMADO
JANET ZEHNDER SCH.
Ficha N° 56376

Janet Zehnder Schuler
Jefe

V.Guzmán

Adjunto: (1) Vista de planta actual.
(2) Nueva vista de planta.
(3) Plano de ubicación Centro de Control de Motores.

CC: Unidad Mantenimiento
Unidad Inspección

Recibido
26.02.2019

VISTA DE PLANTA
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PROCESOS
(RETIRO DE TABLEROS)

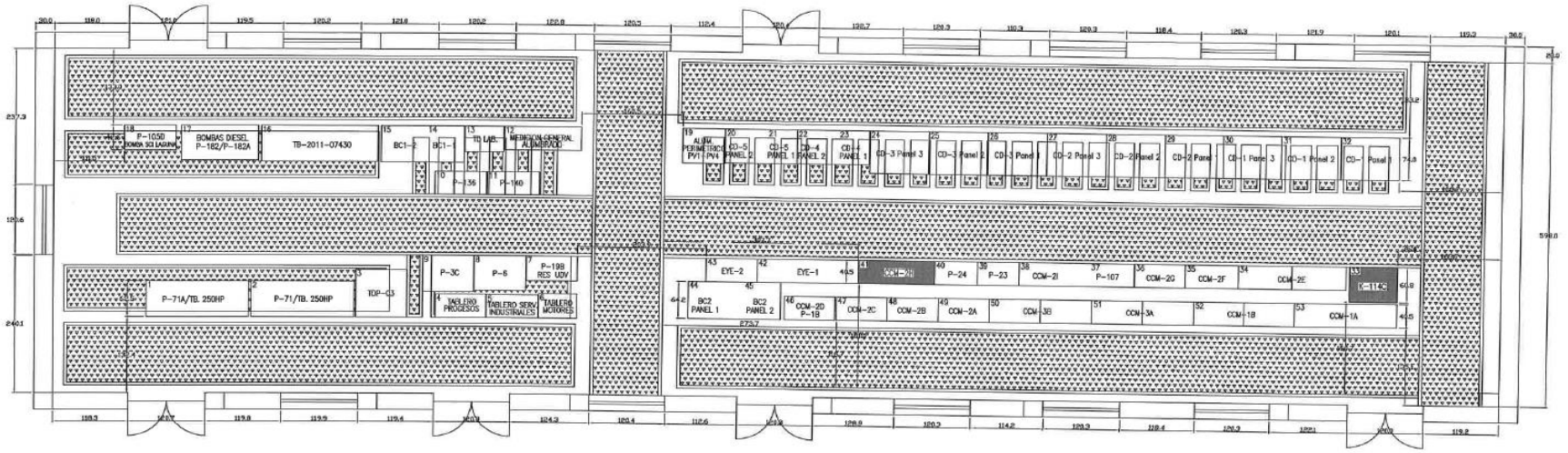


TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RETIRO DE GABINETES	
GABINETE	DESCRIPCIÓN
K-114C	Compresor de caldera
CCM-2H	Planta desaladora P-40/P-41/P-124/P-42/P-43 (En OFF)

Observaciones:
- No se cuenta con puerta Cortafuegos para el Acceso
- No existe sistema de control de Humedad y Temperatura para la sub estacion.
- No existe sistema Contra incendio necesario incumple norma NFPA 850.

N° PLANO	TÍTULO
REFERENCIA	

N°	FECHA	DIBUJO	REVISÓ	DESCRIPCIÓN
REVISIONES				

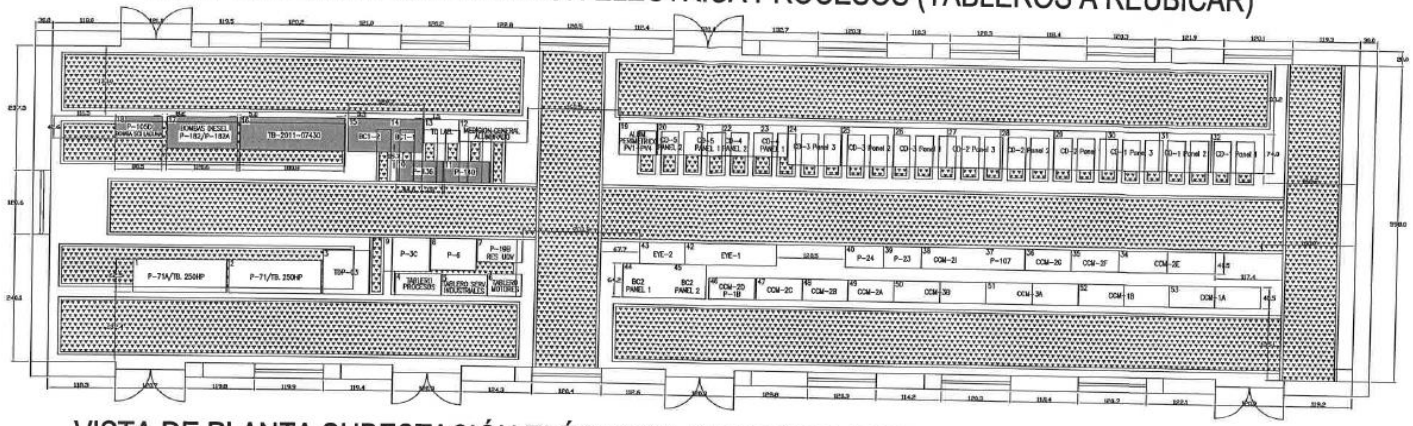
PROPIETARIO: PETROPERU REFINERÍA CONCHÁN

PROYECTO: Actualizacion de Distribucion Electrica de Refineria Conchan

TITULO: Plano de Distribucion- Sub Estacion Electrica Planta de Proceso

CATEGORIA: Electrica	DISEÑADO: RTP	REVISADO: H. Chavez/V. Guzman	
ÁREA: INGENIERIA DE PROCESOS Y PROYECTOS	DIBUJADO: RTP	APROBADO: J. ZEHNDER	
FECHA: Febrero 2019	LAMINA: 1	FORMATO: A3	ESCALA: - / REVISIÓN: 0
PROYECTISTA:	DIRECCIÓN: Antigua Panam. Sur km. 26.5	N° DE PLANO: IPC-SRCO-0118-2019-A4-1	

VISTA DE PLANTA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PROCESOS (TABLEROS A REUBICAR)



VISTA DE PLANTA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PROCESOS (TABLEROS EN NUEVA UBICACION)

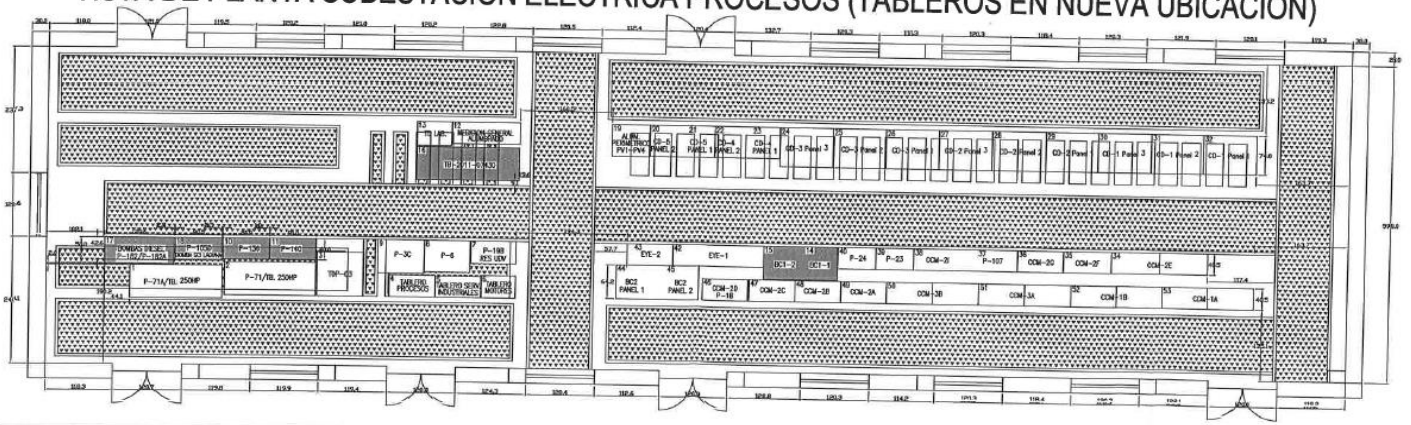


TABLA DE DESCRIPCIÓN DE REUBICACION DE GABINETES	
GABINETE	DESCRIPCIÓN
P-136	Tablero electrico de arranque y control
P-140	Tablero electrico de arranque y control

BC1-1 Y BC1-2	Banco de Condensadores 275 KVAR
TB-2011-07430	Tablero electrico de arranque y control
P-182 y P-182A	Tablero electrico de electrobombas
P-105D	Bomba del SCI de la laguna

Observaciones:
- No se cuenta con puerta Cortafuegos para el Acceso
- No existe sistema de control de Humedad y Temperatura para la sub estacion.
- No existe sistema Contra incendio necesario incumple norma NFPA 850.

N° PLANO	TÍTULO	N°	FECHA	DIBUJO	REVISÓ	DESCRIPCIÓN
REFERENCIA		REVISIONES				

PROPIETARIO: PETROPERU

PROYECTO: Actualizacion de Distribucion Electrica de Refineria Conchan

TITULO: Plano de Distribucion- Sub Estacion Electrica Planta de Proceso

CATEGORIA: Electrica	DISEÑADO: RTP	REVISADO: H. Chevez/V. Guzman
AREA: INGENIERIA DE PROCESOS Y PROYECTOS	DIBUJADO: RTP	APROBADO: J. ZEHNDER
FECHA: Febrero 2019	LAMINA: 1	FORMATO: A3
ESCALA: -	REVISIÓN: 0	
PROYECTISTA:	DIRECCIÓN:	N° DE PLANO:

VISTA DE PLANTA
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PROCESOS
(INSTALACION DE NUEVOS GABIENTES PARA EL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE 12 ELETROBOMBAS CENTRIFUGAS)

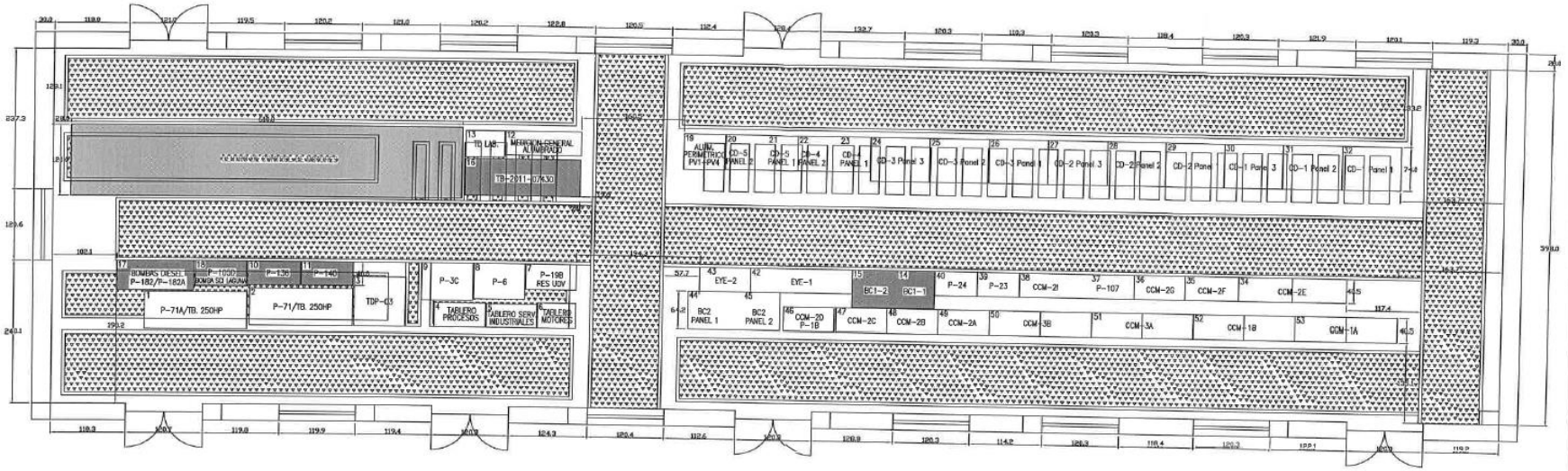


TABLA DE DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	
GABINETE	DESCRIPCIÓN
CCM-12 ELECTROBOMBAS	12 CCMs + 1 Gabinete de Distribucion + Gabinete de Contactores planes de sellado de 6.1x1.2m

Observaciones:
- No se cuenta con puerta Cortafuegos para el Acceso
- No existe sistema de control de Humedad y Temperatura para la sub estacion.
- No existe sistema Contra incendio necesario incumple norma NFPA 850.

N° PLANO	TITULO	N°	FECHA	DIBUJO	REVISÓ	DESCRIPCIÓN
REFERENCIA		REVISIONES				

PROPIETARIO: PETROPERU REFINERIA CONCHAN

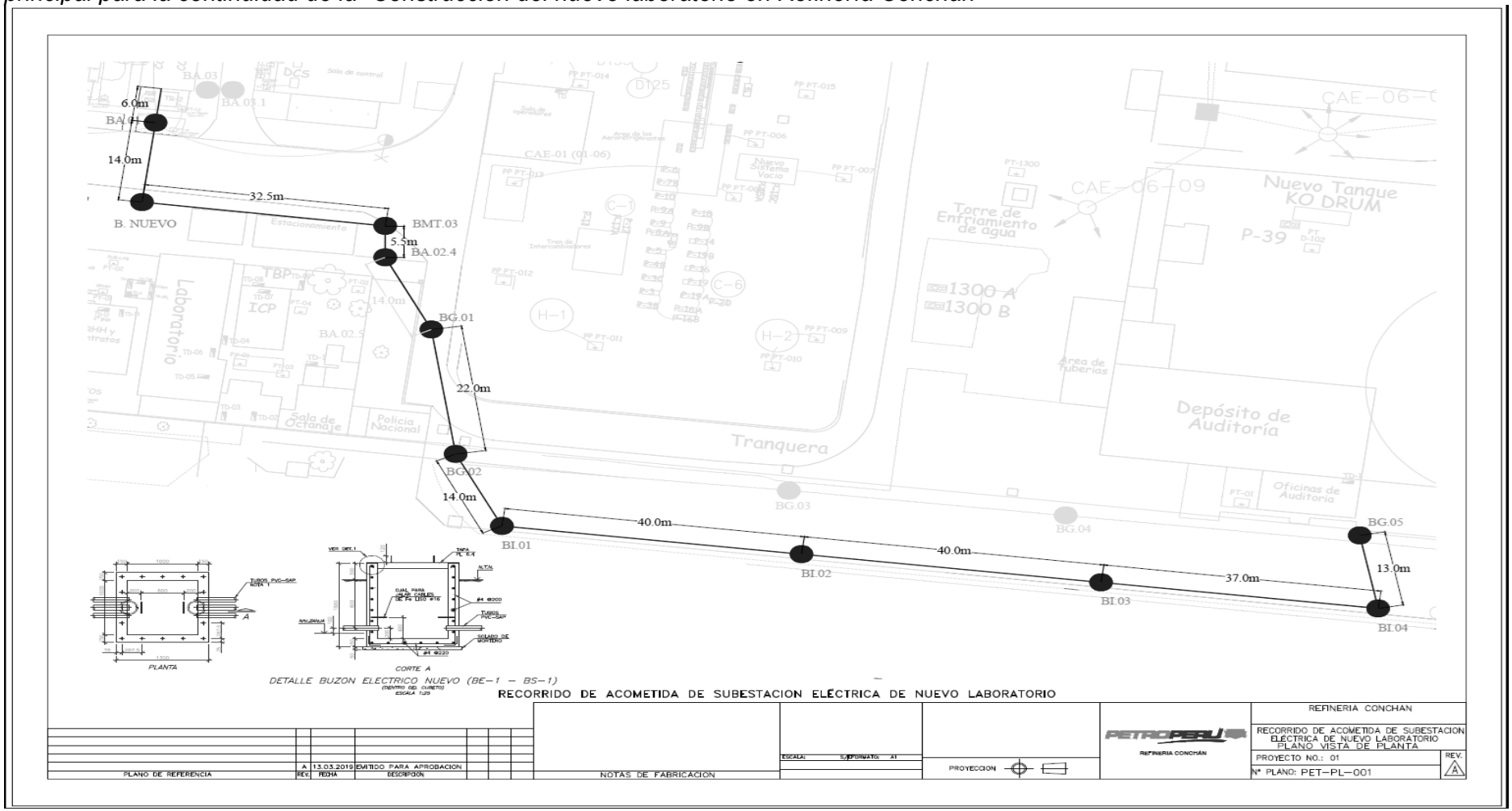
PROYECTO: Actualizacion de Distribucion Electrica de Refineria Conchan

TITULO: Plano de Distribucion- Sub Estacion Electrica Planta de Proceso

CATEGORIA: Electrica	DISEÑADO: RTP		REVISADO: H. Chavez/V. Guzman
AREA: INGENIERIA DE PROCESOS Y PROYECTOS	DIBUJADO: RTP		APROBADO: J. ZEHNDER
FECHA: Febrero 2019	LAMINA: 1	FORMATO: A3	ESCALA: -	REVISION: 0
PROYECTISTA:	DIRECCION: Antigua Panam. Sur km. 26.5		N° DE PLANO: IPC-SRCO-0118-2018-Ad 3

Anexo 10

Aplicación de la etapa 4 - Documento recorrido de acometida de subestación eléctrica del nuevo laboratorio hacia la subestación eléctrica principal para la continuidad de la "Construcción del nuevo laboratorio en Refinería Conchán"



BLOQUE III Y EXTERIORES.

Supervisión:
GMI S.A INGENIEROS CONSULTORES

Cliente:
PETROPERÚ S.A

Proyecto:
"Construcción del nuevo laboratorio de hidrocarburos de refinería Conchán".

Foto Nº 17: Personal de supervisión constata los trabajos de excavación para la instalación de las tuberías del sistema contra incendio.

Supervisión:
GMI S.A INGENIEROS CONSULTORES

Cliente:
PETROPERÚ S.A

Proyecto:
"Construcción del nuevo laboratorio de hidrocarburos de refinería Conchán".

Foto Nº 18: Se continúa con la instalación de cables eléctricos a través de los banco ductos desde el nuevo laboratorio hasta la sub estación de la refinería.

GMI SA INGENIEROS CONSULTORES
Supervisión del Proyecto de Construcción del Nuevo Laboratorio de Hidrocarburos de Refinería Conchán

Ing. Jair Alberto Espino Benavides
Supervisor de Trabajos Civiles

VºBº GMI SA

GMI SA INGENIEROS CONSULTORES
Supervisión del Proyecto de Construcción del Nuevo Laboratorio de Hidrocarburos de Refinería Conchán

Ing. Alcides Necochea Pérez
Supervisor de Trabajos Eléctricos
CIP Nº 114618

Anexo 11

Aplicación de la etapa 5 - Informe final proyecto de innovación 2019

PETROPERÚ	"Actualización y Consolidación de la Base de Datos Referido al Sistema Eléctrico en Media y Baja tensión Refinería Conchán"	Página	Rev.	Fecha
Unidad de Ingeniería de Procesos y Proyectos	Informe Final Proyecto de innovación 2019	1	0	06.09.19

INFORME FINAL

PROYECTO DE INNOVACIÓN 2019

Rev. 0

"ACTUALIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA BASE DE DATOS REFERIDO AL SISTEMA ELÉCTRICO EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN REFINERÍA CONCHÁN"

Presentado por:

SALINAS LOPEZ, JOSE LUIS EDUARDO

REFINERÍA CONCHÁN, 2019

9. CONCLUSIONES

Se entregan las siguientes conclusiones:

- En actual Sistema Eléctrico de Refinería Conchán está llegando a su máxima operación, y con carencia de datos es dificultoso el análisis eléctrico para tender proyectos nuevos, por ello la necesidad de actualización de los datos de equipamiento eléctrico.
- Dada la entrada de nuevos proyectos, es necesario la implementación de un sistema eléctrico con aumento de potencia contratada, es decir, pasar de 1500 kW a 3800 kW en Refinería Conchán e independizar Terminal portuario con una potencia suministrada de 1000 kW, esto hará que el Sistema eléctrico de Refinería Conchán sea más robusto y pueda atender los nuevos proyectos.
- Por lo expuesto, es necesario la implementación del Software Eléctrico Etap 19, con lo cual se reduce los tiempos en el desarrollo de ingeniería parte eléctrica a tiempos muy cortos, y a su vez con el plus e que se pueda tener un monitoreo control y comunicación en tiempo real referido a la coordinación y selectividad del sistema de protección de Refinería Conchan, esto hace que la actualización de la base de daos de todo el sistema eléctrico este consolidado.

Propuesto por

Salinas Lopez, Jose Luis Eduardo
Practicante Profesional

Revisado por

Victor Javier Chavarria Vasquez
Supervisor de Proyectos

APROBADO / DESAPROBADO

Janet Zehnder Schuler
Jefe Unidad Ingeniería de Procesos y Proyectos

Anexo 12

Documento de solicitud de información actualizada del sistema eléctrico en refinería Conchán

MEMORANDO **N° IPE-SRCO-0326-2019**

A: Unidad Ingeniería de Procesos y Proyectos	**Lugar y Fecha** Conchán, 25 de noviembre de 2019
DE: Unidad Inspección	**Asunto:** Solicitud de planos eléctricos Subestación Eléctrica Refinería Conchán

Debido a los proyectos ejecutados en el centro de distribución eléctrica y centro de control de motores, tanto de Refinería Conchán como Planta de Ventas, se solicita la información técnica en cuanto a planos eléctricos, cuadro de cargas, planos estructurales y vista de planta, a fin de contar con la información actualizada del sistema eléctrico de Refineria Conchán.

Quedamos a la espera de su pronta respuesta, a fin de revisar la información en el tiempo oportuno.

Sin otro particular,

PETROPERU S.A. Carlos Zapata Ficha 55294 OPERACIONES CONCHAN

Carlos Zapata del Río
Jefe

A. Chávez / J. Namuche

Cc: Archivo / Cargo

PETROPERU S.A. Alberto Chávez Ficha 55261 REFINERIA CONCHAN

PETROPERU S.A. REFINERIA CONCHAN

25 NOV. 2019
RECIBIDO

Ing Hernán Chávez

Favor, enviar requerimiento de Unidad Inspección

JORGE AQUINO AQUINO Ficha: 55261 PETROPERU S.A.

27/11/19.

PETROPERÚ 11051 – REV JUN 2013 "SALUD, SEGURIDAD Y AMBIENTE, RESPONSABILIDAD DE TODOS"