



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA



**“EVALUACIÓN TÉCNICA OPERATIVA DEL SISTEMA DE
TRANSFORMACIÓN 60/10.0 KV, DE LA SET BELLA VISTA –
PUNO, 2022”**

TESIS

PRESENTADA POR:

YOEL CCORA QUITO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza necesaria para terminar mi carrera profesional.

*A mi Esposita **MIRIAM**, quien ha estado a mi lado desde un inicio, por depositar su confianza, paciencia, amor y ser el pilar fundamental en mis momentos de debilidad.*

*A mis hijos **JHADHIEL** y **THIAGO** fuentes de energía, alegría y razón por la que me esfuerzo día a día.*

*A mis padres **GABINO** y **ELVA**, las palabras no son suficientes para expresar todo mi agradecimiento, amorosos y comprensivos incondicionales en todo mi desarrollo profesional.*

*A mis hermanas **ROCIO Y FLOR**, ejemplos a seguir, fuentes de inspiración.*

*A mis hermanas **YENNY** y **PAMELA**, decirles que los límites se los pone cada uno.*

*A mis hermanos **GABINO**, **JESUS** y **LUIFABINO**, por su comprensión, su cariño y su confianza.*

*A **JOSUE**, **ROCIO Y LUIS**, por sus consejos y buenos deseos. A mi suegra que me brindo su ayuda oportunamente, al Papa' **JUAN** (+) que estuvo siempre que lo necesitamos.*

*En especial a mi hermano, **MANUEL** fuente motivadora e inspiradora de unión, cariño, tantas veces que quise tirar toalla y me recordabas que no podía hacerlo porque tú jamás lo hiciste.*

*A mis **abuelitos** (+) en su afán de verme profesional y feliz me dieron todo lo que pudieron.*

*A mi tía **FLORENCIA** por el impulso y ánimo al iniciar mi preparatoria. A mis amigos que estuvieron en toda mi formación.*

Yoel Ccora Quito



AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis y miembros del jurado evaluador, por guiar y encaminar la culminación de la presente tesis A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno quien permitió desarrollarme a nivel profesional, a los docentes de carrera Profesional de Ing. Mecánica Eléctrica, por la educación y constante aprendizaje.

A mi director de investigación de tesis Ing. Jhimmy Quisocala Herrera, por sus orientaciones, quien con su conocimiento y experiencia se logró concretar esta tesis.

A mi escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, alma mater “Universidad Nacional del Altiplano – Puno” y en especial a mis docentes por compartir su conocimiento y experiencias durante mi periodo estudiantil.

Gracias.

Yoel Ccora Quito



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INDICE DE ANEXOS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 15

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA 15

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 16

1.4. OBJETIVOS 16

1.4.1. Objetivo general..... 16

1.4.2. Objetivos específicos 17

1.5. HIPÓTESIS..... 17

1.5.1. Hipótesis general..... 17

1.5.2. Hipótesis específicas 17

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES..... 18

2.2. MARCO TEÓRICO 23



2.2.1. Condiciones Operativas del Sistema de Transformación	23
2.2.2. Pruebas durante la explotación	23
2.2.3. Relación de Transformación	24
2.2.4. Pruebas de Relación de Transformación.....	24
2.2.5. Las Perdidas Eléctricas – Tangente Delta.....	24
2.2.6. Pruebas de Resistencia de Aislamiento.....	24
2.2.7. Inspección física de instalaciones	25
2.2.8. Nivel de cargabilidad	26
2.2.9. Carga cíclica normal	26
2.2.10. Perdidas en el sistema de Transformación.....	26
2.2.11. Demanda	27
2.2.12. Sobrecargas en Transformadores	28
2.2.13. Demanda de energía eléctrica	28
2.2.14. La planificación, la planeación o el planeamiento.....	29
2.2.15. Proyección de la Demanda.....	30
2.2.16. Factores de influencia en la demanda de energía.....	31
2.2.17. Métodos de proyección de la demanda de energía	32
2.2.18. Calidad de Energía	33
2.2.19. Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos	35

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1.1. Tipo de investigación.....	36
3.1.2. Nivel de investigación.....	36
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36



3.2.1. Población.....	36
3.2.2. Muestra	37
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	37
3.3.1. Técnicas de recolección de datos	37
3.3.2. Instrumentos.....	37
3.4. DISEÑO METODOLÓGICO DE CADA OBJETIVO PLANTEADO.....	37
3.5. ÁMBITO DE ESTUDIO Y APLICACIÓN	38
3.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
3.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	39
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. DESEMPEÑO OPERATIVO DEL SISTEMA DE TRANSFORMACIÓN.....	40
4.1.1. Relación de Transformación – TP 0102	40
4.1.2. Perdidas Eléctricas – Tangente Delta - TP 0102	41
4.1.3. Pruebas de Resistencia de Aislamiento - TP 0102.....	41
4.2. CONDICIONES DE CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA	42
4.3. PROYECCIONES ESTADISTICAS DE LA DEMANDA.....	44
4.3.1. Características	44
4.3.2. Prueba de Validez Estadística	45
4.3.3. Modelo de mínimos cuadrados ordinarios con Gretl.....	45
4.4. COMPORTAMIENTO DEL INDICADOR DE CALIDAD DE TENSIÓN.....	50
4.5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	51
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. RECOMENDACIONES	54



VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS.....	62

Área : Ingeniería Eléctrica

Tema : Subestaciones de Transformación

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 23 de diciembre del 2022



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Exceso de oferta & demanda	29
Figura 2: Diagrama de intervalo de tiempo vs proyección de la demanda	30
Figura 3: Gráfico de la Normalidad de Residuos	46
Figura 4 : Grafica de predicción modelo 1	49
Figura 5: Grafica de predicción modelo 2	50
Figura 6: Comportamiento de los niveles de tensión de la barra - 60 kV, Fase R	50
Figura 7: Comportamiento de los niveles de tensión de la barra - 60 kV, Fase S.....	51
Figura 8: Comportamiento de los niveles de tensión de la barra - 60 kV, Fase T	51



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Identificación de variables	39
Tabla 2: Identificación de variables	39
Tabla 3: Resultados de las Pruebas de Relación de Transformación	40
Tabla 4: Pruebas de Pérdidas Dieléctricas - Tangente Delta Transformador TP 0102	41
Tabla 5: Resultados de las pruebas de resistencia de aislamiento de las bobinas del transformador	42
Tabla 6: Los resultados estadísticos descriptivos del comportamiento de los niveles de cargabilidad - SET Bellavista.....	43



INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Diagrama unifilar de esquema de operaciones del sistema de Transformación SET Bellavista.....	62
Anexo 2: Registro de datos del Centro de Control de la Subestación Bellavista (Muestra)	63
Anexo 3: Protocolos de pruebas de relación de transformación de los Transformadores TR 7/9 y 5.5 MVA	67
Anexo 4: Protocolos de pruebas de Tangente Delta de los Transformadores TR 7/9 y 5.5 MVA.....	69
Anexo 5: Protocolos de pruebas de resistencia de aislamiento de los Transformadores TR 7/9 y 5.5 MVA	71
Anexo 6: Panel Fotográfico de las instalaciones del sistema de transformación de la Subestación Bellavista - Puno	73



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

kV:	Kilo Voltio
AT:	Alta Tensión
MT:	Media Tensión
BT:	Baja Tensión
kW:	Kilo Watts
MW:	Mega Watts
SED:	Sub estación de distribución
SET:	Sub estación de transformación
ELPU:	Electro Puno S.A.A.
LCE:	Ley de Concesiones Eléctricas
RLCE:	Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas
CNE:	Código Nacional de Electricidad
DGE:	Dirección General de Electricidad
OSINERGMIN:	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería



RESUMEN

El Perú como cualquier país por múltiples factores , en los últimos años ha tenido un notable crecimiento en sus indicadores económicos, éste crecimiento también se desarrolla casi al mismo nivel el crecimiento de la demanda de energía eléctrica, por lo que se ha tenido la necesidad de realizar diversos mejoramientos en diferentes zonas del país, este fenómeno no deja fuera a la subestación de Bellavista, puesto que no se cuenta con un real diagnóstico del estado operativo del sistema de transformación, que pueda permitir tomar decisiones para mejorar las condiciones de cargabilidad del sistema de transformación, con la finalidad de mantener a niveles adecuados los diversos parámetros eléctricos que denotan la calidad en el servicio eléctrico y así poder satisfacer las necesidades de la población. El presente proyecto de investigación, tiene como objetivo de Evaluar el desempeño operativo del sistema de transformación 60/10.0 kV, de la SET Bellavista – Puno, en la investigación se desarrolló la estadística descriptiva y predictiva según cada objetivo planteado, como resultados a través del análisis documental y datos de archivos se logró probar la hipótesis en el que el desempeño operativo del sistema de transformación 60.0/10.0 kV, de la SET Bellavista - Puno, se encuentran en condiciones aceptables, incluso en la determinación de pronóstico para los próximos años, 2022-2024 dentro de la capacidad de la demanda del sistema de transformación, teniéndose en cuenta de su utilidad que aportará a otorgar mayores perspectivas de evaluación a los estudios y propuestas planteadas al sistema de transformación 60/10.0 kV, de la SET Bellavista.

Palabras Clave: Cargabilidad, Calidad de Tensión, Demanda de Energía, Perdidas de potencia, Sistema de Transformación.



ABSTRACT

Peru, like any other country, due to multiple factors, has had a notable growth in its economic indicators in recent years, this growth is also developed almost at the same level as the growth in the demand for electricity, so there has been the need to make various improvements in different areas of the country, this phenomenon does not leave out the Bellavista substation, since there is no real diagnosis of the operative state of the transformation system, which could allow making decisions to improve the loadability conditions of the transformation system, with the purpose of maintaining at adequate levels the diverse electric parameters that denote the quality of the electric service and thus be able to satisfy the needs of the population. The objective of this research project is to evaluate the operating performance of the 60/10.0 kV transformer system of the Bellavista - Puno SET. In the research descriptive and predictive statistics were developed according to each objective, as results through the documentary analysis and data files it was possible to test the hypothesis in which the operational performance of the transformation system 60.0 / 10.0 kV, of the SET Bellavista - Puno, they are in acceptable conditions, including in determining the forecast for the next years, 2022-2024 within the capacity of the demand of the transformation system, taking into account its usefulness that will contribute to give greater perspectives of evaluation to the studies and proposals made to the 60/10.0 kV transformation system of the Bellavista SET.

Keywords: Loadability, Voltage Quality, Energy Demand, Power Losses, Transformer System.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, el sistema eléctrico se ha ido generalizando en todo el país, lo que a su vez ha significado una mayor demanda de energía eléctrica tanto de usuarios libres como regulados, clientes libres y más importante, de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, aunque existen pronósticos o previsiones de demanda de energía eléctrica, pero la demanda debe ser satisfecha con calidad y suficiente capacidad de suministro para evitar escasez y sobreproducción de energía por parte de las empresas distribuidoras y posibles negociaciones de contratos. Además de diversas aplicaciones, la disponibilidad de datos de demanda de potencia casi reales permite el análisis técnico de los equipos eléctricos en funcionamiento, lo que ayudará a evitar posibles cortes o apagones por exceso de demanda o sobrecarga de estos equipos eléctricos. Por tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar el desempeño operativo del sistema de transformación SET Bellavista - Puno 60/10.0 kV, considerando que la energía eléctrica es uno de los principales vectores energéticos, su producción, transmisión y distribución fuera de sus correspondientes subestaciones, todos son muy importantes. Por lo tanto, el sistema de conversión de energía es una de las claves del sistema, especialmente por la singular situación de suministro eléctrico de la subestación Bellavista, que es fundamental para mantener la continuidad de sus servicios. En concreto, estas instalaciones son las unidades de control e interconexión en el punto de encuentro de la red a través de la cual se realizará la transferencia de energía. Además, la propia subestación se encarga de realizar la transformación de la tensión de nivel inferior para su posterior distribución, desarrollándose en el trabajo los siguientes objetivos: evaluar el desempeño operativo del sistema de transformación 60/10.0 kV, de la SET Bellavista - Puno, determinar las condiciones de cargabilidad de los transformadores en la SET Bellavista 60/10.0 kV,



realizar un estudio de la proyección de la demanda máxima y determinar el índice de crecimiento anual asociados a la SET Bellavista – Puno y establecer la situación real del comportamiento del indicador de calidad de tensión en las barras de 60 y 10 kV de la SET Bellavista Puno.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Ciudad de Puno en su barra de 60 KV administrada por la Empresa Regional de Servicio de Electricidad de Puno - Electro Puno S.A.A., es la principal fuente de alimentación del sistema de distribución. En la barra mencionada se lleva el control de perfil de carga diario, sin embargo no se cuenta con un real diagnóstico del estado operativo del sistema de transformación, que pueda permitir tomar decisiones para mejorar las condiciones de cargabilidad del sistema de transformación, por tanto la Evaluación del desempeño operativo del sistema de transformación 60/10.0 kV, de la SET Bellavista – Puno, permitirá la verificación de las condiciones reales operativas del sistema de transformación, a partir de información de variables y su respectivo análisis estadísticos, dado que ya se cuenta con planes y proyectos que aseveran la criticidad del sistema.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

PREGUNTA GENERAL

¿Cuál será el real estado operativo del sistema de transformación 60/10.0 kV, de la SET Bellavista – Puno?

PREGUNTAS ESPECÍFICAS

- ¿Cuáles son las condiciones de cargabilidad de los transformadores en la SET Bellavista 60/10.0 KV?



- ¿En qué medida evoluciona los indicadores de la demanda Máxima en el sistema de transformación 60/10.0 kV, de la SET Bellavista?
- ¿Cómo se comporta el sistema de transformación en la SET Bellavista respecto al indicador de calidad de Tensión en las barras de 60 y 10 kV?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta que la electricidad es uno de los principales vectores energéticos y su generación, transmisión y distribución además de sus correspondientes subestaciones de transformación, son muy importantes. Los Sistemas de Transformación eléctrica son, por tanto, una de las claves de este sistema, en especial la subestación de Bellavista para el caso único en el suministro, siendo indispensable mantener la continuidad de su servicio. Con la evaluación o diagnóstico del sistema del presente trabajo mostrará el real estado del sistema de transformación, que ayudará a tomar mejores decisiones en la intervención de la subestación por parte de la concesionaria, puesto que según los antecedentes de estudios sobre la SET Bellavista, estos muestran una alta criticidad del sistema, considerando la determinación las condiciones de cargabilidad de los transformadores en la SET Bellavista, Realizar un estudio de la proyección de la Demanda Máxima y determinar el índice de crecimiento anual asociados a la SET Bellavista – Puno, y el establecer la situación real del comportamiento del indicador de calidad de tensión en las barras de 60 y 10 kV de la SET Bellavista Puno.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el desempeño operativo del sistema de transformación 60/10.0 kV, de la SET Bellavista – Puno.



1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las condiciones de cargabilidad de los transformadores en la SET Bellavista 60/10.0 KV
- Realizar un estudio de la proyección de la Demanda Máxima y determinar el índice de crecimiento anual asociados a la SET Bellavista - Puno.
- Establecer la situación real del comportamiento del indicador de calidad de tensión en las barras de 60 y 10 kV de la SET Bellavista Puno.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

El desempeño operativo del sistema de transformación 60/10.0 kV, de la SET Bellavista - Puno, se encuentran en condiciones aceptables, incluso en la determinación de pronóstico para los próximos años, 2022 - 2024, contrario a los estudios existentes.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Las condiciones de cargabilidad de los transformadores en la SET Bellavista 60/10.0 KV, se encuentran por debajo de los valores, para ser considerados como equipos con sobrecarga.
- El crecimiento de la Demanda Máxima y su pronóstico de crecimiento para los próximos 02 años. proveerán de información correcta para la implementar planes de mejora en el sistema.
- El perfil de tensión en las barras de 60 y 10 kV de la SET Bellavista Puno, muestran un comportamiento muy variado que requiere necesariamente de un control y regulación automática para mantener los valores de tensiones dentro de los estándares de calidad según la NTCSE.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Cervantes (2022), en su trabajo de tesis presentado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, sobre la “Programa de cálculo para la velocidad de envejecimiento de los transformadores convencionales en el sector de distribución típico 1, Miraflores”, cuyo propósito fue de presentar una propuesta para mejorar y prever el sobrecalentamiento de los transformadores convencionales del distrito de Miraflores, la vida del aislante sólido de papel, determina la vida útil del transformador, según el cálculo de la vida consumida conforme a las Guías de Carga de IRAM e IEEE, considerando sólo el mecanismo de degradación térmica (pirolisis) del papel aislante para la determinación de la pérdida de vida del transformador, aplicando el modelo de Arrhenius-Dakin o Montsinger.

Torobeo y Flores (2021), en su trabajo de tesis desarrollado con el propósito en analizar los niveles de cargabilidad en las redes de Media Tensión con un horizonte al año 2025, realizó la predicción de la demanda utilizando los perfiles de carga de usuarios de la zona de estudio, para así realizar una evaluación planteando una nueva y mejor alternativa, mediante el uso de un software para simular el flujo de potencia del alimentador DO 04, proponiéndose una alternativa que permita un adecuado abastecimiento de energía para cubrir el suministro de la Demanda al año 2025 de manera oportuna y confiable.

Cornejo (2021), en su investigación de tesis sobre “Reconfiguración del sistema eléctrico de la ciudad de Puno usando la técnica de optimización binaria por enjambre de partículas para reducir la sobrecarga de la S.E. Bellavista”, presentada en la Universidad



Nacional de San Agustín de Arequipa, efectuado con el propósito principal de Proponer una metodología para reconfigurar la red de distribución eléctrica de la ciudad de Puno que llevará a minimizar las pérdidas en la red ocasionadas por el efecto Joule, mejorar el perfil de tensiones y como consecuencia a reducir la sobrecarga de la subestación Bellavista., sobre los resultados, la reconfiguración permitió la eliminación de la sobrecarga del transformador T101 en la subestación Bellavista como se muestra en la tabla 5.11, donde se ve que la potencia antes de la reconfiguración era de 5.72 MVA para una cargabilidad del 105.2% y después de la reconfiguración la potencia es de 4.92 MVA para una cargabilidad de 91.08%.

Huamán (2021), en su trabajo de tesis presentado en la Universidad Cesar Vallejo, sobre la “Elaboración de plan de mantenimiento de subestación de potencia para mejorar la disponibilidad, caso de S.E. 7 MVA 60/10 kV.”, cuyo finalidad fue de elaborar un plan de manteniendo predictivo, preventivo y correctivo de una Subestación eléctrica de potencia, con el propósito de aumentar su confiabilidad y disponibilidad, cuyos resultados de la determinación de la causa raíz, de las principales fallas que se presentan en la subestación eléctrica de potencia, se obtiene que son las relacionadas con la humedad subterránea para los cables enterrados, así como las raíces de los árboles y los animales subterráneos como los roedores, pero también debemos de tener en cuenta, el polvo en suspensión por las calles no asfaltadas de la ciudad de Lambayeque, así como los niveles de limpieza necesarios para evitar la disminución de la longitud de fuga, y los correspondientes cortocircuitos.

Eduardo (2021), en su trabajo de tesis presentado en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, sobre la “Implementación de Bancos de Compensación Capacitiva 2 X 7mvar en 60kv en la Subestación Puno”, cuyo propósito fue de lograr la correcta implementación de los bancos de compensación capacitiva 2 x 7 MVAR en la



barra de 60 kV en la subestación Puno los cuales mejoran los niveles de tensión y la capacidad de transmisión de potencia en el área, lográndose describir la lógica de operación con la cual operan las bahías instaladas, considerando estas debían cumplir ciertas condiciones para poder conectarse y/o desconectarse del sistema.

Salamanca et al (2021), en su investigación de tesis sobre “Monitoreo en línea de transformadores de potencia. Una revisión crítica de sensores de temperatura, humedad del aceite y gases disueltos”, presentada en la Revista Tecnología en Marcha, efectuado con el propósito principal de realizar una revisión crítica de tres de los sensores en línea más importantes para la operación y funcionamiento del transformador, como lo son: temperatura, humedad del aceite y gases disueltos, sobre los resultados, plantean que es importante tener en cuenta factores como las condiciones operativas, su nivel de criticidad en la red eléctrica, la ubicación geográfica del activo y el nivel de automatización y monitoreo que se requiere, para conocer la condición del transformador de potencia, han sido integradas a las tecnologías de medición en línea tales como análisis de gases disueltos, temperatura del transformador y la humedad del aceite.

Cruz (2020), en su investigación de tesis sobre “Propuesta de implementación de un procedimiento de pruebas eléctricas a transformadores de medida de las subestaciones eléctricas de transmisión de 60 kV de Luz del Sur”, presentada en la Universidad Tecnológica del Perú, efectuado con el propósito principal de analizar detalladamente como influye el factor de potencia y capacitancia ya que estos son parámetros primordiales en las pruebas eléctricas a transformadores de medida. Así como también establecer los demás parámetros de medición y las consecuencias de no considerar la humedad, temperatura y polución en el procedimiento propuesto, sobre los resultados, se obtuvo resultados confiables en las mediciones, el cual permitió realizar un buen diagnóstico y por ende en parte mejorar la calidad del servicio eléctrico que brindan las



Subestaciones Eléctricas de Transmisión de 60kV de Luz del Sur y de esta manera evitar los cortes de servicio eléctrico no programados.

Cubas y Noé (2019), en su investigación de tesis sobre “Cargabilidad del Transformador de Potencia (20 MVA) de la Subestación Nueva Jaén y los Alimentadores De 22.9 kV Jaén - Perú”, presentada en la Universidad Nacional de Jaén, efectuado con el propósito principal de Evaluar la cargabilidad del transformador de potencia de 20 MVA, de la subestación Nueva Jaén y sus alimentadores en 22.9 kV Jaén - Perú, sobre los resultados, El Transformador de Potencia y el alimentador de 22.9 kV de la subestación de potencia Nueva Jaén, se encuentra trabajando sobre su capacidad máxima de diseño, mostrada en su placa del transformador.

Martínez (2018), en su investigación de tesis sobre “Diagnóstico de Transformadores de Corriente y de Potencial a Partir de la Evaluación y Análisis de Resultados de Pruebas tesis”, presentada en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, efectuado con el propósito principal de Elaborar un documento que contenga la información necesaria para diagnosticar correctamente transformadores de tensión y de corriente a partir de los resultados de pruebas, sobre los resultados, se plantearon que a partir del error de relación y el desfase, es posible determinar inicialmente el estado del transformador de instrumentación, las demás pruebas ayudan a definir con más detalle el componente del transformador defectuoso.

Cueva e Isidro (2018), en su trabajo de tesis presentado en la Universidad Nacional del Callao, sobre la “Ingeniería Básica y de Detalle como Factor de Gestión en las Subestaciones de Transmisión (SET), Caso: SET Cantera 220/60 kV”, cuyo propósito fue de presentar las mejoras de Implementar un modelo de Gestión utilizando la Ingeniería Básica y de Detalle para la SET Cantera 220/60 kV, resultando del trabajo que



para evaluar la configuración y tipo de sistema de puesta a tierra (SPAT) existente y proyectado en los patios de 220 kV y 60 kV de la SET Cantera, se realizó la medición de la resistividad eléctrica del terreno en el área dentro de la SET Cantera, que por medio de otras herramientas se logró determinar el valor de la resistividad aparente del terreno.

Holguin y Villacob (2017), en su investigación de tesis sobre “Seguimiento a los Factores Incidentes en la Vida Útil de Transformadores de Distribución Tipo Poste en la Ciudad de Barranquilla”, presentada en la Universidad de la Costa, efectuado con el propósito principal de Desarrollar un modelo de seguimiento para evaluar las fallas incidentes en transformadores de distribución tipo poste en la ciudad de barranquilla, sobre los resultados, se caracterizaron los factores que inciden en la vida útil de los transformadores entre los cuales se destacan las fallas en devanados, sobrecarga, sobretensión, humedad, punto de caliente, y falla por desconocimiento técnico.

Urquiza (2017), en su investigación de tesis sobre “Aportaciones al diagnóstico de transformadores de potencia mediante el análisis de compuestos furánicos en el aceite”, presentada en la Universidad Carlos III de Madrid, efectuado con el propósito principal de mejorar el diagnóstico del estado del transformador, mediante la generación de modelos matemáticos y del análisis estadístico de resultados de análisis realizados a transformadores en servicio, sobre los resultados, plantea que los parámetros del modelo dependen de la temperatura, así mismo de otros factores como son el contenido en oxígeno del aislamiento y la humedad.

Cáceres (2017), en su investigación de tesis sobre “Análisis Físicoquímico y Cromatógrafo en Transformadores de Potencia y de Distribución en la Planta de Licuefacción de Gas Melchorita - Perú LNG”, presentada en la Universidad Nacional del Altiplano, efectuado con el propósito principal de Determinar los efectos de cada análisis



fisicoquímico y cromatógrafo en el funcionamiento del transformador, sobre los resultados, se plantea que El mantenimiento preventivo del transformador es esencial para un alargamiento de su vida útil.

Tenbohlen et al. (2016), en su trabajo de investigación presentado en la Revista Energies, sobre la “Mediciones de diagnóstico para transformadores de potencia”, cuyo propósito fue de presenta el estado y las tendencias actuales de las diferentes técnicas de diagnóstico de los transformadores de potencia. Aporta elementos tutoriales importantes, respaldados por estudios de casos, resultados y algunos análisis. La amplitud y las mejoras de las técnicas de diagnóstico presentadas demuestran que el transformador de potencia ya no es una caja negra que no permite ver su estado interno. Es posible realizar una evaluación fiable y precisa de su estado, lo que conduce a estrategias de mantenimiento más eficaces.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Condiciones Operativas del Sistema de Transformación

Evaluar el desempeño o comportamiento de un equipamiento, no es posible de separar de los aspectos operativas de los aspectos ambientales, estos dos determinan el estado operacional de un equipo a lo largo del tiempo, basándose en estándares de ejecución de la organización y a niveles de seguridad y calidad que supervisa el ente regulador. (Grupo de Investigación, 2020)

2.2.2. Pruebas durante la explotación

Los ensayos generales que se efectúan a los transformadores de potencia entre otros son: pruebas de relación de transformación, ensayo de aislamiento, ensayo de calentamiento, ensayo de medida de la resistencia óhmica de los circuitos, los sistemas



de transformación requieren atención especial para los ensayos de las características particulares. (Pazmiño, 2011)

2.2.3. Relación de Transformación

La Relación de Transformación es el valor que está determinado por el cociente de las variables de la tensión en el bobinado del lado primario y la variable de la tensión en el bobinado secundario. (Condori, 2021)

2.2.4. Pruebas de Relación de Transformación

Las pruebas de la relación de transformación, se efectúa a voltaje nominal o menor y a frecuencia nominal o mayor, la prueba se realiza para todas las fases en conjunto aplicando un voltaje simétrico, de tratarse de transformadores con derivaciones, la medición se debe realizarse en todas sus derivaciones. (Pazmiño, 2011)

2.2.5. Las Perdidas Eléctricas – Tangente Delta

El sistema de medición de tangente delta y capacitancia es un método de diagnóstico de aislamiento muy conocido e importante, ya que permite identificar oportunamente la condición del aislamiento y su evolución en el tiempo, la cual se ve afectada por las condiciones de operación. (Guerrero, 2019)

2.2.6. Pruebas de Resistencia de Aislamiento

Determinar la cantidad de humedad e impurezas que contienen los aislamientos del transformador, la prueba de resistencia de aislamiento se puede realizar ya sea en fábrica y/o en campo, posterior a que el transformador haya culminado su proceso de secado y se encuentra a una temperatura ambiente entre 0 °C y 40 °C. La prueba se efectúa con un aparato conocido como medidor de resistencia de aislamiento o megóhmetro y comúnmente pero erróneamente llamado “MEGGER”, a una tensión de 1000 V, durante 10 minutos, el análisis de resultados se realiza con los valores obtenidos y corregidos a



20 °C; El criterio de aceptación ó de rechazo es fijado por el fabricante. (Andres et al., 2007)

Según Osorio (2014), los transformadores deben soportar la tensión nominal y las sobretensiones en el sistema, es por esto que los Transformadores deben tener un nivel básico de aislamiento (NBA), correspondiente a la tensión nominal del sistema en el cual van a operar. De acuerdo a la IEEE, el valor del NBA se selecciona en base a la tensión nominal del sistema considerando los siguientes aspectos:

- Tensión aplicada.
- Tensión a Frecuencia Nominal húmeda durante 10 seg.
- Tensión de impulso.
- Distancia Mínima de longitud de Fuga por contaminación.

2.2.7. Inspección física de instalaciones

Se define como la observación del estado físico y funcionamiento de las instalaciones y equipos instalados en las subestaciones, y se debe realizar con una periodicidad para la inspección minuciosa. La inspección no debe de ser limitativa, en caso que cuando se realice se detecte alguna parte o equipo con alguna deficiencia o anomalía se deberá de informar de forma inmediata y prever siempre su disponibilidad. Esta inspección debe de consistir en la observación y la verificación a detalle de los diferentes componentes de la subestación considerando la integridad de los componentes como: obras civiles, electromecánicas, parámetros operativos, estado y condiciones físicas de cada equipo de la subestación. (Sanchez et al., 2007)



2.2.8. Nivel de cargabilidad

La cargabilidad de un transformador de potencia es un parámetro de tipo eléctrico. Que se define como Límite térmico determinado por la capacidad de corriente que cuenta un transformador de potencia. (Cubas & Noé, 2019)

2.2.9. Carga cíclica normal

Está relacionado con los valores de la temperatura o el nivel de corriente que se encuentra por encima de las establecidas durante una proporción de ciclo de carga, que, desde el punto de vista del envejecimiento térmico relativo del transformador, que es igual a la carga asignada a la temperatura de ambiente normal. Esto se debe a que, a lo largo del ciclo de 24 h, se compensa con los valores de carga que son menores a la asignada y a temperaturas menores a la del ambiente de referencia. (Grisales, 2017)

2.2.10. Pérdidas en el sistema de Transformación

Las pérdidas en un sistema eléctrico, por ende, una subestación o un transformador de potencia esta dada por la cantidad de kilovatios-hora consumidos por la red para transmitir electricidad. Se miden como la diferencia entre la energía que ingresa al sistema y la energía entregada por el sistema durante un período de tiempo. Las pérdidas tienen dos costos: uno es el costo de la energía, que es el valor de los kilovatios-hora perdidos, y el otro es el costo de la electricidad, que es el costo de proporcionar energía adicional al sistema de transporte. (Dutan, 2014)

Según espinoza (2018), las pérdidas totales de potencia en un transformador consisten en la suma de las pérdidas en vacío o pérdidas en hierro y con carga (PLL), también conocidas como pérdidas en cobre, estas últimas definidas como (5) donde, a diferencia de (2), el transformador puede decirse que es esencialmente operativo.



$$P_{LL} = P_{I^2R} + P_{EC} + P_{OSL}$$

Dónde:

P_{I^2R} : Pérdidas óhmicas.

P_{EC} : Pérdidas por corrientes de Eddy

P_{OSL} : Pérdidas adicionales.

2.2.11. Demanda

La demanda eléctrica se caracteriza por los diferentes usos de los consumidores, condiciones climáticas, etc. Mediante esquemas podemos identificar la hora punta y horas fuera de punta respectivamente. (Muñoz, 2017)

Conforme a lo desarrollado por Cervantes et al. (2016), la cantidad demandada y la demanda son diferentes, donde la demanda es el acto de pedir bienes y/o servicios de acuerdo a diferentes precios y periodos de tiempo, se puede decir que existe una diferencia significativa entre los valores de la demanda actual y la anterior, del mismo modo, la cantidad demandada es el acto de pedir bienes y/o servicios el acto de pedir por un precio determinado o por un tiempo determinado. La función de demanda tiene la propiedad de que puede expresarse como una función lineal, el eje de coordenadas representa la cantidad demandada del producto relevante y el eje horizontal representa el precio o período del producto relevante.

El pronóstico de la demanda también, toma en cuenta el comportamiento de la demanda de energía en los días pasados, como se mencionó líneas arriba, existen similitudes del comportamiento de la demanda, entre días de la semana anterior y día anterior al día el cual se realizará el pronóstico. (Zambrano, 2016)



2.2.12. Sobrecargas en Transformadores

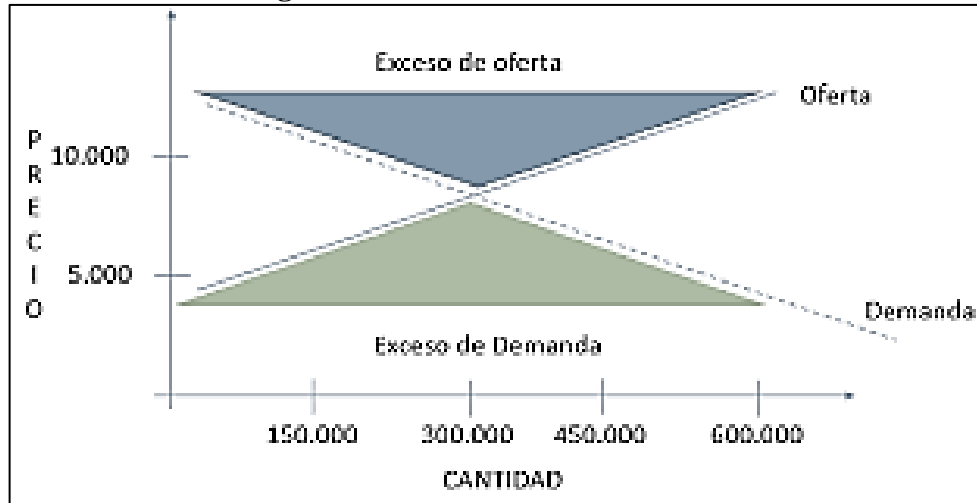
Según la norma IEC 60076-2, los transformadores se caracterizan por su potencia nominal, antes llamada potencia nominal, es decir, potencia hasta la temperatura extrema. Esta potencia es el producto del voltaje nominal y la corriente nominal o nominal, los cuales se enumeran en la placa de identificación del transformador. La sobrecarga del transformador se denomina cuando el transformador suministra una corriente mayor a la carga que su corriente nominal y, por lo tanto, excede la temperatura especificada por un tiempo más largo o más corto. (Qianqian, 2015)

2.2.13. Demanda de energía eléctrica

La demanda de energía en el sistema, es decir, la demanda de energía en toda el área de concesión o un sistema eléctrico, se presenta como la cuantificación total y su porcentaje de aumento de la demanda por año, también definida como la cantidad de potencia que un sistema consume en cualquier instante el mismo que es una variable en el tiempo. Dicho de otra forma: la demanda de una instalación eléctrica en los terminales receptores, tomada como un valor medio en un intervalo determinado. (Palma, 2015)

Cuadrado & Ramos (2010), según lo planteado en su trabajo, la electricidad se posiciona como una “fuente de energía secundaria” porque proviene de fuentes de energía primaria: térmica, hidroeléctrica, nuclear y renovables. La electricidad depende de fuentes de energía primaria, que en muchos casos no se pueden almacenar o son prohibitivamente costosas de almacenar. Si teóricamente los dispositivos e instrumentos pudieran adaptarse para trabajar con energía primaria, estas adaptaciones no serían posibles a corto plazo. Lo anterior hace que los mercados o sistemas eléctricos sean especiales, tales como:

Figura 1: Exceso de oferta & demanda



Fuente: Cuadrado & Ramos (2010)

En la figura N° 1 arriba mostrada, sobre el excedente de oferta y demanda se representa de forma teórica, el que permite analizar el comportamiento del mercado eléctrico. El excedente, representa el valor normal de mercado eléctrico, el área de la región sombreada representa las reservas existentes del almacenamiento y la energía del mercado eléctrico. Aclarando que es la energía producida, no consumida inmediatamente, y también se debe aclarar que la electricidad es un servicio que no es factible de acumular a precios razonables, hasta el momento, contrario a esto resultaría en costos muy elevados. El exceso de demanda, de otro lado, representa la demanda que es insatisfecha vista en el área sombreada que es el valor en los mercados tradicionales. (Cuadrado & Ramos, 2010).

2.2.14. La planificación, la planeación o el planeamiento

Esta es una definición básica que incluye un proceso metódico dirigido a lograr ciertos objetivos en términos de tiempo, sector, estrategia, táctica y actividades para incluir un objetivo estratégico con políticas, normas y planes. Finalmente, la planificación es el último ejemplo de toma de decisiones políticas que debe tener en cuenta las diversas variables que influyen en ella, tanto políticas o económicas como sociales y culturales, y

estas son muchas veces las variables que determinan una toma de decisiones exitosa. planificar en un grado superior.

2.2.15. Proyección de la Demanda

El método utilizado para pronosticar el consumo de energía y la demanda punta es el método recomendado por la Autoridad General de Electricidad el MINEM, el cual se basa en la determinación de una relación funcional creciente entre el consumo de energía de cada usuario privado (kWh/usuario) y el número estimado de usuarios. Esta relación confirma cada año que la expansión de las ciudades por el crecimiento de la población está íntimamente relacionada con el desarrollo de actividades productivas que conducen a mayores niveles de ingreso y, por ende, de consumo eléctrico per cápita. habitante. (Zambrano, 2016)

Figura 2: Diagrama de intervalo de tiempo vs proyección de la demanda



Elaboración propia

2.2.15.1. Proyección a largo plazo

La proyección de energía y de la demanda de potencia para un sistema eléctrico o una red de concesión eléctrica en el largo plazo es considerada a la determinación de las



proyecciones mayores a 5 años, con el objetivo de realizar una planificación óptima de un sistema eléctrico. (Palma, 2015)

2.2.15.2. Proyección a mediano plazo

La proyección de energía a mediano plazo, se basa en pronósticos de electricidad de un mes a un año, y los pronósticos de demanda de energía a mediano plazo pueden variar de semanas a meses a cinco años. Es fundamental para la planificación de la compra de combustible, la ejecución de los principales programas de mantenimiento de plantas de producción, la coordinación y ejecución de contratos de compra/venta de energía. (Orellana, 2012)

2.2.15.3. Proyección a corto plazo

La proyección y/o pronóstico de energía de corto plazo, está definido para un período de un día a un mes, este tipo de pronóstico es útil para los operadores de los sistemas eléctricos, ya que necesitan realizar diversas funciones, como despacho económico, programación de transferencia de energía y control en tiempo real. Este tipo de pronóstico es crítico para los operadores del sistema eléctrico, ya que los pronósticos conservadores o altos pueden generar pérdidas financieras. (Fernández, 2014)

2.2.16. Factores de influencia en la demanda de energía

La demanda de energía eléctrica es influenciada por varios factores tales como: factores climatológicos, temporales y económicos. El número de variables a utilizarse dependerá de la naturaleza o grado de precisión que requiera el pronóstico, dicho esto las variables a utilizarse deben ser seleccionadas y tratadas con atención. Anteriormente, la proyección de la demanda se sobrestimaba, lo que conllevaba la elaboración de pronósticos con un alto grado de error, dando como consecuencia inversión y crecimiento

de infraestructura eléctrica que no es aprovechada íntegramente en la actualidad.
(Cuadrado & Ramos, 2010)

2.2.17. Métodos de proyección de la demanda de energía

Se desarrolla a continuación los principales métodos de proyección de la demanda de energía:

2.2.17.1. Método de regresión lineal

Según Palma (2015), la regresión lineal es un método donde el valor de una variable de interés puede ser expresado mediante la representación de una ecuación que involucra a otras variables denominadas exógenas. Dicho de otra forma, que el valor de la variable de interés o también denominada variable dependiente, es igual a una función en base a otras variables exógenas. Esto es:

$$Y = f(x, y, z, t) + \varepsilon(t)$$

Donde:

Y = Demanda de energía eléctrica.

x, y, t = Variables exógenas.

$\varepsilon(t)$ = Variables aleatorias con promedio cero y varianza constante.

2.2.17.2. Método econométrico

El método econométrico es utilizado con mayor frecuencia en pronósticos temporales largos y medios, en este modelo se combinan las técnicas econométricas y técnicas estadísticas, valorando las relaciones entre el consumo de energía y los factores que influyen sobre incremento o decremento. (Acevedo & Pimentel, 2014)

Según (Fernández, 2014), la teoría de los mínimos cuadrados, o también conocida como teoría de la regresión lineal, es uno de los métodos más utilizados. Comienza

representando la relación entre las variables económicas endógenas y las variables exógenas de forma lineal, de la siguiente manera:

$$Y = a_1 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n$$

Donde:

Y = Variable endógena, cuyo valor depende de las variables exógenas X_1 , hasta X_n .

El objetivo es lograr los valores de los parámetros desde a_1 hasta β_n .

2.2.18. Calidad de Energía

El satisfacer el consumo de electricidad con calidad para conseguirlo es necesario definir sus elementos y discriminar en relación a la calidad de la energía eléctrica ofrecida, la cual tiene dos características esenciales: Constancia de la tensión y Regularidad del suministro. Una vez establecidos estos puntos, el problema que se plantea al distribuidor de electricidad es minimizar sus costes, es decir, los precios que pagarán los abonados respetando las condiciones expuestas anteriormente y que normalmente son reguladas por el Estado. Por tanto, se trata de, respetando el interés general, encauzar a los usuarios a gastar lo menos posible para un servicio dado, lo que conduce a la conclusión de que la calidad de servicio hay que pagarla.

La calidad de la energía es fundamental porque determina el rendimiento del sistema, la vida útil del equipo, el programa de mantenimiento y, en última instancia, la sostenibilidad de la inversión. En algunos casos, las interrupciones o fallas en el suministro pueden afectar seriamente la línea de producción debido a la pérdida de materias primas y los costos asociados o daños permanentes. En otros casos, las consecuencias pueden no ser tan importantes ya que se pueden reutilizar las materias



primas, aunque también se pierde producción por paradas de equipos, reprogramación de procesos y pérdida de tiempo. Es importante que haya una conciencia creciente de la importancia de la calidad de la energía, especialmente a nivel profesional y técnico. (Crespo, 2018)

2.2.18.1. Calidad

El conjunto de características de una persona o cosa". El término "masa" ahora está tan extendido que su significado se extiende mucho más allá de las definiciones del diccionario. Con tales afirmaciones, es hora de mirar hacia atrás en la historia. El surgimiento de comunidades humanas crea un antiguo mercado entre productores y clientes. Aún no hay especificaciones. Dado que el fabricante, el comprador y los productos se encuentran al mismo tiempo, los problemas de calidad se pueden resolver con relativa facilidad. El comprador puede determinar en qué medida el producto o servicio satisface sus necesidades. (Espinoza & Beltrán, 2016a)

2.2.18.2. La tensión Eléctrica

La tensión o diferencia de potencial, incorrectamente llamado voltaje, es la cantidad física que dirige el flujo de electrones a lo largo de un conductor en un circuito cerrado, dando como resultado el flujo de corriente. La diferencia de potencial, también se define como el trabajo por unidad de carga que realiza un campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla de un lugar a otro. Se puede medir con un voltímetro. La unidad en el SI de la tensión eléctrica es el voltio (V), al igual que el potencial eléctrico. (Espinoza & Beltrán, 2016b).



2.2.18.3. La calidad de tensión

El estándar de calidad de tensión que debe recibir un suministro de energía eléctrica en corriente alterna en el punto de entrega de las instalaciones eléctricas de cada usuario, es el valor de la tolerancia que está definida por el 5% del total de Intervalos de Medición, que es % de desviación de la tensión nominal denotado por ΔV_k en valores porcentuales (%). (Mantari, 2019)

2.2.19. Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos

Aprobado mediante Decreto Supremo No. 020-97-EM, además de sus correspondientes reformas, la norma técnica para la calidad del servicio eléctrico, determinaron las bases para el modo y tipo de comunicación, y los lineamientos generales que debe cumplir la información, control y supervisión de la NTCSE en toda su amplitud.



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

Según Hernández et al. (2014), el estudio es de tipo No Experimental, en cuanto al enfoque Cuantitativo, por la necesidad del estudio, que necesita ser medido y evaluado, el alcance del fenómeno o problema planteado, en lugar de manipular o cambiar los elementos bajo estudio, y debido a que el estudio actual tiene como objetivo determinar los posibles efectos de las causas no manipulativas, desde el punto de vista del tratamiento de datos, la recopilación de datos históricos, es principalmente cuantitativa, utilizando tanto datos transversales como longitudinales.

3.1.2. Nivel de investigación

El presente trabajo corresponde a un estudio DESCRIPTIVO - PREDICTIVO, ya que se pretende describir y explicar las propiedades, características y funciones del comportamiento de los fenómenos que puedan presentar estas variables se utilizan en su operación para predecir la demanda de energía eléctrica y cabe mencionar que solo tiene como finalidad medir o recopilar información de las variables de forma individual o conjunta. (Hernández et al., 2014)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

En la presente investigación para objeto del presente estudio, se considera como población al Sistema Eléctrico Puno, administrado por la empresa de distribución y comercialización Electro Puno S.A.A.



3.2.2. Muestra

La muestra es representada por el sistema de transformación 60/10kv de la SET Bellavista, asociada al sistema eléctrico Puno. Instalado en la SET Bellavista el cual está ubicado geográficamente en la Av. Floral del distrito, provincia y región Puno.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

Para lograr con cada uno de los objetivos específicos, es necesario obtener los datos con la información necesaria para el desarrollo del presente trabajo de investigación, son las técnicas de Análisis documental y la Observación no experimental.

3.3.2. Instrumentos

Se basa en procesos dependientes de la información disponible y brindada por ELECTROPUNO S.A.A., siendo estos:

- Para el caso de análisis documental, el instrumento que se acostumbra utilizar es la ficha de registro de datos, reportes, estadísticas, entre otros generados por empresa eléctrica.
- La observación no experimental se ha realizado mediante del centro de control de la SET Bellavista de la empresa distribuidora concerniente a los parámetros operativos en tiempo real de los parámetros en las barras asociadas al Sistema de transformación Eléctrico y a los elementos que lo conforman, se adjuntan los protocolos de pruebas de las mediciones realizadas (Ver Anexos 4).

3.4. DISEÑO METODOLÓGICO DE CADA OBJETIVO PLANTEADO

Para analizar y procesar los datos se emplearán diferentes softwares como software libre estadístico Gretl, además de la utilización del Microsoft Office Excel, Word y Visio.



Iniciándose con la evaluación de las variables en cuanto a las tolerancias normativas y las especificaciones de los fabricantes, en cuanto a los niveles de aislamiento, tangente delta, y relación de transformación.

Sobre el nivel de cargabilidad se evaluará según a la capacidad máxima del sistema de transformación de cada uno de los transformadores de potencia de la SET Bellavista.

En cuanto al pronóstico del crecimiento de la demanda para los próximos 02 años, se realiza mediante la aplicación de la proyección estadística econométrica utilizando el software Gretl. Gretl, acrónimo de Gnu Regression, Econometric and Time Series que se traduce como Biblioteca Gnu de Regresión Econométrica y Series Temporales, software elaborado por Allin Cottrell en la Universidad Wake Forest, es un software de carácter libre, muy sencillo de utilizar. Que cuenta con acceso a bases de datos muy grandes y amplias, tanto de organismos públicos, como el Banco de España. (Victoria et al., 2008)

Sobre el perfil de tensión en las barras de 60 y 10 kV de la SET Bellavista, se realiza una evaluación de las variables en cuanto a las tolerancias normativas de la calidad de tensión.

3.5. ÁMBITO DE ESTUDIO Y APLICACIÓN

El ámbito de estudio será desarrollado en el Sistema Eléctrico Puno específicamente en el sistema de transformación de la Subestación de Transformación 60.0/10.0 kV Bellavista de la concesionaria de distribución ELECTROPUNO S.A.A., el cual se ubica en el distrito, provincia y región Puno.

3.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

En la tabla siguiente se muestra la identificación de cada una de las variables de estudio del presente trabajo.

Tabla 1: Identificación de variables

Variable	Tipo	Definición
Operación del Sistema de Transformación	Cualitativa	Condiciones Operativas del Sistema de Transformación
Cargabilidad de los transformadores	Cuantitativa	Capacidad del Transformador si está dentro del rango de carga que puede soportar.
Demanda máxima	Cuantitativa	Demanda máxima o pico de demanda en un sistema eléctrico es la demanda de energía eléctrica más alta consumida durante un período de tiempo
Calidad de tensión	Cuantitativa	El nivel de la tensión y sus tolerancias definen la calidad de tensión suministrado por las empresas eléctricas a sus clientes.

Elaboración propia

3.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 2: Identificación de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	MÉTODO(S)
V:1	Estado físico	Análisis Documental ELPU – observación no experimental del Centro de Control Bellavista - Diagnóstico de la SET
Condiciones Operativas del Sistema de Transformación	Nivel de cargabilidad promedio	
		Nivel de Perdidas en el sistema de Transformación
V.2:	Nivel de cargabilidad del transformador 1	Análisis Documental ELPU – observación no experimental del Centro de Control Bellavista - Diagnóstico de la SET
Cargabilidad del transformador 1		
Cargabilidad del transformador 2		
V.3:	Demanda máxima Transformador 1	Análisis Documental ELPU – observación no experimental del Centro de Control Bellavista - Diagnóstico de la SET
Demanda máxima	Demanda máxima Transformador 2	
	V.4:	Nivel de calidad de tensión barra 60 kV
Calidad de tensión	Nivel de calidad de tensión barra 10 kV	

Elaboración propia

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan y analizan los diferentes resultados logrados tanto en el desempeño operativo del Sistema de Transformación, las condiciones de cargabilidad de los transformadores de potencia, la proyección de la demanda de energía eléctrica, así mismo el comportamiento del indicador de calidad de tensión.

4.1. DESEMPEÑO OPERATIVO DEL SISTEMA DE TRANSFORMACIÓN

Para determinar desempeño operativo del sistema de transformación, se efectuó las pruebas al transformador de potencia con código TP 0102 de 5.5 MVA, específicamente la Relación de Transformación, las Perdidas Eléctricas – Tangente Delta y las Pruebas de Resistencia de Aislamiento y los resultados se analizan en adelante.

4.1.1. Relación de Transformación – TP 0102

La relación de transformación que es representado por el cociente del número de vueltas de la bobina primario y la bobina secundaria; que ayudará a verificar el funcionamiento del transformador y la tensión requerida en la bobina secundario. Los resultados de las Pruebas de Relación de Transformación aplicados al transformador, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: Resultados de las Pruebas de Relación de Transformación

PRUEBA DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN											
Fase	Tap	V prim. nom.	V sec. nom.	Ratio nom.	V prim.		V sec.		Ratio		I prim.
- w	5	60.94kV	10.0kV	3.5189 :1	34.79 V	0.00 °	94.93 V	0.00 °	3.526 :1	0.22%	-61.03 °
- v	5	60.94kV	10.0kV	3.5189 :1	34.91 V	0.00 °	94.99 V	0.00 °	3.525 :1	0.18%	79.32 °
- u	5	60.94kV	10.0kV	3.5189 :1	34.91 V	0.00 °	95.00 V	0.00 °	3.525 :1	0.18%	-147.66 °

Elaboración propia

Para cada una de las fases evaluadas en la prueba de relación de transformación, todas se encuentran en condiciones normales sin ninguna observación (conforme).

4.1.2. Pérdidas Eléctricas – Tangente Delta - TP 0102

La prueba de Tangente Delta, permite determinar con precisión las condiciones de los conductores. Los efectos generales del envejecimiento, como la humedad y la "deriva del agua", se pueden detectar y cuantificar, lo que convierte a esta medición en una herramienta ideal para comprender el estado del cable, los resultados de las pruebas del tangente delta se muestran a continuación:

Tabla 4: Pruebas de Pérdidas Dieléctricas - Tangente Delta Transformador TP 0102

PRUEBA DE PÉRDIDAS DIELECTRICAS (TANG DE DELTA)							
Card Type:	Tan Delta	V test	V meas.	I meas.	Frequency	Cp	DF
Mode:	UST-A	2500.00 V	2502 V	5.5781 mA	60.00 Hz	5.9099 nF	0.30%
Bandwidth:	5 Hz						
Averaging:	1	2500.00 V	2499 V	3.2834 mA	60.00 Hz	3.4849 nF	0.32%
K	1.01	2500.00 V	2499 V	2.2870 mA	60.00 Hz	2.4247 nF	0.27%
Temp. Oil	15.0 °C						
Temp. Ambient	15.0 °C						
Hum. Relat.	53.00%						

Elaboración propia

Los resultados de las Pruebas de Pérdidas Dieléctricas - Tangente Delta del Transformador de código TP 0102, de la subestación Bellavista, demuestran que las pruebas han encontrado los bobinados del transformador las condiciones operativas óptimas, que suman a poder concluir el buen estado operativo del sistema de transformación.

4.1.3. Pruebas de Resistencia de Aislamiento - TP 0102

Las pruebas de resistencia de aislamiento al sistema de transformación o cualquier sistema o equipo eléctrico, es una medida de la eficacia de la resistencia de aislamiento. Un mal aislamiento podría provocar desde la reducción del nivel de aislamiento,

consecuencia desencadenar un en el sistema cortocircuito, inclusive una descarga eléctrica o hasta un incendio, cuyos valores de resistencia de aislamiento, se adjuntan en la siguiente tabla:

Tabla 5: Resultados de las pruebas de resistencia de aislamiento de las bobinas del transformador

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		
Tensión Aplicada 5 KV	Alta VS Baja	Resultados
Alta VS Baja	32 500 M (Ω)	Conforme
Alta VS Masa	10 000 M (Ω)	
Baja VS Masa	2 250 M (Ω)	

Elaboración propia

De la tabla 5 arriba mostrada, podemos deducir de los valores de medición de la resistencia de aislamiento entre los distintos bobinados tanto entre Alta – Baja, Alta – Masa y Baja - Masa, en los tres casos se tiene valores óptimos.

Por tanto, de ver el análisis de los tres aspectos arriba presentados se puede aseverar que el desempeño operativo del sistema de transformación de la subestación de Bellavista tiene óptimas condiciones operativas.

4.2. CONDICIONES DE CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA

La cargabilidad de un transformador de potencia es un estudio eléctrico que será utilizado para determinar si la carga a conectar al transformador está dentro del rango de carga que puede llegar a soportar de acuerdo a sus especificaciones de diseño. Los resultados estadísticos descriptivos del comportamiento de los niveles de cargabilidad se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 6: Los resultados estadísticos descriptivos del comportamiento de los niveles de cargabilidad - SET Bellavista

Estadísticos		
Cargabilidad_SET		
N	Válido	2976
	Perdidos	0
Media		48,8098
Error estándar de la media		,21412
Mediana		49,3000
Moda		33,50 ^a
Desviación estándar		11,68080
Varianza		136,441
Asimetría		,359
Error estándar de asimetría		,045
Rango		45,22
Mínimo		30,33
Máximo		75,55
Suma		145257,91
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.		

Elaboración propia

En la evaluación de la cargabilidad, de 2976 registros de la base de datos de la SET Bellavista se tiene que el promedio de ésta variables es de 48.81%, el valor o registro máximo de 75.55% evaluado respecto de la Potencia Aparente útil del sistema de transformación que es de 14.5 MVA., lo que significa que la operación en cuanto a los niveles de cargabilidad se encontraría en un valor inferior al 24.55% de su capacidad nominal, esto representa que el sistema de transformación no tiene déficit u operación con sobre carga.



4.3. PROYECCIONES ESTADÍSTICAS DE LA DEMANDA

Para el modelamiento de la función econométrica se empleó el programa computacional de análisis econométrico Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library (GRET) el cual es un paquete de software para análisis econométrico escrito en el lenguaje de programación C. “Es software libre y de código abierto. Vd. puede redistribuirlo y/o modificarlo bajo los términos de la Licencia Pública General GNU(GPL) según se ha especificado por la Free Software Foundation”. (Cottrell & Lucchetti, 2022)

4.3.1. Características

Las características de la proyección se mencionan a continuación:

- Interfaz fácil e intuitiva.
- Incluye una gran variedad de estimadores: mínimos cuadrados, máxima verosimilitud, GMM; de una sola ecuación y de sistemas de ecuaciones
- Métodos de series temporales: ARIMA, una amplia variedad de modelos univariantes tipo GARCH, VARs y VECMs (incluyendo VAR estructurales), contrastes de raíces unitarias y de cointegración, filtro de Kalman etc.
- Variables dependientes limitadas: logit, probit, tobit, selección muestral, regresión por intervalos, modelos para datos de conteo y de duración, etc.
- Estimadores para datos de panel, incluyendo variables instrumentales, probit y modelos dinámicos basados en GMM.
- Los resultados de los modelos se pueden guardar como ficheros LaTeX, en formato tabular y/o de ecuación.



- Incluye un potente lenguaje de programación vía 'scripts' (guiones) (conocido como hansl) con una amplia gama de herramientas de programación y de operaciones matriciales.
- Controlador gráfico mediante menús, para el ajuste fino de los gráficos Gnuplot
- Una lista de paquetes de funciones creados por los usuarios, escritos en Hansl, en continua expansión.
- Herramientas para el intercambio de datos y resultados de manera sencilla con GNU R, GNU Octave, Python, Ox y Stata.

4.3.2. Prueba de Validez Estadística

Para la validez del modelo econométrico obtenido se emplearon las siguientes pruebas mediante el Programa Gretl.

4.3.3. Modelo de mínimos cuadrados ordinarios con Gretl

A continuación, se presenta el modelo generado:

Modelo 16: MCO, usando las observaciones 2021:08-2022:05 (T = 10)				
Variable dependiente: 1_DMAXMW				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	41993.2	7877.85	5.331	0.0031 ***
1_TARIFAS	-0.887874	0.511769	-1.735	0.1433
1_PBI	-0.0277937	0.184011	-0.1510	0.8858
1_POBLACION	-2239.16	417.424	-5.364	0.0030 ***
1_FECHAS	-1001.37	191.529	-5.228	0.0034 ***
Media de la vble. dep.	0.573004	D.T. de la vble. dep.	0.022763	
Suma de cuad. residuos	0.000452	D.T. de la regresión	0.009509	
R-cuadrado	0.903050	R-cuadrado corregido	0.825490	
F(4, 5)	11.64327	Valor p (de F)	0.009534	
Log-verosimilitud	35.83136	Criterio de Akaike	-61.66272	
Criterio de Schwarz	-60.14979	Crit. de Hannan-Quinn	-63.32239	
rho	-0.298141	Durbin-Watson	2.541787	

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 8

Prueba de normalidad

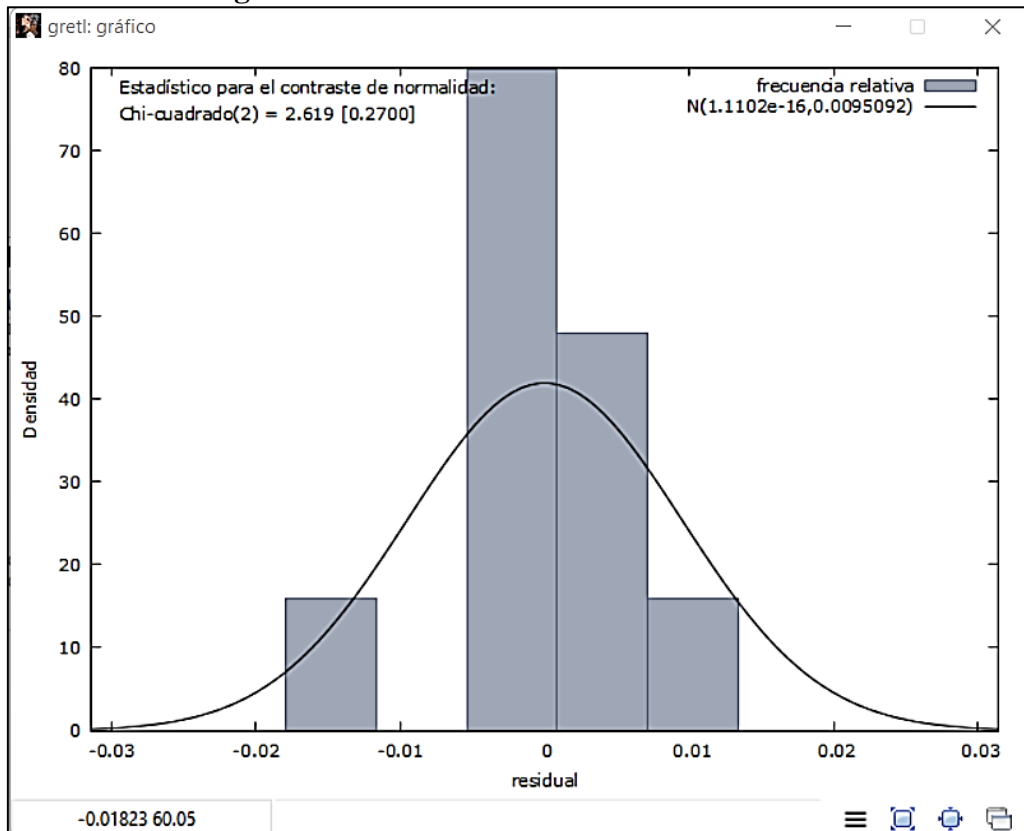
Distribución de frecuencias para residual:

Distribución de frecuencias para residual, observaciones 1-10
 número de cajas = 5, Media = 1.11022e-016, Desv.típ.=0.00950915

intervalo	punto medio	frecuencia	rel	acum.	
< -0.011635	-0.014766	1	10.00%	10.00%	***
-0.011635 -	-0.0053726	0	0.00%	10.00%	
-0.0053726 -	0.00088963	5	50.00%	60.00%	*****
0.00088963 -	0.0071518	3	30.00%	90.00%	*****
>= 0.0071518	0.010283	1	10.00%	100.00%	***

Contraste de la hipótesis nula de distribución Normal:
 Chi-cuadrado(2) = 2.619 con valor p 0.27002

Figura 3: Gráfico de la Normalidad de Residuos



Elaboración Propia

4.3.3.1. Prueba de heterocedasticidad

Para el contraste de heterocedasticidad de White MCO:

Contraste de heterocedasticidad de White				
MCO, usando las observaciones 2021:08-2022:05 (T = 10)				
Variable dependiente: uhat^2				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	689211	882737	0.7808	0.5780
l_TARIFAS	1.27172	2.15278	0.5907	0.6603
l_PBI	0.824514	6.24594	0.1320	0.9164
l_POBLACION	-111642	143342	-0.7789	0.5787
l_FECHAS	16857.7	22138.7	0.7615	0.5857
sq_l_TARIFAS	-0.146052	0.248313	-0.5882	0.6615
sq_l_PBI	-0.0348495	0.263441	-0.1323	0.9163
sq_l_POBLACION	3997.56	5132.40	0.7789	0.5787
sq_l_FECHAS	-787.234	1034.02	-0.7613	0.5857
R-cuadrado = 0.833519				
Estadístico de contraste: $TR^2 = 8.335195$,				
con valor p = $P(\text{Chi-cuadrado}(8) > 8.335195) = 0.401431$				

4.3.3.2. Prueba de autocorrelación

Contraste Breusch-Godfrey de autocorrelación hasta el orden 2 MCO:

Variable dependiente: uhat

coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
1.16833e+06	1.42353e+06	0.8207	0.4981	const
2.29739	2.46270	0.9329	0.4494	l_tar
-31807.2	38747.5	-0.8209	0.4980	l_PBI
-47263.0	57595.0	-0.8206	0.4981	l_POB
-1.46331	1.29629	-1.129	0.3762	uhat_1
-0.298196	0.696868	-0.4279	0.7104	uhat_2

Elaboración propia

R-cuadrado = 0.457163

Estadístico de contraste: $LMF = 0.842173$, con valor p = $P(F(2,2) > 0.842173) = 0.543$

Estadístico alternativo: $TR^2 = 3.657303$, con valor p = $P(\text{Chi-cuadrado}(2) > 3.6573) = 0.161$

Ljung-Box $Q' = 1.63395$, con valor p = $P(\text{Chi-cuadrado}(2) > 1.63395) = 0.442$

Contraste LM de autocorrelación hasta el orden 2 -

Hipótesis nula: no hay autocorrelación



Estadístico de contraste: LMF = 0.842173 con valor p = P(F(2, 2) > 0.842173)
= 0.542837

4.3.3.3. Proyección

Proyección del modelo econométrico obtenido mediante el análisis de mínimos cuadrados ordinarios empleando la herramienta “Predicciones”.

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 2021:08-2022:05 (T = 10)
Variable dependiente: l_DMAXMW

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	41993.2	7877.85	5.331	0.0031	***
l_TARIFAS	-0.887874	0.511769	-1.735	0.1433	
l_PBI	-0.0277937	0.184011	-0.1510	0.8858	
l_POBLACION	-2239.16	417.424	-5.364	0.0030	***
l_FECHAS	-1001.37	191.529	-5.228	0.0034	***
Media de la vble. dep.	0.573004	D.T. de la vble. dep.		0.022763	
Suma de cuad. residuos	0.000452	D.T. de la regresión		0.009509	
R-cuadrado	0.903050	R-cuadrado corregido		0.825490	
F(4, 5)	11.64327	Valor p (de F)		0.009534	
Log-verosimilitud	35.83136	Criterio de Akaike		-61.66272	
Criterio de Schwarz	-60.14979	Crit. de Hannan-Quinn		-63.32239	
rho	-0.298141	Durbin-Watson		2.541787	

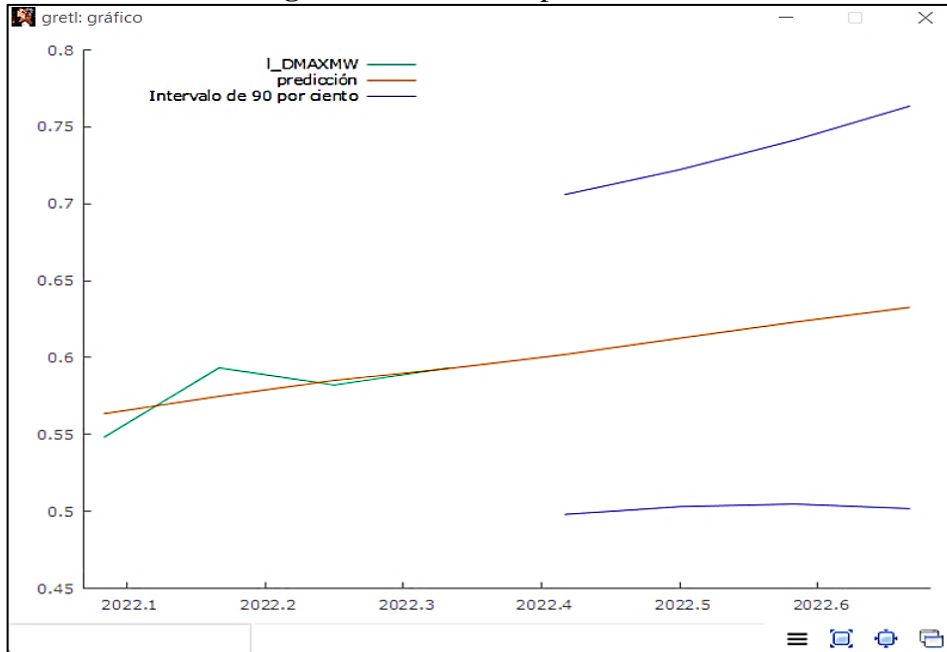
Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 8 (l_PBI)

Contraste de heterocedasticidad de White -
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]
Estadístico de contraste: LM = 8.33519
con valor p = P(Chi-cuadrado(8) > 8.33519) = 0.401431

Contraste de normalidad de los residuos -
Hipótesis nula: [El error tiene distribución Normal]
Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 2.61854
con valor p = 0.270017

Contraste de especificación RESET (cuadrados sólo) -
Hipótesis nula: [La especificación es adecuada]
Estadístico de contraste: F(1, 4) = 1.31158
con valor p = P(F(1, 4) > 1.31158) = 0.315973

Figura 4 : Grafica de predicción modelo 1

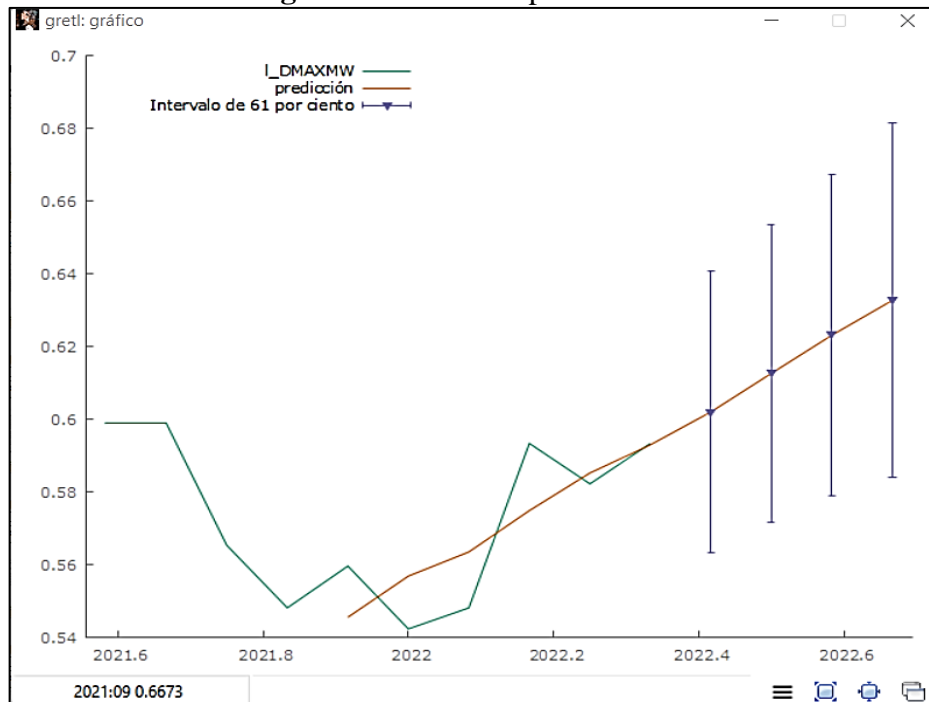


Elaboración Propia

Para intervalos de confianza 90%, $t(3, .0.05) = 2.353$

	l_DMAXMW	predicción	Desv. Típica	Intervalo de confianza 90%
2021:08	0.598837			
2021:09	0.598837			
2021:10	0.565314			
2021:11	0.548121			
2021:12	0.559616	0.550763		
2022:01	0.542324	0.550761		
2022:02	0.548121	0.573261		
2022:03	0.593327	0.572990		
2022:04	0.582216	0.577563		
2022:05	0.593327	0.593592		
2022:06		0.604320	0.031973	0.529076 - 0.679564
2022:07		0.607567	0.033158	0.529533 - 0.685601
2022:08		0.611678	0.033137	0.533695 - 0.689662
2022:09		0.619946	0.036606	0.533800 - 0.706093

Figura 5: Grafica de predicción modelo 2



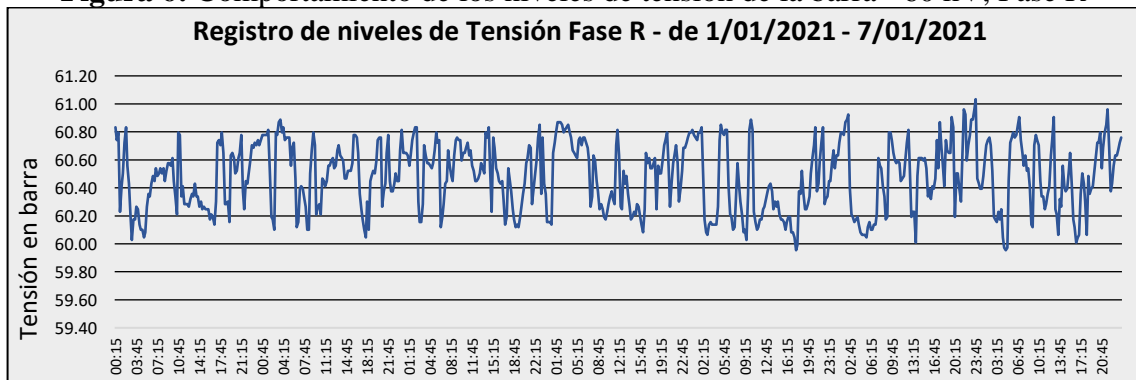
Elaboración Propia

Como se muestra en la figura 05, la tendencia en la proyección de la demanda de potencia y energía es de carácter creciente, el cual como comportamiento se refleja al crecimiento de la población a pesar de mostrar una caída de las variables en la época de la emergencia sanitaria del COVID 19.

4.4. COMPORTAMIENTO DEL INDICADOR DE CALIDAD DE TENSION

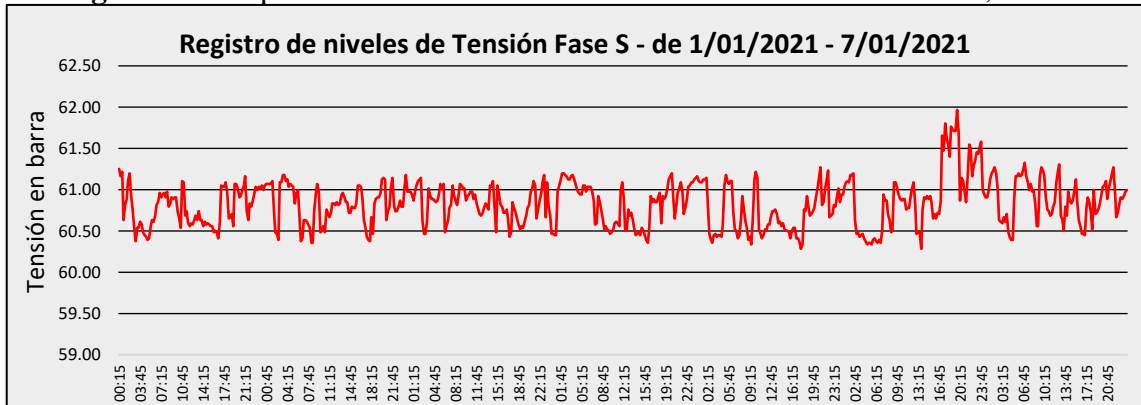
A continuación, se muestra una representación gráfica del comportamiento del perfil de tensiones para cada una de las fases de la barra en 60 kV:

Figura 6: Comportamiento de los niveles de tensión de la barra - 60 kV, Fase R



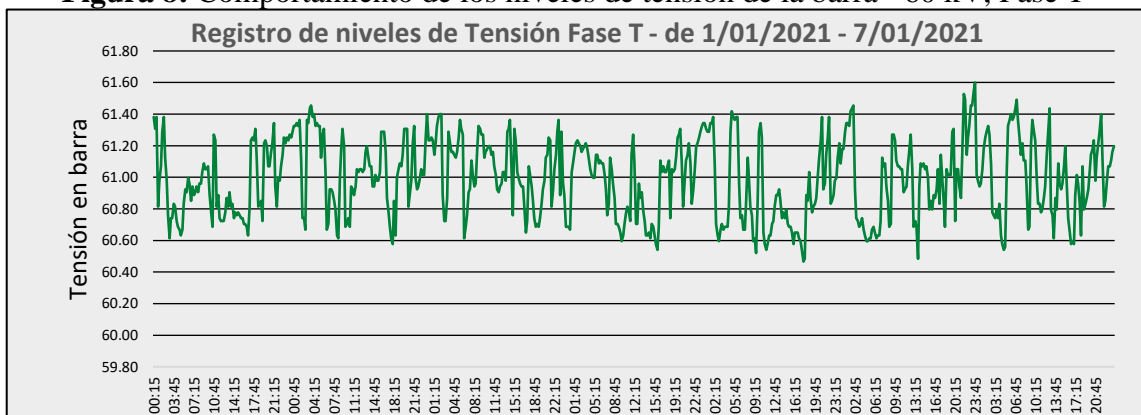
Elaboración Propia

Figura 7: Comportamiento de los niveles de tensión de la barra - 60 kV, Fase S



Elaboración Propia

Figura 8: Comportamiento de los niveles de tensión de la barra - 60 kV, Fase T



Elaboración Propia

En las figuras 6, 7 y 8, se presentan el comportamiento de los niveles de tensión, de las fases R, S y T respectivamente, mostrándose el registro de una semana completa con datos según se visualiza dentro de los límites de tolerancia, de los % indicados en el Código Nacional de Electricidad - Suministro y el Estándar IEEE N° 1159, sobre la Práctica recomendada del IEEE para monitorear la calidad de la energía eléctrica.

4.5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El estudio efectuado por Cornejo (2021), en el cual se indica que las subestaciones se encuentran sobrecargadas, presentándose en sus resultados presenta una cargabilidad hasta del 105.2%, contrario a los resultados en el presente estudio donde se mostraron el valor o registro máximo de 75.55% de cargabilidad evaluado respecto de la Potencia Aparente útil del sistema de transformación que es de 14.5 MVA., hecho que se verifica



que se tuvo una evolución o reconfiguración que en la actualidad no representan sobre carga para el sistema de transformación.



V. CONCLUSIONES

Primero. Se concluye que el desempeño operativo del sistema de transformación en 60/10.0 kV, de la Subestación Eléctrica de Transformación Bellavista de la ciudad de Puno, se encuentran en condiciones aceptables, incluso en la determinación de pronóstico para los próximos años, 2022 - 2024, contrario a los estudios existentes.

Segundo. De las condiciones de cargabilidad de los transformadores de potencia en la Subestación Eléctrica de Transformación Bellavista en 60/10.0 KV, de la ciudad de Puno se encuentran por debajo de los valores, para ser considerados como equipos con sobrecarga.

Tercero. El crecimiento de la Demanda Máxima y su pronóstico de crecimiento para los próximos 02 años. muestran de información de su proyección con valores de la demanda dentro de la capacidad de transformación de la SET Bellavista siendo la información correcta para la determinación de cargabilidad del sistema.

Cuarto. En la Operación del sistema, el perfil de tensión en las barras de 60 y 10 kV de la SET Bellavista de la ciudad de Puno, muestran un comportamiento muy variado que requiere necesariamente de un control y regulación automática para mantener los valores de tensiones dentro de los estándares de calidad según la NTCSE.



VI. RECOMENDACIONES

Primero.- Para tener un conocimiento detallado de las condiciones de operativas también pueden llevar a tomar mejores referencias, análisis de otros tipos que pueden desarrollarse en otras propuestas de tesis, a lo evaluado queda pendiente mayor análisis en sus demás indicadores para futuras investigaciones, en las cuales se recomienda seguir profundizando, en la investigación del tema.

Segundo.- Se recomienda también continuar con el mejoramiento del de las condiciones de cargabilidad del sistema de transformación, que garanticen la objetividad de sus resultados por parte de los encargados del trabajo de investigación.

Tercero.- A la empresa concesionaria se le recomienda realizar un estudio más exhaustivo de las diferentes variables de operación, que permitirán tomar mejores decisiones sobre la gestión operativa y de mantenimiento del sistema de transformación.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, R. R., & Pimentel, J. A. (2014). Econometric Model for Maximum Daily. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 18(70), 4–11. ruben.acevedo@ucla.edu.ve; japimentel@corpoelec.gob.ve
- Andres, H. A., Rubén, L. V., & Perea, M. E. (2007). *Manual de Pruebas a Transformadores de Distribución* [Instituto Politécnico Nacional]. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10577/77.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cáceres, P. J. (2017). Análisis Físicoquímico y Cromatógrafo en Transformadores de Potencia y de Distribución en la Planta de Licuefacción de Gas Melchorita - Perú LNG [Universidad Nacional del Altiplano]. In *Tesis*. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cervantes, Y. B. A. (2022). *Programa de cálculo para la velocidad de envejecimiento de los transformadores convencionales en el sector de distribución típico 1, Miraflores* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17761/Cervantes_y_b.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Condori, R. E. (2021). Estudio y Elaboración de Programas para la Obtención del Punto de Máxima Eficiencia del Transformador Eléctrico Mediante Matlab [Universidad Nacional del Centro del Perú]. In *Universidad Nacional Del Centro Del Centro De Posgrado*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5992>
- Cornejo, A. E. A. (2021). *Reconfiguración del sistema eléctrico de la ciudad de puno*



usando la técnica de optimización binaria por enjambre de partículas para reducir la sobrecarga de la S.E. Bellavista. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Crespo, C. N. (2018). *Sistema Para La Mitigacion De Las Perturbaciones Que Afectan La Calidad De La Energia* [Universidad de Pinar del Río].
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode>

Cruz, T. R. (2020). *Propuesta de implementación de un procedimiento de pruebas eléctricas a transformadores de medida de las subestaciones eléctricas de transmisión de 60k V de Luz del Sur* [Universidad Tecnológica del Perú].
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3507>

Cubas, V. J. A., & Noé, A. P. D. (2019). *Cargabilidad del Transformador de Potencia (20 MVA) de la Subestación Nueva Jaén y los Alimentadores De 22,9 kV Jaén - Perú* [Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/91>

Cueva, R. H., & Isidro, N. J. W. (2018). *Ingeniería Básica y de Detalle como Factor de Gestión en las Subestaciones de Transmisión (SET), Caso: SET Cantera 220/60 kV* [Universidad Nacional del Callao]. In *Univerdidad Nacional del Callao*.
<http://hdl.handle.net/20.500.12952/5053>

Dutan, A. W. J. (2014). *Pérdidas en transformadores de distribución de la Empresa Eléctrica Azogues* [Universidad de Cuenca].
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20661>

Eduardo, B. R. F. (2021). *Implementación de Bancos de Compensación Capacitiva 2 X 7mvar en 60kv en la Subestación Puno* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/13937>



- Espinosa, A. B. (2018). *Estimación de pérdidas en un transformador de subestación bajo cargas no lineales y desbalanceadas*. November 2017.
- Espinoza, S. N. M., & Beltrán, P. J. J. (2016a). *Mejoramiento del sistema eléctrico de la ciudad de Puerto Maldonado en media tensión* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/2240/253T20160065_TC.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Espinoza, S. N. M., & Beltrán, P. J. J. (2016b). *Mejoramiento del sistema eléctrico de la ciudad de Puerto Maldonado en media tensión* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/2240/253T20160065_TC.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Fernández, Q. E. R. (2014). *Pronóstico de la demanda eléctrica a corto plazo utilizando redes neuronales artificiales aplicado al Sistema Interconectado Nacional* [Universidad Nacional de Ingeniería].
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3263776>
- Grisales, G. D. F. (2017). *Modelo Térmico para Evaluación de Sobrecargas en Transformadores* [Universidad Carlos III de Madrid - Escuela Politécnica Superior].
<https://core.ac.uk/download/pdf/288499781.pdf>
- Grupo de Investigación, X. S. de I. B. (2020). Caracterización de las Subestaciones Eléctricas de Transmisión y Distribución que Hagan Parte del SIN , del STR o del SDL Dentro de la Región Central (Cundinamarca , Boyacá , Tolima , Meta y Bogotá DC) Commo Parte del Convenio Marco de Cooperacion Inter. In *Grupo de*



- investigación Xué- Universidad Distrital Francisco José de Caldas* (Vol. 1).
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/23828/GutiérrezSalazarLuisAntonio2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerrero, M. D. P. (2019). *Metodología adecuada para medir el aislamiento del devanado del estator en las unidades generadoras del Complejo Hidroenergético Mantaro* [Universidad Continental].
https://34.199.100.111/bitstream/20.500.12394/7093/1/IV_FIN_109_TE_Guerrero_Meza_2019.pdf
- Hernández, S. R., Fernandez, C. C., & Baptista, L. M. del P. (2014). *Metodología de Investigación* (S. A. D. C. V. E. Interamericana Editores (ed.); Sexta Edic). MCGRAW-HILL.
- Holguin, T. Y. C., & Villacob, P. K. J. (2017). *Seguimiento a los Factores Incidentes en la Vida Útil de Transformadores de Distribución Tipo Poste en la Ciudad de Barranquilla* [Universidad de la Costa].
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article>
- Huaman, B. M. C. (2021). *Elaboración de plan de mantenimiento de subestación de potencia para mejorar la disponibilidad, caso de S.E. 7 MVA 60/10 kV*. [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86606>
- Mantari, I. K. S. (2019). *Análisis de la calidad de tensión en el suministro de energía*



- eléctrica a la Localidad de Panti, Distrito de Pariahuanca* [Universidad Nacional del Centro del Peru].
http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5214/T010_47866381_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, L. E. A. (2018). *Diagnóstico de Transformadores de Corriente y de Potencial a Partir de la Evaluación y Análisis de Resultados de Pruebas* [Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/13854/1/MartinezLondoñoEulerAndres2018.pdf>
- Muñoz, M. J. C. (2017). *Alternativa de Generación Eléctrica para Picos de Demanda Energética en el Perú Mediante Centrales de Bombeo* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3004>
- Orellana, R. J. L. (2012). “ *Modelación y Pronóstico de la Demanda de Energía Eléctrica de Mediano Plazo de El Salvador* ” [Universidad de El Salvador].
<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12578/1/19200946.pdf>
- Osorio, R. W. (2014). Selección y Especificación de Transformadores de Corriente y Potencial en Instalaciones Eléctricas Industriales [Universidad Nacional Autónoma de México]. In *Universidad Nacional Autónoma De México*.
<http://132.248.9.195/ptd2014/febrero/0708898/0708898.pdf>
- Palma, L. A. F. (2015). *Pronóstico de Demanda de Energía y Potencia Eléctrica Civil Industrial* [Universidad de Chile].
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137859/Pronostico-de-demanda-de-energia-y-potencia-electrica-en-el-largo-plazo-para-la->



red.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pazmiño, B. J. D. (2011). *Diseño de un banco de pruebas para transformadores de distribución* [Universidad Nacional de Loja].

[https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16637/1/Pazmiño Bustamante%2C Jeferson Daniel.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/16637/1/Pazmiño%20Bustamante%20Jeferson%20Daniel.pdf)

Qianqian, F. (2015). *Determinacion de la Máxima sobrecarga admisible de corta duración en un transformador* [Universidad Carlos III de Madrid]. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/23629/TFG_Fu_Qianqian_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salamanca, S., Céspedes, A., & Aponte, G. (2021). Monitoreo en línea de transformadores de potencia. Una revisión crítica de sensores de temperatura, humedad del aceite y gases disueltos. *Revista Tecnología En Marcha*, 34, 114–125. <https://doi.org/10.18845/tm.v34i7.6019>

Sanchez, A., García, J., & A., H. (2007). *Manual de Mantenimiento Preventivo y Pruebas Aplicables a Subestaciones Convencionales* [Instituto Politécnico Nacional]. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/9618/73.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tenbohlen, S., Coenen, S., Djamali, M., Müller, A., Samimi, M. H., & Siegel, M. (2016). Diagnostic measurements for power transformers. *Energies*, 9(5), 1–25. <https://doi.org/10.3390/en9050347>

Torobeo, P. S., & Flores, T. S. (2021). *Análisis de Cargabilidad en MT del Alimentador DO-04 de la Ciudad del Cusco Proyectado al año 2025* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].



https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6280/253T202104_29_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

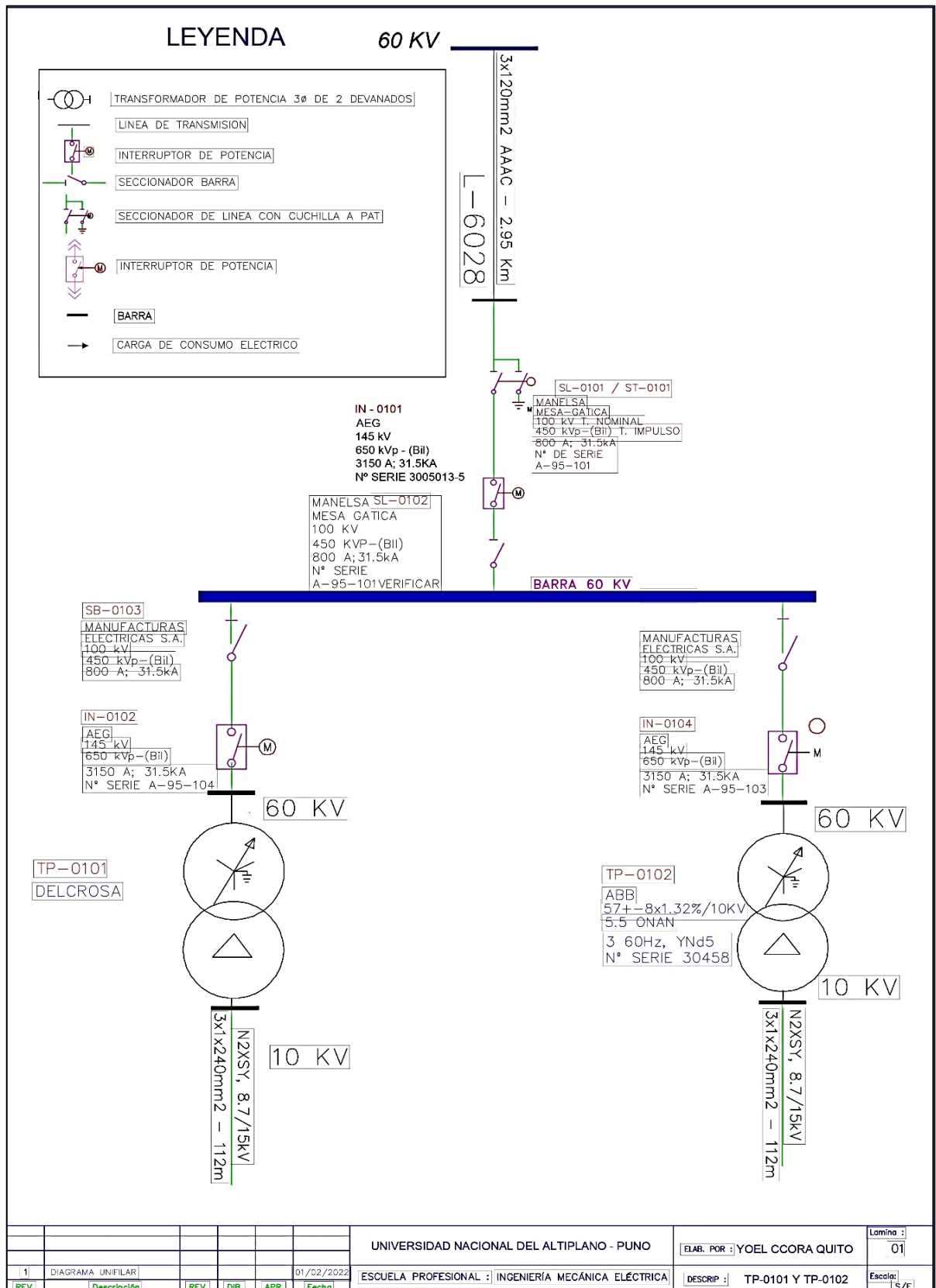
Urquiza, C. D. J. (2017). *Aportaciones al diagnóstico de transformadores de potencia mediante el análisis de compuestos furánicos en el aceite* [Universidad Carlos III de Madrid]. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/25874#preview>

Victoria, M. E., Paz, M. M., Orbe, S., Regúlez, M., Zarraga, A., & Zubia, M. (2008). *Análisis de Regresión con Gretl* (de E. A. I. Departamento (ed.); Departamen). Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales UPV/EHU. <https://ocw.ehu.eus/file.php/132/gretl/gretl/contenidos/version-completa-para-imprimir.pdf>

Zambrano, Ñ. B. A. (2016). Estudio de Impacto Ambiental y Modelamiento de una Pequeña Central Hidroeléctrica en la Cuenca del Rio Tambo [Universidad Nacional del Centro del Perú]. In *Universidad Nacional Del Centro Del Peru*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5992>

ANEXOS

Anexo 1: Diagrama unifilar de esquema de operaciones del sistema de Transformación SET Bellavista.





Anexo 2: Registro de datos del Centro de Control de la Subestación Bellavista (Muestra)

Data del registro operativo de la SET Bellavista												
FECHA	HORA	VAB	VBC	VCA	IA	IB	IC	FDP	MW	MVAR	MVA	I
09/01/2021	00:15	35207.04	35555.52	35302.08	54.24	55.36	54.72	0.9873	5.748	0.84	5.809	54.773
09/01/2021	00:30	35259.84	35640	35323.2	52.64	53.84	52.96	0.9867	5.58	0.828	5.641	53.147
09/01/2021	00:45	35291.52	35661.12	35354.88	51.36	52.4	51.52	0.9857	5.424	0.84	5.489	51.760
09/01/2021	01:00	35217.6	35597.76	35270.4	50.72	51.52	50.72	0.986	5.34	0.84	5.406	50.987
09/01/2021	01:15	35217.6	35587.2	35270.4	48.64	49.44	48.72	0.9865	5.124	0.768	5.181	48.933
09/01/2021	01:30	35196.48	35576.64	35259.84	47.6	48.32	47.6	0.9866	5.004	0.768	5.063	47.840
09/01/2021	01:45	35228.16	35608.32	35291.52	47.12	47.76	46.96	0.9858	4.956	0.768	5.015	47.280
09/01/2021	02:00	35333.76	35703.36	35386.56	46.72	47.44	46.64	0.986	4.92	0.78	4.981	46.933
09/01/2021	02:15	35344.32	35724.48	35407.68	46.88	47.44	46.88	0.9852	4.956	0.78	5.017	47.067
09/01/2021	02:30	35386.56	35756.16	35428.8	46.72	47.44	46.72	0.9847	4.932	0.792	4.995	46.960
09/01/2021	02:45	35323.2	35703.36	35376	46.72	47.28	46.64	0.9842	4.92	0.792	4.983	46.880
09/01/2021	03:00	35302.08	35671.68	35354.88	46.32	46.96	46.32	0.9847	4.872	0.792	4.936	46.533
09/01/2021	03:15	35344.32	35724.48	35397.12	45.44	45.84	45.44	0.9857	4.788	0.768	4.849	45.573
09/01/2021	03:30	35344.32	35724.48	35397.12	45.28	45.68	45.44	0.986	4.776	0.756	4.835	45.467
09/01/2021	03:45	35333.76	35703.36	35386.56	45.2	45.68	45.2	0.9858	4.776	0.744	4.834	45.360
09/01/2021	04:00	35291.52	35671.68	35354.88	46.8	47.2	46.72	0.9851	4.908	0.792	4.971	46.907
09/01/2021	04:15	35249.28	35629.44	35302.08	47.12	47.6	47.04	0.9854	4.944	0.804	5.009	47.253
09/01/2021	04:30	35228.16	35608.32	35291.52	47.36	47.92	47.2	0.9857	4.98	0.78	5.041	47.493
09/01/2021	04:45	35228.16	35608.32	35291.52	47.52	48	47.36	0.986	4.98	0.768	5.039	47.627
09/01/2021	05:00	35164.8	35544.96	35228.16	47.68	48.24	47.28	0.9865	4.992	0.768	5.051	47.733
09/01/2021	05:15	35090.88	35481.6	35164.8	49.36	49.84	49.04	0.9855	5.16	0.792	5.220	49.413
09/01/2021	05:30	35059.2	35439.36	35122.56	49.52	50.4	49.04	0.9845	5.172	0.804	5.234	49.653
09/01/2021	05:45	35122.56	35492.16	35185.92	47.92	48.32	47.28	0.9806	4.968	0.876	5.045	47.840
09/01/2021	06:00	35196.48	35555.52	35249.28	46.24	46.96	46.16	0.9821	4.848	0.876	4.927	46.453
09/01/2021	06:15	35185.92	35544.96	35249.28	46.4	47.2	46.88	0.9826	4.884	0.888	4.964	46.827
09/01/2021	06:30	35154.24	35513.28	35196.48	49.76	51.04	50.08	0.984	5.244	0.936	5.327	50.293
09/01/2021	06:45	35228.16	35566.08	35249.28	52.16	53.6	52.56	0.982	5.508	1.008	5.599	52.773
09/01/2021	07:00	35238.72	35587.2	35259.84	55.36	56.24	55.6	0.978	5.808	1.116	5.914	55.733
09/01/2021	07:15	35164.8	35502.72	35175.36	58.8	60.24	58.96	0.9784	6.156	1.284	6.288	59.333
09/01/2021	07:30	35133.12	35471.04	35133.12	60.72	62.72	61.44	0.9793	6.384	1.296	6.514	61.627
09/01/2021	07:45	35069.76	35418.24	35069.76	62.4	63.68	62.56	0.9785	6.516	1.332	6.651	62.880
09/01/2021	08:00	35006.4	35376	35016.96	63.84	65.76	64.64	0.9776	6.684	1.404	6.830	64.747
09/01/2021	08:15	34890.24	35228.16	34911.36	65.84	68.4	66.32	0.9783	6.876	1.44	7.025	66.853
09/01/2021	08:30	34995.84	35312.64	35027.52	67.44	69.84	68	0.9758	7.056	1.524	7.219	68.427
09/01/2021	08:45	35133.12	35449.92	35164.8	70	72.32	70.56	0.9748	7.32	1.656	7.505	70.960
09/01/2021	09:00	35059.2	35376	35080.32	70.64	73.04	71.36	0.9754	7.38	1.668	7.566	71.680
09/01/2021	09:15	34995.84	35323.2	35016.96	72.64	75.44	73.68	0.9753	7.596	1.716	7.787	73.920
09/01/2021	09:30	34985.28	35312.64	35006.4	74.64	77.12	75.2	0.9749	7.764	1.776	7.965	75.653
09/01/2021	09:45	34943.04	35280.96	34953.6	73.52	76.8	74.88	0.9721	7.692	1.8	7.900	75.067
09/01/2021	10:00	34858.56	35175.36	34848	74.4	78.24	75.68	0.9748	7.788	1.8	7.993	76.107
09/01/2021	10:15	34869.12	35196.48	34869.12	74.08	77.44	75.04	0.9756	7.728	1.74	7.921	75.520
09/01/2021	10:30	34890.24	35217.6	34879.68	73.2	76.32	74.48	0.9733	7.656	1.74	7.851	74.667
09/01/2021	10:45	34911.36	35238.72	34911.36	73.44	76.64	74.96	0.9742	7.68	1.776	7.883	75.013
09/01/2021	11:00	34911.36	35249.28	34911.36	73.92	77.04	75.52	0.9741	7.716	1.812	7.926	75.493
09/01/2021	11:15	34953.6	35291.52	34953.6	72.08	75.6	74.08	0.9725	7.572	1.764	7.775	73.920
09/01/2021	11:30	34943.04	35270.4	34932.48	72.72	76.32	74.64	0.9731	7.632	1.812	7.844	74.560
09/01/2021	11:45	34964.16	35291.52	34964.16	72.88	75.92	74.08	0.9741	7.62	1.788	7.827	74.293
09/01/2021	12:00	35006.4	35323.2	35006.4	72.48	75.76	73.68	0.9723	7.596	1.788	7.804	73.973
09/01/2021	12:15	35101.44	35418.24	35112	73.2	76.32	74.32	0.9715	7.656	1.86	7.879	74.613
09/01/2021	12:30	35154.24	35460.48	35154.24	72.16	75.52	73.12	0.9722	7.572	1.812	7.786	73.600
09/01/2021	12:45	35185.92	35481.6	35217.6	71.92	74.48	72.56	0.9746	7.524	1.764	7.728	72.987
09/01/2021	13:00	35185.92	35460.48	35259.84	71.12	73.36	72.16	0.9743	7.464	1.704	7.656	72.213
09/01/2021	13:15	35175.36	35460.48	35259.84	70.64	73.12	71.76	0.9758	7.428	1.68	7.616	71.840
09/01/2021	13:30	35133.12	35407.68	35207.04	69.92	72.48	71.04	0.9766	7.344	1.644	7.526	71.147
09/01/2021	13:45	35122.56	35460.48	35112	68.96	71.92	70.56	0.9746	7.272	1.644	7.456	70.480



Data del registro operativo de la SET Bellavista												
FECHA	HORA	VAB	VBC	VCA	IA	IB	IC	FDP	MW	MVAR	MVA	I
09/01/2021	14:00	35080.32	35449.92	35038.08	69.6	72.8	71.52	0.9751	7.344	1.668	7.531	71.307
09/01/2021	14:15	34985.28	35344.32	34953.6	69.92	72.8	71.36	0.9757	7.332	1.644	7.514	71.360
09/01/2021	14:30	34974.72	35333.76	34964.16	70.32	73.04	71.36	0.9753	7.356	1.668	7.543	71.573
09/01/2021	14:45	34932.48	35302.08	34932.48	71.92	74.48	73.04	0.9753	7.5	1.692	7.688	73.147
09/01/2021	15:00	35080.32	35439.36	35048.64	71.36	73.92	72.56	0.9736	7.476	1.728	7.673	72.613
09/01/2021	15:15	35302.08	35650.56	35280.96	71.04	73.68	71.76	0.9722	7.464	1.764	7.670	72.160
09/01/2021	15:30	35259.84	35629.44	35238.72	72	74.32	73.2	0.9752	7.572	1.764	7.775	73.173
09/01/2021	15:45	35302.08	35671.68	35291.52	72.16	74.72	73.28	0.9733	7.596	1.752	7.795	73.387
09/01/2021	16:00	35365.44	35735.04	35354.88	72.56	74.88	73.44	0.9748	7.644	1.788	7.850	73.627
09/01/2021	16:15	35259.84	35597.76	35270.4	74.8	77.6	75.68	0.9717	7.86	1.86	8.077	76.027
09/01/2021	16:30	35217.6	35555.52	35228.16	74.56	76.96	75.6	0.9738	7.824	1.836	8.037	75.707
09/01/2021	16:45	35259.84	35587.2	35280.96	73.92	76.64	74.96	0.9746	7.788	1.776	7.988	75.173
09/01/2021	17:00	35175.36	35523.84	35196.48	74.88	78.08	76.24	0.9755	7.884	1.776	8.082	76.400
09/01/2021	17:15	35207.04	35544.96	35207.04	76.88	80.32	78.08	0.9727	8.112	1.836	8.317	78.427
09/01/2021	17:30	35143.68	35502.72	35164.8	80.08	83.28	80.96	0.9752	8.4	1.968	8.627	81.440
09/01/2021	17:45	34985.28	35386.56	35027.52	89.84	92.88	90.16	0.9743	9.36	2.148	9.603	90.960
09/01/2021	18:00	34900.8	35280.96	35006.4	98.64	102.16	99.28	0.9765	10.296	2.22	10.533	100.027
09/01/2021	18:15	35217.6	35597.76	35386.56	100.1	104.32	101.28	0.9785	10.596	2.256	10.834	101.893
09/01/2021	18:30	35217.6	35608.32	35407.68	101.7	105.68	102.72	0.9782	10.752	2.232	10.981	103.360
09/01/2021	18:45	35249.28	35640	35439.36	102.3	106.8	103.36	0.9792	10.848	2.244	11.078	104.160
09/01/2021	19:00	35175.36	35555.52	35365.44	102.6	106.96	103.68	0.9809	10.86	2.172	11.075	104.427
09/01/2021	19:15	35059.2	35492.16	35207.04	101.4	105.92	102.96	0.9813	10.752	2.088	10.953	103.440
09/01/2021	19:30	35090.88	35534.4	35249.28	100.8	105.36	102.4	0.9812	10.692	2.076	10.892	102.853
09/01/2021	19:45	35249.28	35671.68	35407.68	100.6	104.88	101.92	0.9814	10.692	2.064	10.889	102.453
09/01/2021	20:00	35133.12	35534.4	35280.96	98.56	102.96	100.08	0.9839	10.476	1.908	10.648	100.533
09/01/2021	20:15	35038.08	35460.48	35207.04	96.08	100.4	97.76	0.9838	10.212	1.8	10.369	98.080
09/01/2021	20:30	35090.88	35492.16	35259.84	95.36	99.44	96.96	0.9843	10.14	1.788	10.296	97.253
09/01/2021	20:45	35016.96	35397.12	35196.48	93.04	96.8	94.4	0.9853	9.864	1.704	10.010	94.747
09/01/2021	21:00	35016.96	35376	35207.04	91.6	95.36	92.96	0.9856	9.708	1.656	9.848	93.307
09/01/2021	21:15	35069.76	35439.36	35270.4	88.48	91.76	89.84	0.9864	9.396	1.56	9.525	90.027
09/01/2021	21:30	35143.68	35502.72	35344.32	85.52	88.72	86.72	0.9861	9.096	1.5	9.219	86.987
09/01/2021	21:45	35238.72	35587.2	35439.36	82.48	85.28	83.68	0.9867	8.796	1.416	8.909	83.813
09/01/2021	22:00	35185.92	35534.4	35376	78.56	81.52	79.84	0.989	8.388	1.308	8.489	79.973
09/01/2021	22:15	34900.8	35238.72	35090.88	75.2	78.24	76.32	0.9892	7.968	1.176	8.054	76.587
09/01/2021	22:30	34995.84	35323.2	35185.92	70.96	74	71.92	0.9884	7.548	1.128	7.632	72.293
09/01/2021	22:45	35101.44	35428.8	35291.52	66	68.88	67.12	0.9897	7.044	0.996	7.114	67.333
09/01/2021	23:00	35133.12	35502.72	35270.4	63.84	66.16	64.64	0.9898	6.804	0.972	6.873	64.880
09/01/2021	23:15	35048.64	35439.36	35090.88	62.48	64.56	62.8	0.9905	6.624	0.9	6.685	63.280
09/01/2021	23:30	35059.2	35449.92	35112	61.44	63.44	61.84	0.989	6.516	0.912	6.580	62.240
09/01/2021	23:45	35133.12	35534.4	35175.36	58.8	60.72	59.2	0.9887	6.24	0.912	6.306	59.573
09/02/2021	00:00	35185.92	35587.2	35228.16	56.32	57.76	56.4	0.9878	5.964	0.888	6.030	56.827
09/02/2021	00:15	35228.16	35618.88	35270.4	54.4	55.36	54.16	0.9865	5.736	0.864	5.801	54.640
09/02/2021	00:30	35238.72	35640	35280.96	52.88	53.84	52.96	0.9864	5.568	0.876	5.636	53.227
09/02/2021	00:45	35228.16	35618.88	35270.4	51.6	52.32	51.52	0.9868	5.436	0.84	5.501	51.813
09/02/2021	01:00	35217.6	35618.88	35270.4	50.4	51.12	50.48	0.9865	5.304	0.828	5.368	50.667
09/02/2021	01:15	35228.16	35629.44	35270.4	48.8	49.6	48.96	0.9886	5.148	0.78	5.207	49.120
09/02/2021	01:30	35185.92	35555.52	35228.16	47.84	48.64	47.84	0.9856	5.04	0.78	5.100	48.107
09/02/2021	01:45	35217.6	35587.2	35270.4	47.36	48.32	47.36	0.9855	4.98	0.804	5.044	47.680
09/02/2021	02:00	35280.96	35650.56	35333.76	47.04	47.68	46.88	0.9846	4.956	0.792	5.019	47.200
09/02/2021	02:15	35323.2	35692.8	35376	47.84	48.16	47.6	0.9846	5.016	0.828	5.084	47.867
09/02/2021	02:30	35376	35735.04	35428.8	47.2	47.44	47.04	0.9859	4.968	0.792	5.031	47.227
09/02/2021	02:45	35302.08	35682.24	35365.44	46.8	47.28	46.88	0.9841	4.932	0.792	4.995	46.987
09/02/2021	03:00	35270.4	35650.56	35333.76	46.32	46.8	46.56	0.986	4.884	0.768	4.944	46.560
09/02/2021	03:15	35365.44	35735.04	35428.8	45.36	45.6	45.52	0.9859	4.788	0.756	4.847	45.493
09/02/2021	03:30	35344.32	35724.48	35407.68	45.36	45.92	45.68	0.9861	4.8	0.768	4.861	45.653








Data del registro operativo de la SET Bellavista												
FECHA	HORA	VAB	VBC	VCA	IA	IB	IC	FDP	MW	MVAR	MVA	I
09/02/2021	03:45	35333.76	35703.36	35397.12	45.36	45.92	45.6	0.9864	4.788	0.768	4.849	45.627
09/02/2021	04:00	35280.96	35650.56	35333.76	45.52	46	45.84	0.9863	4.812	0.756	4.871	45.787
09/02/2021	04:15	35280.96	35661.12	35344.32	46.8	47.44	46.96	0.9843	4.932	0.792	4.995	47.067
09/02/2021	04:30	35259.84	35618.88	35323.2	47.12	47.68	47.2	0.9848	4.956	0.816	5.023	47.333
09/02/2021	04:45	35207.04	35566.08	35312.64	47.44	47.76	47.52	0.9855	4.98	0.792	5.043	47.573
09/02/2021	05:00	35207.04	35566.08	35312.64	47.52	48	47.6	0.9865	5.004	0.792	5.066	47.707
09/02/2021	05:15	35185.92	35544.96	35291.52	48.72	49.36	48.96	0.9855	5.124	0.828	5.190	49.013
09/02/2021	05:30	35122.56	35492.16	35228.16	49.92	50.32	49.76	0.9841	5.22	0.864	5.291	50.000
09/02/2021	05:45	35143.68	35492.16	35238.72	47.76	48.16	47.44	0.9795	4.968	0.9	5.049	47.787
09/02/2021	06:00	35249.28	35576.64	35333.76	46.16	46.96	46.16	0.9804	4.836	0.936	4.926	46.427
09/02/2021	06:15	35291.52	35618.88	35376	46.24	47.28	46.48	0.9809	4.872	0.948	4.963	46.667
09/02/2021	06:30	35259.84	35576.64	35333.76	48.64	49.6	49.28	0.9827	5.136	0.972	5.227	49.173
09/02/2021	06:45	35259.84	35576.64	35323.2	50.64	51.92	51.2	0.9831	5.352	0.984	5.442	51.253
09/02/2021	07:00	35217.6	35523.84	35302.08	53.36	54.8	54.32	0.9809	5.652	1.068	5.752	54.160
09/02/2021	07:15	35080.32	35365.44	35164.8	57.52	59.28	58.24	0.9793	6.048	1.212	6.168	58.347
09/02/2021	07:30	35090.88	35407.68	35154.24	60.24	61.68	60.96	0.9801	6.324	1.248	6.446	60.960
09/02/2021	07:45	35069.76	35386.56	35143.68	61.44	62.88	62.32	0.9791	6.444	1.284	6.571	62.213
09/02/2021	08:00	34911.36	35238.72	34974.72	63.12	64.64	64.88	0.9788	6.612	1.38	6.754	64.213
09/02/2021	08:15	35038.08	35354.88	35080.32	65.52	67.68	66.56	0.9779	6.876	1.464	7.030	66.587
09/02/2021	08:30	34985.28	35333.76	35038.08	67.36	69.12	68.32	0.9765	7.032	1.524	7.195	68.267
09/02/2021	08:45	35027.52	35365.44	35090.88	68.8	70.96	69.68	0.9752	7.188	1.608	7.366	69.813
09/02/2021	09:00	34995.84	35333.76	35059.2	69.04	71.52	70.16	0.9749	7.236	1.62	7.415	70.240
09/02/2021	09:15	34964.16	35312.64	35016.96	71.36	74.72	72.96	0.9733	7.488	1.728	7.685	73.013
09/02/2021	09:30	34911.36	35249.28	34964.16	71.52	75.12	72.8	0.9759	7.5	1.716	7.694	73.147
09/02/2021	09:45	34921.92	35238.72	34964.16	72.48	75.52	73.6	0.9734	7.584	1.728	7.778	73.867
09/02/2021	10:00	34890.24	35217.6	34932.48	73.2	76.4	74.72	0.9725	7.656	1.8	7.865	74.773
09/02/2021	10:15	34911.36	35249.28	34964.16	73.52	76.72	74.96	0.9717	7.68	1.836	7.896	75.067
09/02/2021	10:30	35196.48	35534.4	35259.84	73.52	76.24	74.88	0.9723	7.716	1.86	7.937	74.880
09/02/2021	10:45	35143.68	35449.92	35259.84	73.52	76.16	74.8	0.972	7.704	1.872	7.928	74.827
09/02/2021	11:00	35112	35428.8	35238.72	72.8	75.12	73.84	0.9717	7.596	1.848	7.818	73.920
09/02/2021	11:15	35122.56	35428.8	35238.72	72.24	74.72	73.28	0.9698	7.548	1.86	7.774	73.413
09/02/2021	11:30	35154.24	35449.92	35259.84	72.88	75.68	74	0.9691	7.62	1.944	7.864	74.187
09/02/2021	11:45	35175.36	35481.6	35291.52	72.48	75.36	74.16	0.9684	7.608	1.932	7.849	74.000
09/02/2021	12:00	35249.28	35566.08	35376	71.44	74.32	73.2	0.9703	7.512	1.92	7.753	72.987
09/02/2021	12:15	35101.44	35449.92	35133.12	71.12	74	72.72	0.9719	7.464	1.836	7.686	72.613
09/02/2021	12:30	35175.36	35502.72	35175.36	70.48	74	71.76	0.9733	7.428	1.764	7.635	72.080
09/02/2021	12:45	35185.92	35513.28	35175.36	70.32	73.36	71.36	0.9734	7.392	1.74	7.594	71.680
09/02/2021	13:00	35228.16	35576.64	35238.72	69.28	71.44	69.92	0.9729	7.26	1.704	7.457	70.213
09/02/2021	13:15	35323.2	35671.68	35333.76	69.36	71.84	70.48	0.9716	7.296	1.74	7.501	70.560
09/02/2021	13:30	35196.48	35544.96	35207.04	69.68	72.08	70.64	0.9741	7.32	1.728	7.521	70.800
09/02/2021	13:45	35133.12	35471.04	35133.12	69.28	71.92	70.4	0.9733	7.272	1.668	7.461	70.533
09/02/2021	14:00	35048.64	35397.12	35069.76	70.08	72.64	71.28	0.9725	7.332	1.716	7.530	71.333
09/02/2021	14:15	34964.16	35312.64	34964.16	70.72	73.28	71.84	0.9732	7.38	1.716	7.577	71.947
09/02/2021	14:30	34985.28	35312.64	34974.72	72.08	75.12	72.96	0.9708	7.536	1.776	7.742	73.387
09/02/2021	14:45	35238.72	35587.2	35217.6	72.24	75.36	73.36	0.9733	7.596	1.812	7.809	73.653
09/02/2021	15:00	35207.04	35555.52	35196.48	71.28	74	72.16	0.9721	7.476	1.752	7.679	72.480
09/02/2021	15:15	35207.04	35566.08	35217.6	71.04	73.28	72.08	0.975	7.452	1.728	7.650	72.133
09/02/2021	15:30	35196.48	35544.96	35185.92	70.96	73.76	72.24	0.9752	7.476	1.716	7.670	72.320
09/02/2021	15:45	35217.6	35555.52	35207.04	71.76	74.24	72	0.9738	7.512	1.728	7.708	72.667
09/02/2021	16:00	35217.6	35544.96	35207.04	73.2	75.76	73.44	0.9752	7.656	1.788	7.862	74.133
09/02/2021	16:15	35133.12	35460.48	35122.56	73.2	75.92	73.52	0.9751	7.656	1.728	7.849	74.213
09/02/2021	16:30	35133.12	35471.04	35122.56	73.44	76.56	74.32	0.9758	7.728	1.74	7.921	74.773
09/02/2021	16:45	35164.8	35502.72	35164.8	74.56	77.6	75.2	0.9748	7.824	1.752	8.018	75.787
09/02/2021	17:00	34943.04	35280.96	34985.28	75.28	78.16	76	0.9773	7.86	1.704	8.043	76.480
09/02/2021	17:15	34911.36	35259.84	34974.72	77.04	79.68	77.76	0.9776	8.04	1.716	8.221	78.160








Data del registro operativo de la SET Bellavista												
FECHA	HORA	VAB	VBC	VCA	IA	IB	IC	FDP	MW	MVAR	MVA	I
09/02/2021	17:30	34900.8	35259.84	34974.72	80.08	82.64	80.64	0.9765	8.352	1.788	8.541	81.120
09/02/2021	17:45	35059.2	35439.36	35133.12	90	92.56	89.68	0.9738	9.348	2.172	9.597	90.747
09/02/2021	18:00	34995.84	35407.68	35080.32	99.2	102.56	99.36	0.9783	10.344	2.268	10.590	100.373
09/02/2021	18:15	34869.12	35280.96	34964.16	100.6	104.08	101.12	0.9802	10.512	2.136	10.727	101.920
09/02/2021	18:30	35217.6	35618.88	35354.88	101.4	105.44	102.72	0.9794	10.728	2.232	10.958	103.173
09/02/2021	18:45	35154.24	35555.52	35344.32	102.2	106.16	103.68	0.9792	10.812	2.22	11.038	104.000
09/02/2021	19:00	35259.84	35650.56	35449.92	102.5	106.64	103.84	0.9804	10.872	2.22	11.096	104.320
09/02/2021	19:15	35249.28	35640	35439.36	101.3	105.36	102.8	0.9803	10.752	2.124	10.960	103.147
09/02/2021	19:30	35249.28	35640	35439.36	101.8	105.76	102.88	0.9813	10.8	2.1	11.002	103.467
09/02/2021	19:45	35122.56	35523.84	35323.2	100.7	104.56	102.32	0.9839	10.692	1.98	10.874	102.533
09/02/2021	20:00	34964.16	35365.44	35164.8	99.28	103.52	101.36	0.9841	10.524	1.872	10.689	101.387
09/02/2021	20:15	35038.08	35449.92	35238.72	97.2	101.36	99.52	0.9845	10.356	1.8	10.511	99.360
09/02/2021	20:30	35122.56	35513.28	35323.2	95.28	99.52	97.44	0.9856	10.176	1.728	10.322	97.413
09/02/2021	20:45	35112	35502.72	35312.64	94.56	98.32	96.56	0.9855	10.08	1.692	10.221	96.480
09/02/2021	21:00	35143.68	35534.4	35344.32	93.76	97.52	95.76	0.9855	9.996	1.692	10.138	95.680
09/02/2021	21:15	35249.28	35640	35460.48	90.56	93.84	92.56	0.9858	9.696	1.608	9.828	92.320
09/02/2021	21:30	35038.08	35418.24	35238.72	88.16	91.28	90	0.9892	9.396	1.392	9.499	89.813
09/02/2021	21:45	35038.08	35428.8	35238.72	86.24	89.04	88.08	0.9893	9.18	1.332	9.276	87.787
09/02/2021	22:00	35185.92	35576.64	35386.56	82.16	84.8	83.84	0.9896	8.784	1.26	8.874	83.600
09/02/2021	22:15	35259.84	35640	35460.48	76.4	78.96	77.92	0.9909	8.184	1.128	8.261	77.760
09/02/2021	22:30	35069.76	35449.92	35238.72	72.48	75.28	73.92	0.9908	7.752	1.008	7.817	73.893
09/02/2021	22:45	35238.72	35640	35365.44	68	70.8	69.44	0.9907	7.308	0.972	7.372	69.413
09/02/2021	23:00	35143.68	35523.84	35238.72	64.32	66.72	65.28	0.9908	6.876	0.9	6.935	65.440
09/02/2021	23:15	34932.48	35302.08	35006.4	63.44	65.68	64.24	0.9902	6.732	0.888	6.790	64.453
09/02/2021	23:30	34974.72	35344.32	35048.64	60.96	63.12	61.84	0.99	6.468	0.876	6.527	61.973
09/02/2021	23:45	34974.72	35344.32	35048.64	58.4	60.32	58.88	0.9887	6.18	0.852	6.238	59.200
09/03/2021	00:00	34985.28	35344.32	35059.2	56.64	58.08	56.96	0.9879	5.976	0.876	6.040	57.227



Anexo 3: Protocolos de pruebas de relación de transformación de los Transformadores TR 7/9 y 5.5 MVA

		PROTOCOLOS DE PRUEBAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA						
TRANSFORMADOR DE POTENCIA : RELACION DE TRANSFORMACION								
PROPIETARIO :	ELECTRO PUNO	CELDA :	TR 7/9 MVA					
LUGAR :	SET BELLA VISTA	IDENTIFICACION :	TR 0101					
DIRECCION :	Pueblo de la Ciudad de PUNO		Fecha: 18/7/2021					
			Hora : 11:28 Hrs					
1) DATOS DE PLACA :								
Marca	: DELCROSA							
N° SERIE	: 162162T							
Voltaje Alta	: 60000 Volt							
Voltaje Baja	: 10000 Volt							
Potencia	: 7/9 MVA							
N° TAPs de Prueba	: 5							
Grupo de Conex	: YNd5							
Numero de Fabricacion	: 2005							
2) EQUIPOS DE PRUEBAS :								
MALETA DE PRUEBAS:								
*) Omicron Multifuncional:		*) Omicron Tangente Delta:						
Marca	Omicron CPC 100	Marca	TD 1					
Serie N°	KF 204 R	Serie N°	JB088R					
		*) Multímetro digital :						
		Marca	Fluke					
		Modelo	: 83 - V					
3) RELACION DE TAPs :								
	Tap	V prim. nom.	V sec. nom.	Ratio nom.	V prim.	V sec.	Ratio	I prim.
W - w	5	59966 V	10000.0 V	3.4621 :1	334.78 V 0.00 °	96.482 V -0.03 °	3.4699 :1 0.22%	0 -63.07 °
V - v	5	59966 V	10000.0 V	3.4621 :1	334.93 V 0.00 °	96.560 V -0.02 °	3.4686 :1 0.19%	0 85.00 °
U - u	5	59966 V	10000.0 V	3.4621 :1	334.93 V 0.00 °	96.564 V 0.00 °	3.4685 :1 0.18%	0 -149.29 °
4) CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES								
Todas la medidas realizadas en los diferentes Taps del Transformador dieron resultados satisfactorios menores al 0.5% según lo recomendado por la IEEE C57.12.90.7 ; IEEE C57.12.00.9.1								
REVISO		APROBO						
CONTRATISTA		SUPERVISOR						
								
Nombre:		Nombre:						
Fecha: 18/07/2021		Fecha: 18/07/2021						
Firma:		Firma:						
	W&L INTESEL PERU S.A.C. Wilfredo Pizarro Gerente General RUC: 2051871037		GIOVANNI FABIAN CUSI INGENIERO ELECTRICISTA REG. CIP N° 149862					
V°B°		PROPIETARIO						



		PROTOCOLOS DE PRUEBAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA										
TRANSFORMADOR DE POTENCIA : RELACION DE TRANSFORMACION												
PROPIETARIO :	ELECTRO PUNO	CELDA :	TR 5.5 MVA	Fecha: 18/7/2021								
LUGAR :	SET BELLA VISTA	IDENTIFICACION :	TR 0102	Hora : 11:28 Hrs								
DIRECCION :	Pueblo de la Ciudad de PUNO											
1) DATOS DE PLACA :												
Marca	: BROWN BOVERI ICT SA											
N° SERIE	: 30131											
Voltaje Alta	: 60000 Volt											
Voltaje Baja	: 10000 Volt											
Potencia	: 5.5 MVA											
N° TAPs de Prueba	: 5											
Grupo de Conex	: YNd5											
Numero de Fabricacion	: 1976											
2) EQUIPOS DE PRUEBAS :												
MALETA DE PRUEBAS:												
*) Omicron Multifuncional:		*) Omicron Tangente Delta:		*) Multmetro digital :								
Marca	: Omicron CPC 100	Marca	TD 1	Marca	Fluke							
Serie N°	KF 204 R	Serie N°	JB088R	Modelo :	83 - V							
3) RELACION DE TAPs :												
	Tap	V prim. nom.	V sec. nom.	Ratio nom.	V prim.	V sec.	Ratio	I prim.				
W - w	5	60949 V	10000.0 V	3.5189 :1	334.79 V	0.00 °	94.930 V	0.00 °	3.5267 :1	0.22%	0	-61.03 °
V - v	5	60949 V	10000.0 V	3.5189 :1	334.91 V	0.00 °	94.999 V	0.00 °	3.5254 :1	0.18%	0	79.32 °
U - u	5	60949 V	10000.0 V	3.5189 :1	334.91 V	0.00 °	95.000 V	0.00 °	3.5254 :1	0.18%	0	-147.66 °
4) CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES												
Todas la medidas realizadas en los diferentes Taps del Transformador dieron resultados satisfactorios menores al 0.5% según lo recomendado por la IEEE C57.12.90.7 ; IEEE C57.12.00.9.1												
REVISO		APROBO		V°B°								
CONTRATISTA		SUPERVISOR		PROPIETARIO								
												
Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma :  W&L INTEL PERU SAC. Wilfredo Edgardo López Ingeniero Electricista Reg. CIP N° 14662		Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma :  GIOVANNI PAGAN CLASSE INGENIERO ELECTRICISTA Reg. CIP N° 14662		Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma :								





Anexo 4: Protocolos de pruebas de Tangente Delta de los Transformadores TR 7/9 y 5.5 MVA

		PROTOCOLOS DE PRUEBAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA																													
TRANSFORMADOR DE POTENCIA : TANGENTE DELTA																															
PROPIETARIO : ELECTRO PUNO LUGAR : SET BELLA VISTA DIRECCION : Pueblo de la Ciudad de PUNO	CELDA : TR 7/9 MVA IDENTIFICACION : TR 0101	Fecha: 18/7/2021 Hora : 11:28 Hrs																													
1) DATOS DE PLACA : <table> <tr><td>Marca</td><td>: DELCROSA</td></tr> <tr><td>N° SERIE</td><td>: 162162T</td></tr> <tr><td>Voltaje Alta</td><td>: 60000 Volt</td></tr> <tr><td>Voltaje Baja</td><td>: 10000 Volt</td></tr> <tr><td>Potencia</td><td>: 7/9 MVA</td></tr> <tr><td>N° TAPs</td><td>: 5</td></tr> <tr><td>Grupo de Conex</td><td>: YNd5</td></tr> <tr><td>Numero de Fabricacion</td><td>: 2005</td></tr> </table>				Marca	: DELCROSA	N° SERIE	: 162162T	Voltaje Alta	: 60000 Volt	Voltaje Baja	: 10000 Volt	Potencia	: 7/9 MVA	N° TAPs	: 5	Grupo de Conex	: YNd5	Numero de Fabricacion	: 2005												
Marca	: DELCROSA																														
N° SERIE	: 162162T																														
Voltaje Alta	: 60000 Volt																														
Voltaje Baja	: 10000 Volt																														
Potencia	: 7/9 MVA																														
N° TAPs	: 5																														
Grupo de Conex	: YNd5																														
Numero de Fabricacion	: 2005																														
2) EQUIPOS DE PRUEBAS : MALETA DE PRUEBAS; <table> <tr> <td>*) Omicron Multifuncional:</td> <td>*) Omicron Tangente Delta:</td> <td>*) Multimetro digital :</td> </tr> <tr> <td>Marca :Omicron CPC 100</td> <td>Marca TD 1</td> <td>Marca Fluke</td> </tr> <tr> <td>Serie N° KF 204 R</td> <td>Serie N° JB088R</td> <td>Modelo : 83 - V</td> </tr> </table>				*) Omicron Multifuncional:	*) Omicron Tangente Delta:	*) Multimetro digital :	Marca :Omicron CPC 100	Marca TD 1	Marca Fluke	Serie N° KF 204 R	Serie N° JB088R	Modelo : 83 - V																			
*) Omicron Multifuncional:	*) Omicron Tangente Delta:	*) Multimetro digital :																													
Marca :Omicron CPC 100	Marca TD 1	Marca Fluke																													
Serie N° KF 204 R	Serie N° JB088R	Modelo : 83 - V																													
3) RESULTADOS DE LA PRUEBA : Card Type: TanDelta Mode: UST-A Bandwidth: 5 Hz Averaging: 1 k: 1.01 Temperature Compensation: T oil: 15.0 °C T ambient: 15.0 °C rel. Hum: 53.0 %																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V test</th> <th>V meas.</th> <th>I meas.</th> <th>Frequency</th> <th>Cp</th> <th>DF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CHL+CH:</td> <td>2500.00 V</td> <td>2499 V</td> <td>5.8059 mA</td> <td>*60.00 Hz</td> <td>6.1601 nF</td> <td>0.2283%</td> </tr> <tr> <td>CHL: :</td> <td>2500.00 V</td> <td>2501 V</td> <td>3.8725 mA</td> <td>*60.00 Hz</td> <td>4.1064 nF</td> <td>0.2260%</td> </tr> <tr> <td>CH:</td> <td>2500.00 V</td> <td>2503 V</td> <td>1.9408 mA</td> <td>*60.00 Hz</td> <td>2.0535 nF</td> <td>0.2323%</td> </tr> </tbody> </table>					V test	V meas.	I meas.	Frequency	Cp	DF	CHL+CH:	2500.00 V	2499 V	5.8059 mA	*60.00 Hz	6.1601 nF	0.2283%	CHL: :	2500.00 V	2501 V	3.8725 mA	*60.00 Hz	4.1064 nF	0.2260%	CH:	2500.00 V	2503 V	1.9408 mA	*60.00 Hz	2.0535 nF	0.2323%
	V test	V meas.	I meas.	Frequency	Cp	DF																									
CHL+CH:	2500.00 V	2499 V	5.8059 mA	*60.00 Hz	6.1601 nF	0.2283%																									
CHL: :	2500.00 V	2501 V	3.8725 mA	*60.00 Hz	4.1064 nF	0.2260%																									
CH:	2500.00 V	2503 V	1.9408 mA	*60.00 Hz	2.0535 nF	0.2323%																									
4) CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES Todas la medidas realizadas en un solo nivel de tension se evidencia valores de tangente delta menores a 0.5% DF recomendados por Doble																															
REVISO CONTRATISTA		APROBO SUPERVISOR																													
Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma : W&L INTESEL PERU S.A.C. Wilfredo Eduardo López Ingeniero General CIP N° 1817054		Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma : GIOVANNI FABIAN QUIROZ INGENIERO ELECTRICISTA Reg. CIP N° 146992																													
V°B° PROPIETARIO																															
Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma :																															

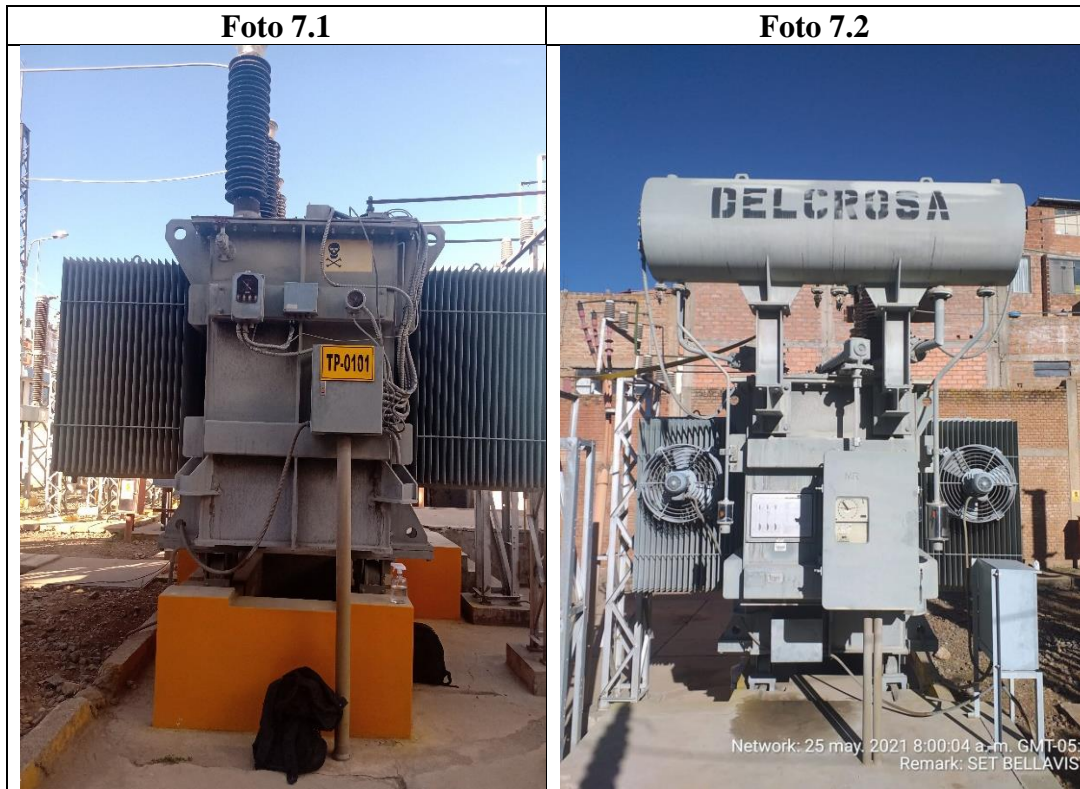
		PROTOCOLOS DE PRUEBAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA																													
TRANSFORMADOR DE POTENCIA : TANGENTE DELTA																															
PROPIETARIO : ELECTRO PUNO LUGAR : SET BELLA VISTA DIRECCION : Pueblo de la Ciudad de PUNO	CELDA : TR 5.5 MVA IDENTIFICACION : TR 0102	Fecha: 18/7/2021 Hora : 11:28 Hrs																													
1) DATOS DE PLACA : Marca : BROWN BOVERI ICT SA N° SERIE : 30131 Voltaje Alta : 60000 Volt Voltaje Baja : 10000 Volt Potencia : 5.5 MVA N° TAPs : 5 Grupo de Conex : YNd5 Numero de Fabricacion : 1976																															
2) EQUIPOS DE PRUEBAS : MALETA DE PRUEBAS; *) Omicron Multifuncional: *) Omicron Tangente Delta: *) Multímetro digital : Marca : Omicron CPC 100 Marca TD 1 Marca Fluke Serie N° KF 204 R Serie N° JB088R Modelo : 83 - V																															
3) RESULTADOS DE LA PRUEBA : Card Type: TanDelta Mode: UST-A Bandwidth: 5 Hz Averaging: 1 k: 1.01 Temperature: T oil: 15.0 °C Compensation: T ambient: 15.0 °C rel. Hum: 53.0 %																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V test</th> <th>V meas.</th> <th>I meas.</th> <th>Frequency</th> <th>Cp</th> <th>DF</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CHL+CH:</td> <td>2500.00 V</td> <td>2502 V</td> <td>5.5781 mA</td> <td>*60.00 Hz</td> <td>5.9099 nF</td> <td>0.30%</td> </tr> <tr> <td>CHL :</td> <td>2500.00 V</td> <td>2499 V</td> <td>3.2834 mA</td> <td>*60.00 Hz</td> <td>3.4849 nF</td> <td>0.32%</td> </tr> <tr> <td>CH:</td> <td>2500.00 V</td> <td>2499 V</td> <td>2.2870 mA</td> <td>*60.00 Hz</td> <td>2.4247 nF</td> <td>0.27%</td> </tr> </tbody> </table>					V test	V meas.	I meas.	Frequency	Cp	DF	CHL+CH:	2500.00 V	2502 V	5.5781 mA	*60.00 Hz	5.9099 nF	0.30%	CHL :	2500.00 V	2499 V	3.2834 mA	*60.00 Hz	3.4849 nF	0.32%	CH:	2500.00 V	2499 V	2.2870 mA	*60.00 Hz	2.4247 nF	0.27%
	V test	V meas.	I meas.	Frequency	Cp	DF																									
CHL+CH:	2500.00 V	2502 V	5.5781 mA	*60.00 Hz	5.9099 nF	0.30%																									
CHL :	2500.00 V	2499 V	3.2834 mA	*60.00 Hz	3.4849 nF	0.32%																									
CH:	2500.00 V	2499 V	2.2870 mA	*60.00 Hz	2.4247 nF	0.27%																									
4) CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES Todas la medidas realizadas en un solo nivel de tension se evidencia valores de tangente delta menores a 0.5% DF recomendados por Doble																															
REVISO CONTRATISTA		APROBO SUPERVISOR																													
Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma : <small>W&L INTESEL PERU S.A.C. Wilfredo Eduardo López Ing. de Gerencia R. C. C. 18070531</small>		Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma : <small>GIOVANNI FABIAN QUISPE INGENIERO ELECTRICISTA Reg. CIP N° 146892</small>																													
V°B° PROPIETARIO																															
Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma :																															

Anexo 5: Protocolos de pruebas de resistencia de aislamiento de los Transformadores TR 7/9 y 5.5 MVA

	PROTOCOLOS DE PRUEBAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA																									
TRANSFORMADOR DE POTENCIA ; RESISTENCIA DE AISLAMIENTO																										
PROPIETARIO : ELECTRO PUNO CELDA : TR 7/9 MVA Fecha: 18/7/2021 LUGAR : SET BELLA VISTA IDENTIFICACION : TR 0101 Hora : 11:28 Hrs DIRECCION : Pueblo de la Ciudad de PUNO																										
1) DATOS DE PLACA : <table style="width: 100%; border: none;"> <tr><td style="width: 30%;">Marca</td><td style="width: 30%;">: DELCROSA</td><td style="width: 40%;"></td></tr> <tr><td>N° SERIE</td><td>: 162162T</td><td></td></tr> <tr><td>Voltaje Alta</td><td>: 60000 Volt</td><td></td></tr> <tr><td>Voltaje Baja</td><td>: 10000 Volt</td><td></td></tr> <tr><td>Potencia</td><td>: 7/9 MVA</td><td></td></tr> <tr><td>N° TAPs</td><td>: 5</td><td></td></tr> <tr><td>Grupo de Conex</td><td>: YNd5</td><td></td></tr> <tr><td>Numero de Fabricacion</td><td>: 2005</td><td></td></tr> </table>			Marca	: DELCROSA		N° SERIE	: 162162T		Voltaje Alta	: 60000 Volt		Voltaje Baja	: 10000 Volt		Potencia	: 7/9 MVA		N° TAPs	: 5		Grupo de Conex	: YNd5		Numero de Fabricacion	: 2005	
Marca	: DELCROSA																									
N° SERIE	: 162162T																									
Voltaje Alta	: 60000 Volt																									
Voltaje Baja	: 10000 Volt																									
Potencia	: 7/9 MVA																									
N° TAPs	: 5																									
Grupo de Conex	: YNd5																									
Numero de Fabricacion	: 2005																									
2) RESISTENCIA DE AISLAMIENTO : a) Resultados de las pruebas <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #FFD700;"> <th style="width: 60%;">TENSION APLICADA 5 KVcc</th> <th style="width: 40%;">MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ALTA - MASA</td> <td>2250 M (Ω)</td> </tr> <tr> <td>BAJA - MASA</td> <td>3500 M (Ω)</td> </tr> <tr> <td>ALTA - BAJA</td> <td>2000 M (Ω)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Equipo de prueba Utilizado *) Megometro : Marca Megabras Laboratory Serie N° AO 2041 J Tension de prueba 1KV, 5KV, 10KV y 15KV Vcc *) Multmetro digital : Marca Fluke Modelo : 83 - V</p>			TENSION APLICADA 5 KVcc	MEDIDA	ALTA - MASA	2250 M (Ω)	BAJA - MASA	3500 M (Ω)	ALTA - BAJA	2000 M (Ω)																
TENSION APLICADA 5 KVcc	MEDIDA																									
ALTA - MASA	2250 M (Ω)																									
BAJA - MASA	3500 M (Ω)																									
ALTA - BAJA	2000 M (Ω)																									
4) CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">M(Ω) =</td> <td style="width: 30%;">Mega Ohmio</td> <td style="width: 40%;">[(10] ^ (6) Ω</td> </tr> <tr> <td>G(Ω) =</td> <td>Giga Ohmio</td> <td>[(10] ^ (9) Ω</td> </tr> <tr> <td>T(Ω) =</td> <td>Tera Ohmio</td> <td>[(10] ^ (12) Ω</td> </tr> </table>			M(Ω) =	Mega Ohmio	[(10] ^ (6) Ω	G(Ω) =	Giga Ohmio	[(10] ^ (9) Ω	T(Ω) =	Tera Ohmio	[(10] ^ (12) Ω															
M(Ω) =	Mega Ohmio	[(10] ^ (6) Ω																								
G(Ω) =	Giga Ohmio	[(10] ^ (9) Ω																								
T(Ω) =	Tera Ohmio	[(10] ^ (12) Ω																								
REVISO	APROBO	V°B°																								
CONTRATISTA	SUPERVISOR	PROPIETARIO																								
Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma :	Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma : <small>GIOVANNI FABIAN QUIJSE INGENIERO ELECTRICISTA REG. CIP N° 140002</small>	Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma :																								

		PROTOCOLOS DE PRUEBAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA									
TRANSFORMADOR DE POTENCIA : RESISTENCIA DE AISLAMIENTO											
PROPIETARIO :	ELECTRO PUNO	CELDA :	TR 5.5 MVA								
LUGAR :	SET BELLA VISTA	IDENTIFICACION :	TR 0102								
DIRECCION :	Pueblo de la Ciudad de PUNO		Fecha: 18/7/2021								
			Hora : 11:28 Hrs								
1) DATOS DE PLACA :											
	Marca	: BROWN BOVERI ICT SA									
	N° SERIE	: 30131									
	Voltaje Alta	: 60000 Volt									
	Voltaje Baja	: 10000 Volt									
	Potencia	: 5.5 MVA									
	N° TAPS	: 5									
	Grupo de Conex	: YNd5									
	Numero de Fabricacion	: 1976									
2) RESISTENCIA DE AISLAMIENTO :											
a) Resultados de las pruebas											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TENSION APLICADA 5 KVcc</th> <th>MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ALTA - MASA</td> <td>32500 M (Ω)</td> </tr> <tr> <td>BAJA - MASA</td> <td>10000 M (Ω)</td> </tr> <tr> <td>ALTA - BAJA</td> <td>2250 M (Ω)</td> </tr> </tbody> </table>		TENSION APLICADA 5 KVcc	MEDIDA	ALTA - MASA	32500 M (Ω)	BAJA - MASA	10000 M (Ω)	ALTA - BAJA	2250 M (Ω)		
TENSION APLICADA 5 KVcc	MEDIDA										
ALTA - MASA	32500 M (Ω)										
BAJA - MASA	10000 M (Ω)										
ALTA - BAJA	2250 M (Ω)										
Equipo de prueba Utilizado											
*) Megometro :											
Marca Megabras Laboratory											
Serie N° AO 2041 J											
Tension de prueba 1KV, 5KV, 10KV y 15KV Vcc											
*) Multimetro digital :											
Marca Fluke											
Modelo : 83 - V											
4) CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES											
		M(Ω) = Mega Ohmio $[(10)^{(6)} \Omega]$ G(Ω) = Giga Ohmio $[(10)^{(9)} \Omega]$ T(Ω) = Tera Ohmio $[(10)^{(12)} \Omega]$									
REVISO		APROBO									
CONTRATISTA		SUPERVISOR									
											
Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma :		Nombre: Fecha:18/07/2021 Firma :  GIOVANNI FABIAN CUSPI INGENIERO ELECTRICISTA REG. CIP N° 140002									
		V°B°									
		PROPIETARIO									
Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma :		Nombre: Fecha: 18/07/2021 Firma :									

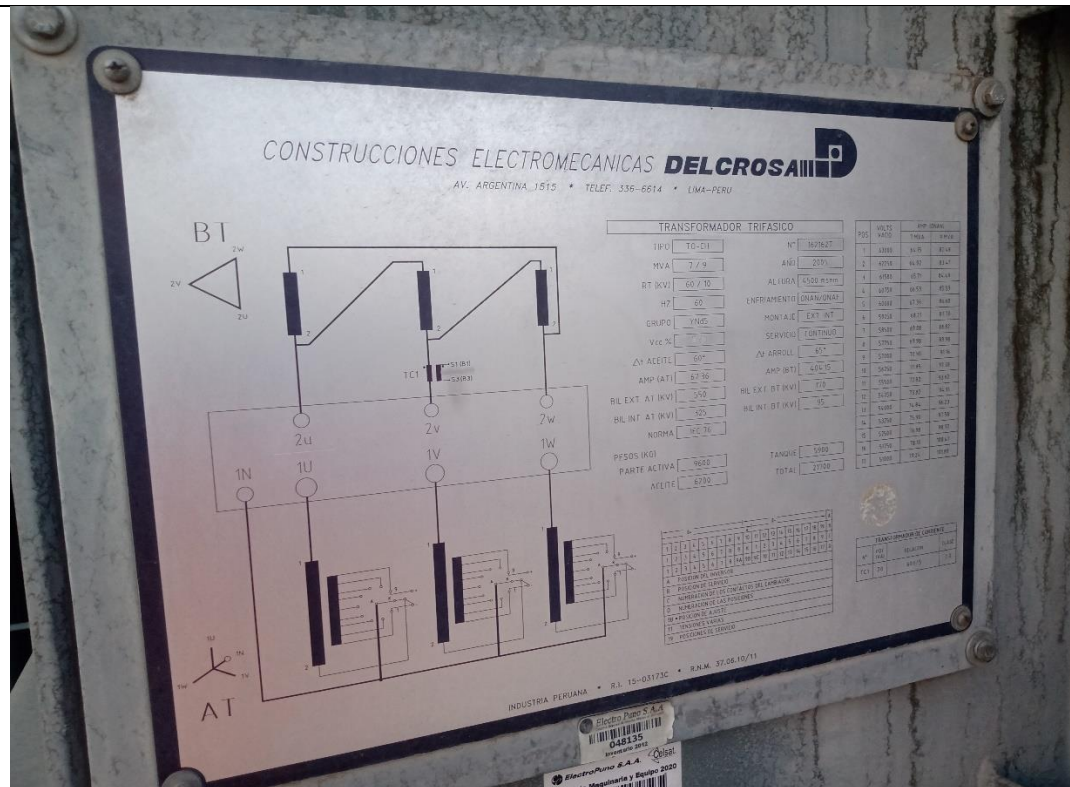
Anexo 6: Panel Fotográfico de las instalaciones del sistema de transformación de la Subestación Bellavista - Puno



Transformador de Potencia de 5.5 MVA, SET Bellavista - Puno

Transformador de Potencia de 9 MVA, SET Bellavista - Puno

Foto 7.3



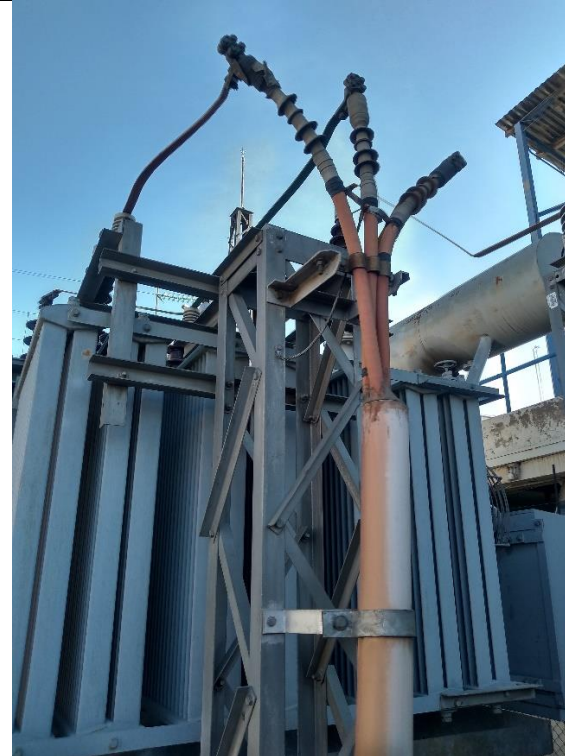
Placa de características del Transformador de potencia 7/9 MVA, SET Bellavista.

Foto 7.4



Placa de características del Transformador de potencia 5.5 MVA, SET Bellavista.

Foto 7.5

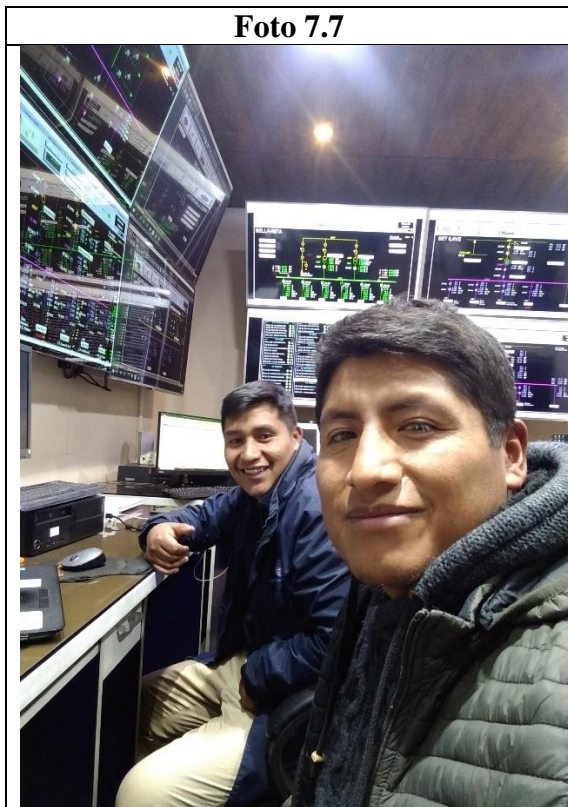


Conexión del sistema de transformación de la SET Bellavista - Puno

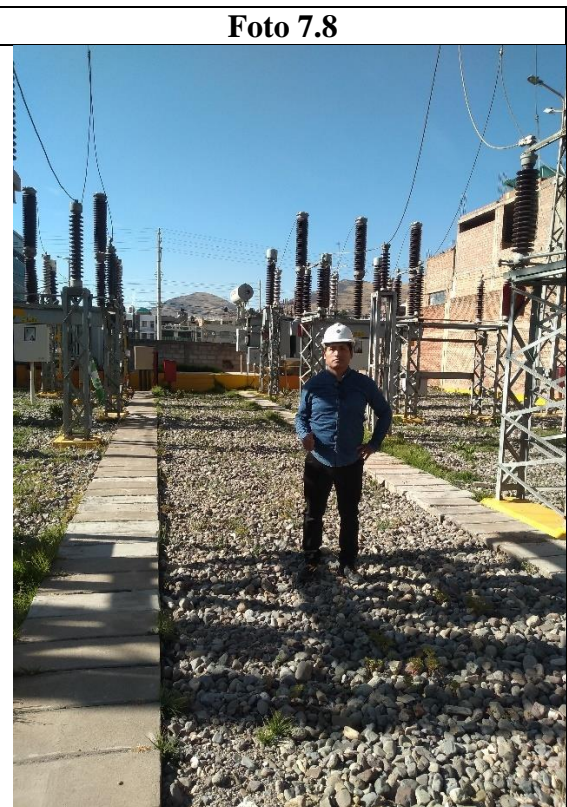
Foto 7.6



Patio de llaves de la Subestación Eléctrica de Transformación – Bellavista – Puno

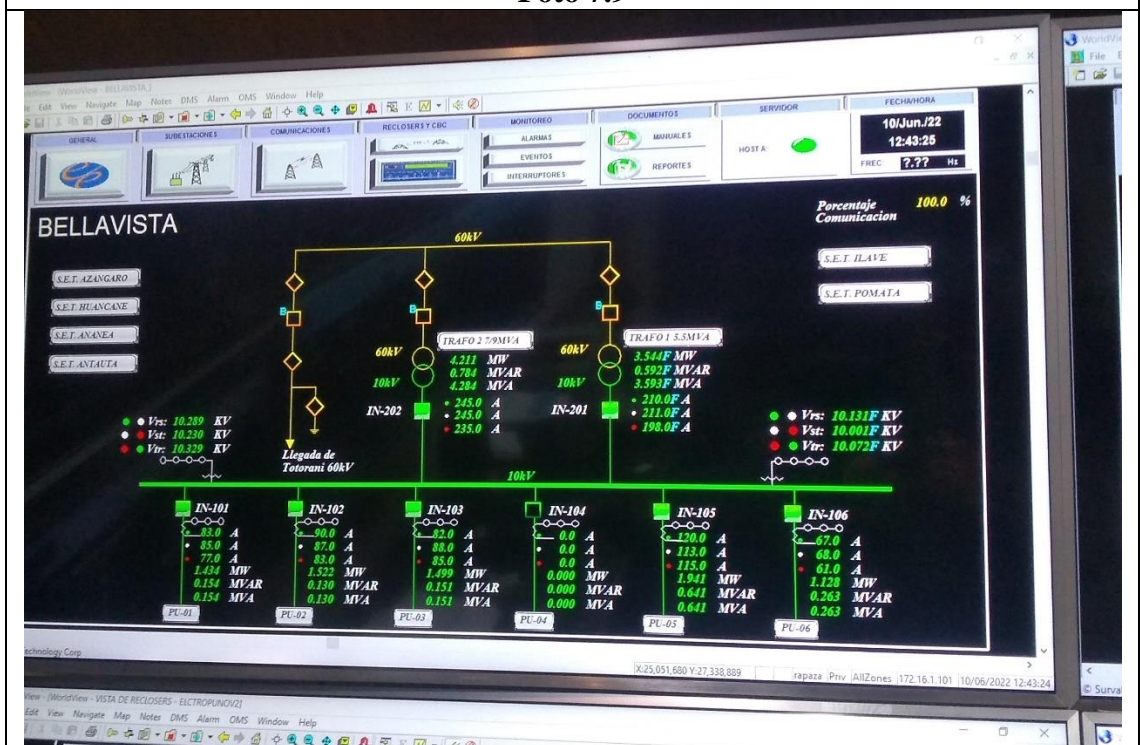


Centro de control SET Bellavista Puno



Subestación Eléctrica de Transformación Bellavista – Puno

Foto 7.9



Sistema Scada de la Subestación Eléctrica de Transformación – Bellavista – Puno