

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

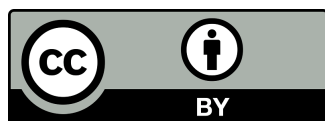
**Evaluación del reconector de tensión en 10 kV,
13.2 kV y 23.9 kV para el alimentador A4402 de
la subestación de transmisión - Chupaca 2023**

Franklin Paul Navarro Chamorro

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

TSP - NAVARRO CHAMORRO FRANKLIN PAUL

INFORME DE ORIGINALIDAD

41 %

INDICE DE SIMILITUD

41 %

FUENTES DE INTERNET

5 %

PUBLICACIONES

11 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|------|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 11 % |
| 2 | spotidoc.com Fuente de Internet | 7 % |
| 3 | www.osinergmin.gob.pe Fuente de Internet | 2 % |
| 4 | www.distriluz.com.pe Fuente de Internet | 2 % |
| 5 | 1library.co Fuente de Internet | 2 % |
| 6 | www.scielo.org.co Fuente de Internet | 2 % |
| 7 | temoa.itesm.mx Fuente de Internet | 1 % |
| 8 | repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 9 | dev.editores.com.ar Fuente de Internet | 1 % |

| | | |
|----|--|------|
| 10 | transformadoressiosac.com Fuente de Internet | 1 % |
| 11 | dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet | 1 % |
| 12 | Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante | 1 % |
| 13 | repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 14 | slideplayer.es Fuente de Internet | 1 % |
| 15 | dataonline.gacetajuridica.com.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 16 | www.scribd.com Fuente de Internet | <1 % |
| 17 | www.studocu.com Fuente de Internet | <1 % |
| 18 | cdn.www.gob.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 19 | repositorio.up.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 20 | paleodiversitas.org Fuente de Internet | <1 % |
| 21 | alicia.concytec.gob.pe | |

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

23

cybertesis.uni.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

www.minem.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

25

pdfcookie.com

Fuente de Internet

<1 %

26

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

27

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

Submitted to Corporación Instituto
Profesional ESUCOMEX

Trabajo del estudiante

<1 %

29

gczingenieros.com

Fuente de Internet

<1 %

30

repositoriodspace.unipamplona.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

31

repositorio.cuc.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

32

red.uao.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

33

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

34

CURBA Y ASOCIADOS S.A.C.. "DIA del Proyecto Nuevo Alimentador 1055 - Electronoroeste-IGA0009620", R.D. N° 0022-2016/GR-T-DREMT-DR, 2020

Publicación

<1 %

35

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

36

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

37

worldwidescience.org

Fuente de Internet

<1 %

38

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

39

Submitted to Escuela Politecnica Nacional

Trabajo del estudiante

<1 %

40

www.regionjunin.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

41

www.elperulegal.com

Fuente de Internet

<1 %

42

www.cepal.cl

Fuente de Internet

<1 %

| | | |
|----|--|------|
| 43 | www.cuidatudinero.com Fuente de Internet | <1 % |
| 44 | www.revespcardiol.org Fuente de Internet | <1 % |
| 45 | archive.org Fuente de Internet | <1 % |
| 46 | bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 47 | pdfcoffee.com Fuente de Internet | <1 % |
| 48 | sectoreducativoblog.wordpress.com Fuente de Internet | <1 % |
| 49 | www.socialetic.com Fuente de Internet | <1 % |
| 50 | Submitted to Universidad Tecnologica de Honduras Trabajo del estudiante | <1 % |
| 51 | docplayer.es Fuente de Internet | <1 % |
| 52 | doku.pub Fuente de Internet | <1 % |
| 53 | dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet | <1 % |
| 54 | es.slideshare.net Fuente de Internet | <1 % |

<1 %

55

(Carlinda Leite and Miguel Zabalza). "Ensino superior: inovação e qualidade na docência", Repositório Aberto da Universidade do Porto, 2012.

Publicación

<1 %

56

GREEN ENVIRONMENT S.A.C.. "DAA de la Planta de Fabricación de Productos de Plástico-IGA0012405", R.D. 212-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020

Publicación

<1 %

57

ROSSANA CECILIA LLANOS DÍAZ. "INVENTARIO ORNAMENTAL Y CROMÁTICO DE LA ARQUITECTURA · ÉPOCA DE LA REPÚBLICA · CENTRO HISTÓRICO DE BARRANQUILLA, COLOMBIA", Universitat Politecnica de Valencia, 2016

Publicación

<1 %

58

VITEEL EIRL.. "DIA del Proyecto Ampliación de Redes de Distribución Primaria, Secundaria y Conexiones Domiciliarias para el Parque Industrial Mz. E-1, E-2, E-3, E-4 y E-8, Distrito de La Esperanza, Provincia de Trujillo, Región La Libertad-IGA0020402", R.G.R. N° 000413-2021-GRLL-GGR-GREMH , 2022

Publicación

<1 %

| | | |
|----|--|------|
| 59 | documents.mx Fuente de Internet | <1 % |
| 60 | es.unionpedia.org Fuente de Internet | <1 % |
| 61 | fdocuments.us Fuente de Internet | <1 % |
| 62 | moam.info Fuente de Internet | <1 % |
| 63 | repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 64 | www.sain.org.ve Fuente de Internet | <1 % |
| 65 | www.une.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 66 | qdoc.tips Fuente de Internet | <1 % |
| 67 | CONSULTORES Y CONSTRUCTORES SISA S.A.C.. "PAD para las Redes Eléctricas de Distribución de Hidrandina para Regularización de Concesión, y Atender el Suministro Eléctrico por Necesidad Pública – Departamento de Áncash-IGA0017549", R.D. N° 0015-2022-MINEM/DGAAE, 2022 Publicación | <1 % |

Gustavo Adolfo Gastelbondo Mercado, Jorge Wilson Gonzalez Sanchez. "Optimization of Reclosers Placement in Distribution Networks to Improve Service Quality Indices", IEEE Latin America Transactions, 2022

Publicación

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

ASESOR
Dr. CÉSAR QUISPE LÓPEZ

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Electrocentro S. A., por darme la oportunidad de pertenecer a una de las empresas eléctricas más grandes del Perú, contribuyendo al desarrollo de mis capacidades, otorgándome el escenario adecuado para la puesta en práctica de los conocimientos que adquirí en la universidad.

DEDICATORIA

A mis padres, Dina y Augusto, por el apoyo incondicional a pesar de las adversidades.

ÍNDICE

| | |
|---|-------------|
| Agradecimientos..... | iii |
| Dedicatoria | iv |
| Índice..... | v |
| Índice de tablas..... | viii |
| Índice de figuras..... | ix |
| Resumen..... | xi |
| Introducción | xii |
| CAPÍTULO I..... | 14 |
| ASPECTOS GENERALES..... | 14 |
| 1.1. Datos generales | 14 |
| 1.2. Actividades principales | 14 |
| 1.3. Reseña histórica de la empresa CHP Construcciones S. A. C. | 14 |
| 1.4. Organigrama de la empresa Electrocentro S. A. | 16 |
| 1.5. Visión y misión de CHP Construcciones S. A. C. | 17 |
| 1.5.1. Visión..... | 17 |
| 1.5.2. Misión..... | 17 |
| 1.6. Valores | 17 |
| 1.7. Inclusión..... | 17 |
| 1.8. Bases legales | 17 |
| 1.8.1. Constitución de la concesionaria Electrocentro | 17 |
| 1.9. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa | 18 |
| CAPÍTULO II..... | 20 |
| ASPECTOS GENERALES..... | 20 |
| 2.1. Diagnóstico situacional del proyecto | 20 |
| 2.2. Identificación de oportunidad en el área de actividad profesional | 24 |
| 2.3. Objetivos de la actividad profesional | 24 |
| 2.3.1. Objetivo general..... | 24 |
| 2.3.2. Objetivos específicos | 24 |
| 2.4. Justificación de la actividad profesional | 24 |
| 2.4.1. Teórica..... | 24 |
| 2.4.2. Económica..... | 25 |
| 2.5. Resultados esperados | 25 |
| CAPÍTULO III..... | 26 |
| MARCO TEÓRICO | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 3.1. Actividades realizadas en el proyecto | 26 |
| 3.2. Bases teóricas de las actividades realizadas | 26 |
| 3.2.1. Parámetros eléctricos | 26 |
| 3.2.1.1. Parámetros básicos de electricidad | 26 |
| 3.2.2. Definiciones | 27 |
| 3.2.3. Sistema garantizado de distribución | 28 |
| 3.3. Sustento académico para el análisis y descarte de fallas..... | 31 |
| 3.3.1. Antecedentes nacionales | 31 |
| 3.3.2. Antecedentes internacionales..... | 31 |
| 3.4. Reconectores y dispositivos de protección..... | 33 |
| 3.4.1. Base Legal..... | 33 |
| 3.4.1.1. Petitorio de instalación de reconectores | 33 |
| 3.4.1.2. Norma legal vigente aplicable para la instalación de DP..... | 33 |
| 3.4.2. Operación y criterios del reconector OSM..... | 34 |
| 3.4.2.1. Características claves del OSM..... | 34 |
| 3.4.2.2. Pruebas de arco interno | 34 |
| CAPÍTULO IV..... | 37 |
| DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES..... | 37 |
| 4.1. Descripción de actividades profesionales | 37 |
| 4.1.1. Actividad 1: Determinación del sistema eléctrico a analizar | 37 |
| 4.1.2. Actividad 2: Validación de los reportes en los informes de Electrocentro | 38 |
| 4.1.3. Actividad 3: Descripción del reconector OSM | 38 |
| 4.1.4. Actividad 4: Descripción de la precisión de los sensores del reconector OSM | 39 |
| 4.1.5. Actividad 5: Descripción del ciclo de interrupción del reconector OSM..... | 39 |
| 4.1.6. Actividad 6: Descripción de las generalidades del reconector automático OSM | 40 |
| 4.1.7. Actividad 7: Descripción conceptual y gráfica del reconector OSM | 41 |
| 4.1.8. Actividad 8: Descripción del cubículo de control del reconector RC | 41 |
| 4.1.9. Actividad 9: Descripción del diagrama funcional..... | 43 |
| 4.1.10. Actividad 10: Disposición del módulo de energía (PSM)..... | 43 |
| 4.1.11. Actividad 11: Disposición del módulo interfaz Switchgear (SIM) | 44 |
| 4.1.12. Actividad 12: Disposición del módulo relé (REL)..... | 45 |
| 4.2. Enfoque de las actividades profesionales..... | 46 |
| 4.2.1. Alcance de las actividades profesionales | 46 |
| 4.3. Aspectos técnicos de la actividad profesional..... | 47 |
| 4.3.1. Metodologías, técnicas e instrumentos..... | 47 |
| 4.3.1.1. Método inductivo | 47 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3.1.2. Método de investigación | 47 |
| 4.3.1.3. Alcance de la investigación..... | 47 |
| 4.3.2. Técnicas | 47 |
| 4.3.2.1. Técnica de observación..... | 47 |
| 4.3.2.2. Técnica de planificación | 48 |
| 4.3.2.3. Instrumentos..... | 48 |
| 4.3.3. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades..... | 48 |
| 4.4. Ejecución de las actividades profesionales | 48 |
| 4.4.1. Cronograma de actividades realizadas | 48 |
| 4.4.1.1. Reporte de fallas ante el coordinador..... | 48 |
| CAPÍTULO V | 50 |
| RESULTADOS | 50 |
| 5.1. Resultados finales de las actividades realizadas..... | 50 |
| 5.1.1. Reconector OSM..... | 50 |
| 5.1.2. Instalación de los dispositivos de comunicación y accionamiento | 51 |
| 5.1.3. Ajuste de la comunicación sin conexión (conductores rotos)..... | 53 |
| 5.1.4 Configuración de la protección de admitancias | 54 |
| 5.2 Logros alcanzados..... | 56 |
| 5.2.1. En la mejora de la confiabilidad del alimentador A4401..... | 56 |
| 5.2.2. En el ámbito profesional | 56 |
| 5.2.3. En el ámbito personal..... | 56 |
| 5.3. Dificultades encontradas | 56 |
| 5.3.1. Planteamiento de mejoras | 57 |
| 5.4. Aportes del bachiller en la empresa | 57 |
| 5.4.1. En el aspecto cognoscitivo..... | 57 |
| 5.4.2. En el aspecto actitudinal | 57 |
| Conclusiones | 58 |
| Recomendaciones | 59 |
| Lista de referencias | 60 |
| Anexos | 61 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Precisión de los sensores del reconectador OSM | 39 |
| Tabla 2. Características del puerto de comunicación del REL | 46 |
| Tabla 3. Consideraciones del reporte de fallas ante el coordinador de operación del sistema interconectado (COES) | 49 |
| Tabla 4. Consideración para operaciones de recierre en conductores | 54 |
| Tabla 5. Resumen de protección de admitancia..... | 55 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Zona de concesión de Electrocentro S. A..... | 15 |
| Figura 2. Organigrama de Electrocentro S. A..... | 16 |
| Figura 3. Registro fotográfico del alimentador A4402 – recloser trifásico REC1_3Ø antes... | 21 |
| Figura 4. Registro fotográfico del alimentador A4402 – seccionador monopolar SEC1_1PH antes..... | 22 |
| Figura 5. Registro fotográfico del alimentador A4402 – seccionador monopolar SEC2_1PHA antes..... | 22 |
| Figura 6. Registro fotográfico del alimentador A4402 – sensor inteligente con sistema de comunicación SEN1 antes..... | 23 |
| Figura 7. Reconectador automático OSM..... | 27 |
| Figura 8. Seccionador trifásico | 28 |
| Figura 9. Evolución de los sistemas de transmisión a partir de la ley de concesiones eléctricas | 29 |
| Figura 10. Patio de llaves de una subestación clásica..... | 29 |
| Figura 11. Esquema general de las partes de una subestación de potencia..... | 30 |
| Figura 12. Esquema de alimentación eléctrica..... | 30 |
| Figura 13. Interfaz del sistema Scada en sistemas eléctricos de potencia | 31 |
| Figura 14. Reconectador automático OMS en pruebas de arco interno eléctrico_V1 | 35 |
| Figura 15. Reconectador automático OMS en pruebas de arco interno eléctrico_V2 | 35 |
| Figura 16. Certificado de testeo de prueba de arco interno de reconectador OSM..... | 36 |
| Figura 17. Diseño topológico de la subestación Chupaca..... | 38 |
| Figura 18. Diagrama de interrupción y cierre | 39 |
| Figura 19. Ciclos de interrupción..... | 39 |
| Figura 20. Sección transversal reconectador OSM..... | 41 |
| Figura 21. Cubículo de control del reconectador | 42 |
| Figura 22. Diagrama de funcionalidad del reconectador con cubículo de control..... | 43 |
| Figura 23. Modulo PSM | 44 |
| Figura 24. Módulo de interfaz Switchgear..... | 45 |
| Figura 25. Módulo Relé REL..... | 45 |
| Figura 26. Embalaje del reconectar OSM38..... | 51 |
| Figura 27. Empaquetadura del reconectador OSM38..... | 51 |
| Figura 28. Comparativa antes y después de la instalación recloser trifásico REC1 | 52 |
| Figura 29. Comparativa antes y después de la instalación del seccionador monopolar SEC1 | 52 |
| Figura 30. Comparativa antes y después de la instalación del seccionador monopolar SEC2 | 53 |
| Figura 31. Comparativa antes y después de la instalación de la comunicación inteligente SEN | |

| | |
|---|----|
| 1 | 53 |
| Figura 32. Interfaz de configuración contra fallas en conductores | 54 |
| Figura 33. Interfaz de configuración de protección de admitancia..... | 55 |
| Figura 34. Interfaz de configuración de admitancias en zona de no operación | 55 |

RESUMEN

El SEIN peruano es considerado una red troncal robusta que componen los sectores de generación, transmisión y distribución, cada elemento cumple una función dinámica y específica de modo tal que el correcto funcionamiento de este asegura y provee la alimentación de energía eléctrica de millones de peruanos y garantiza su acceso.

En la actualidad, es necesario el conocimiento de dichos componentes que están inmersos en esta red troncal de alimentación y, por consiguiente, es necesario conocer las implicaciones que conlleva un estado de contingencia eléctrica, imprevistos y fallas, más concretamente en alimentadores que son parte fundamental de la transmisión de la energía eléctrica, ya que es de donde se desprende la distribución eléctrica desde el punto de vista de distribución. En virtud de lo anterior, es importante establecer los parámetros necesarios de operación no solo de los factores eléctricos que influyen, sino también en los dispositivos de protección y control que son parte imprescindible de esta parte del sistema de alimentación, es por lo que el estudio presente se centra en la evaluación del reconector de tensión en 10 kV, 13.2 kV y 23.9 kV para el alimentador A4402 de la subestación de transmisión del distrito de Chupaca.

El autor

INTRODUCCIÓN

El informe aquí presente enmarca mi desempeño profesional de la escuela académico profesional de Ingeniería Eléctrica donde vengo laborando en la empresa CHP Construcciones S. A. C. con el objetivo de realizar una evaluación del reconector de tensión en 10 kV, 13.2 kV y 23.9 kV para el alimentador A4402 de la subestación de transmisión del distrito de Chupaca cumpliendo con los estándares eléctricos nacionales vigentes.

El presente trabajo de suficiencia profesional se encuentra dividido en 5 capítulos en los que se enmarcan aspectos relevantes de la data obtenida y los parámetros energéticos de operación y mantenimiento referentes al reconector, el alimentador y la subestación de Chupaca.

En el Capítulo I se hace énfasis en el *know how* adquirido en la empresa donde vengo desempeñando mis labores como profesional en la Ingeniería Eléctrica y, asimismo, un marco descriptivo de las actividades que vengo desarrollando en mi centro de trabajo.

En el capítulo II se hace énfasis en un diagnóstico situacional y el estado actual de conocimiento de la subestación Chupaca y el alimentador A4402 adrede a la unidad de negocio Electrocentro S. A., cabe resaltar que dicho diagnóstico debe ser ejecutado por un profesional de la ingeniería eléctrica, con el análisis crítico y cognitivo para la maniobrabilidad y análisis de la data a obtener.

El capítulo III se enfoca en la teoría correspondiente que sienta las bases del presente documento de suficiencia profesional, donde nos enfocamos en temas legales, normativos y teóricos que dan la característica de suficiencia profesional.

En el Capítulo IV se hace énfasis de las actividades concisas que se hacen para la obtención de la data referente al reconector, así como, la validación respectiva acorde a los parámetros energéticos, donde acorde a un exhaustivo análisis crítico delimitado por el marco normativo vigente actualmente se verifica la veracidad de los datos y la implicancia de estos en el presente trabajo de suficiencia profesional.

En el Capítulo V se interioriza y describen los resultados que se obtienen y el tratamiento respectivo a esta data. Donde, haciendo uso de herramientas de jerarquización de datos se profundiza y enmarca el aporte que tendrá este trabajo en la aplicación práctica y predictiva que es el fin de esta investigación y, por ende, se evidencia el aporte como

profesional en la ingeniería eléctrica.

Finalmente, el trabajo de suficiencia profesional concluye en la aplicación práctica de los resultados obtenidos y el análisis respectivo, donde una vez más se detallan la importancia de la ingeniería eléctrica y los profesionales que se dedican a dar solución a los problemas que se suscitan en campo y en práctica, siempre respetando la normativa vigente actual que es la base de todo trabajo relacionado a la ingeniería eléctrica y los procedimientos relacionados.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Datos generales

- Razón social: HP Construcciones
- S. A. C. RUC: 20549125281
- Dirección: Jr. Las Retamas 14, Huancayo – El Tambo
- Dirección en Lima: Los Flamencos, Cercado de Lima, Lurín 15823
- Teléfono: 978 947 218

1.2. Actividades principales

CHP Construcciones S. A. C. es una empresa de capitales peruanos con experiencia en el diseño, construcción, montaje, y puesta en marcha, mantenimiento y operación de pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas, además de subestaciones de potencia. Con experiencia en la ejecución de proyectos llave en mano bajo modalidad EPC, además con experiencia en la ejecución de obras civiles y electromecánicas.

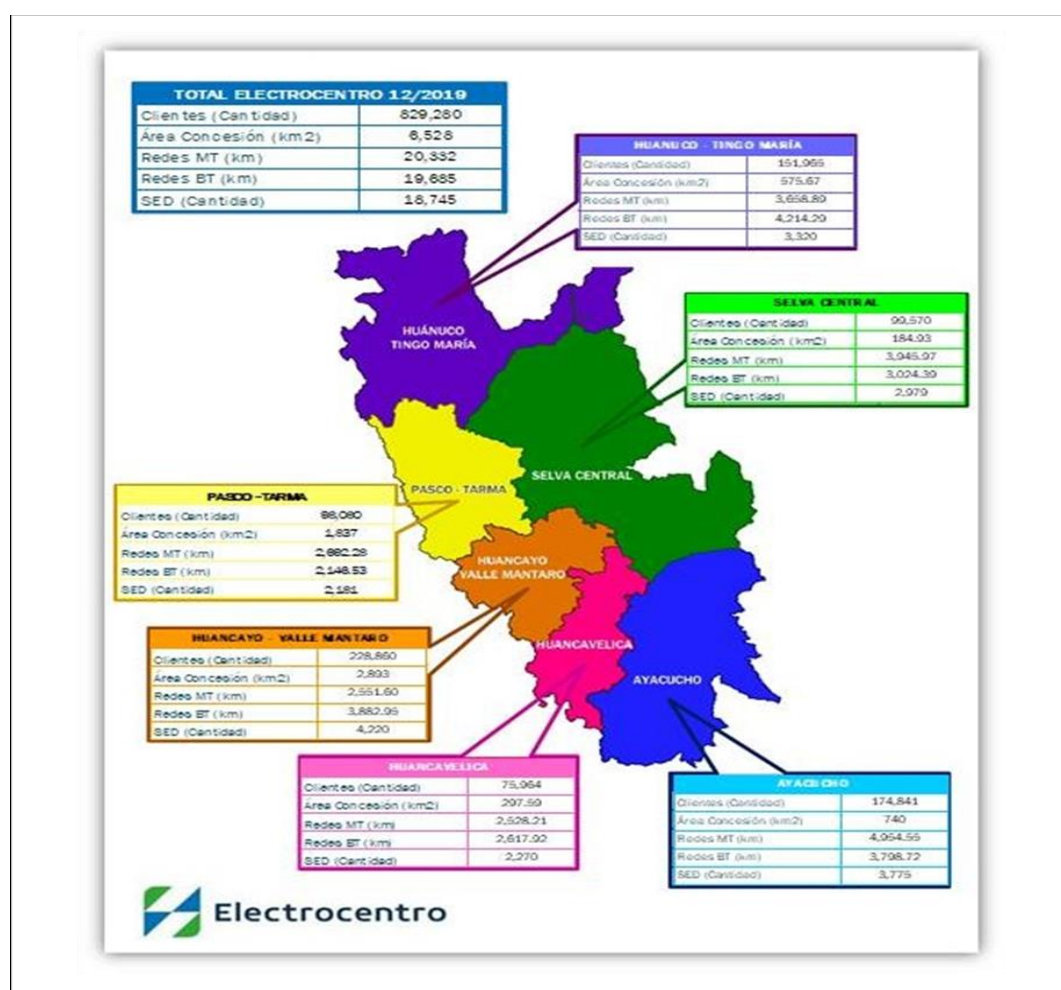
1.3. Reseña histórica de la empresa CHP Construcciones S. A. C.

CHP Construcciones S. A. C. se creó en el año 2012 en la sede de Huancayo, Junín, donde brinda servicios especializados en pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas y subestaciones, desde el anteproyecto, ingeniería básica y de detalle, dirección de obra, montaje y puesta en marcha bajo el régimen de la Ley General de Electricidad N.º 23406 y su Reglamento D. S. N.º 031 82-EM/VM del 4 de octubre de 1982, mediante Resolución Ministerial N.º 319-83-EM/DGE del 21 de diciembre de 1983. Inició formalmente sus actividades el 8 de septiembre del 2012.

Esta empresa trabaja en conjunto con Electrocentro S. A. que a su vez es parte del grupo Distriluz, conformado por las empresas públicas de comercialización y distribución eléctrica: Electronoreste S. A. (Enosa), Electronorte S. A. (ENSA), Hidrandina S. A. y Electrocentro S. A.

Estas empresas rentables invierten sus recursos económicos en sus propias zonas de concesión, en obras destinadas a brindar un eficiente y continuo servicio de energía eléctrica de calidad, participando activamente en el desarrollo y progreso de sus pueblos y mejores condiciones de vida confortable y dentro de la modernidad a cada uno de sus usuarios.

Así mismo, de acuerdo con la ratificación de la R. S. N.º 355-92-PCM, la Copri mediante Acuerdo N.º 363-01-2001, Electronoroeste S. A. continuarán sujetas al régimen de la actividad privada, sin más limitaciones que las que disponga Fonafe y siempre que no se oponga a lo dispuesto en el Decreto Legislativo N.º 764, normas complementarias y reglamentarias.



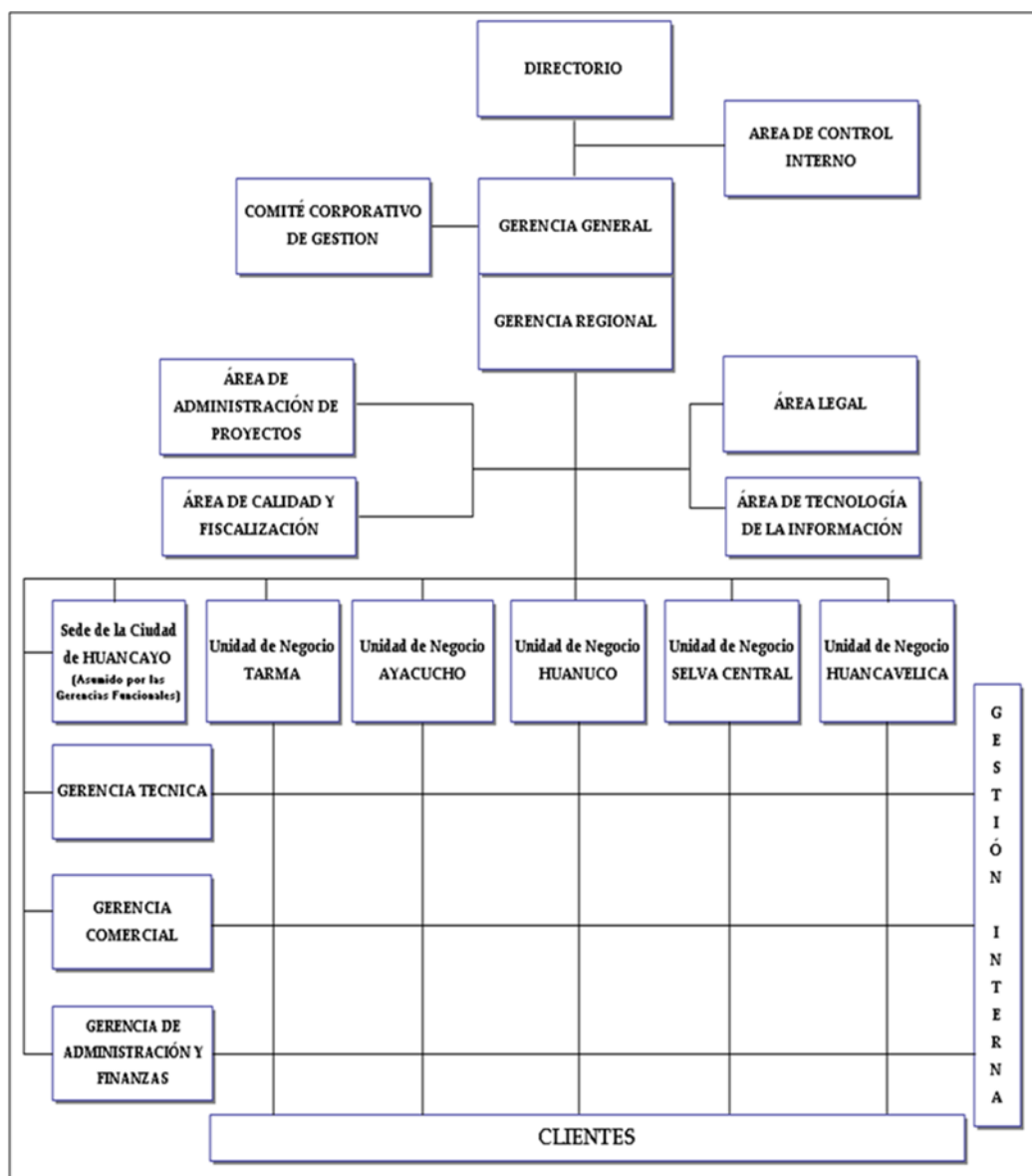
**Figura 1. Zona de concesión de Electrocentro S. A.
Tomada de la Memoria Anual 2021 - Electrocentro**

La figura muestra el área de influencia de Electrocentro S. A. en las zonas de concesión eléctrica con la empresa CHP y generales representada en la cantidad de clientes a los que este destina el suministro eléctrico y las zonas aledañas a la misma.

Actualmente el presidente de CHP Construcciones S. A. C. es el ingeniero César Herbert Flores Rivera.

1.4. Organigrama de la empresa Electrocentro S. A.

El organigrama de Electrocentro S. A. fue aprobado por Acuerdo de Directorio, sesión N.º 13 del 29-05-2002, que fue formulado con el objetivo de brindar los recursos humanos necesarios para el logro de los objetivos empresariales.



*Figura 2. Organigrama de Electrocentro S. A.
Tomada de la Memoria Anual 2021 – Electrocentro*

1.5. Visión y misión de CHP Construcciones S. A. C.

1.5.1. Visión

Poner en operación proyectos de generación eléctrica de diversas tecnologías en Sudamérica y Centroamérica a partir del año 2020. Ser para nuestros clientes, trabajadores y sociedad una empresa sólida y sostenible, basada en sólidos valores y en el respeto irrestricto de nuestro entorno.

1.5.2. Misión

Ser una empresa eficiente en el desarrollo de sus labores para satisfacer las expectativas de nuestros clientes; brindándoles un servicio de calidad y cumpliendo con los más altos estándares de seguridad ocupacional, y desarrollando proyectos de manera social y ambientalmente responsable.

1.6. Valores

- Excelencia en el servicio
- Compromiso
- Integridad
- Innovación
- Pasión por el cliente

1.7. Inclusión

Nuestro objetivo es impulsar el valor de la inclusión laboral, aceptando el sello propio de cada colaborador, plasmando el compromiso de inclusión y equidad, facilitando ambientes laborales integradores y fortaleciendo la capacitación interna de todo el personal para asegurar mecanismos transparentes y no discriminatorios.

1.8. Bases legales

1.8.1. Constitución de la concesionaria Electrocentro

Electrocentro S. A. es una empresa de servicio público del rubro electricidad y pertenece al grupo Distriluz; se rige por el derecho privado y forma parte de las empresas que se encuentran bajo el ámbito del Fondo nacional de financiamiento de la actividad empresarial del Estado (Fonafe).

Se constituyó bajo el régimen de la Ley General de Electricidad N.º 23406 y su reglamento D. S. N.º 031-82-EM/VM del 4 de octubre de 1982, mediante Resolución Ministerial N.º 319-83-EM/DGE del 21 de diciembre de 1983. La descripción del área

donde realizaron sus actividades profesionales se presenta a continuación.

Las labores encomendadas como Supervisor de Campo que realicé en la Empresa CHP Construcciones S. A. C. brinda servicio a la empresa Electrocentro S. A.

- Monitoreo y operación de los equipos de medición de energía eléctrica
- Control de equipamiento de equipos de medición de la energía eléctrica
- Monitoreo de equipos de medición y valores eléctricos de las unidades de negocio de Electrocentro S. A.
- Elaboración de base de datos de equipos de medición y materiales conforme a obra de Electrocentro S. A.
- Verificación de planos y designación de lugares para la instalación de equipos de medición.

Estas actividades cuentan con un marco legal para su desarrollo, las cuales son supervisadas por Electrocentro S. A.

Al tener el cargo de Supervisor de Campo mis labores comprendían la planificación, organización, dirección, coordinación y evaluación de las actividades del proyecto cuyo nombre es «Montaje, pruebas y puesta en operación e integración al sistema Scada de equipos de protección para la automatización e integración al Scada de los sistemas eléctricos de distribución de la empresa Electrocentro S. A.», a fin de lograr resultados favorables en la gestión de control, monitoreo y operación de los equipos de medición y distribución a nivel de las unidades de negocio de Electrocentro S. A.; por lo que apliqué los conocimientos adquiridos en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Continental.

1.9. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa

En mis labores en la empresa CHP Construcciones S. A.C el cual brinda servicio a Electrocentro S. A. me desarrollé en el cargo de Supervisor de Campo, donde era responsable de:

- Elaboración de informe de exoneración de compensación por interrupción programadas

- Elaboración de órdenes de mantenimiento de validación de equipos instalados en cada unidad de negocio.
- Inspección de estructuras en campo para la designación de equipos de medición teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad.
- Revisión de parámetros de medición de resultados de equipos PAT y medición de ohm de cable N2XSY.
- Control de materiales emitidos por Electrocentro S. A. para el uso de equipos de medición.
- Coordinación con jefes de unidad de negocio de Electrocentro para las interrupciones programadas.
- Coordinación con jefes de unidad de negocio de Electrocentro para la devolución de materiales en condición C2 o chatarra según formato de activos.
- Elaboración de base de datos de equipos de medición y materiales conforme a obra de Electrocentro S. A.
- Verificación de planos de equipos de medición, instalados conforme a obra.
- Verificación y validación de equipos de medición enlazados al Scada de Electrocentro S. A.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES

2.1. Diagnóstico situacional del proyecto

La Empresa CHP Construcciones S. A. C. y Electrocentro S. A. como parte del grupo Distriluz tiene como función principal la comercialización y distribución de energía eléctrica en la zona central del país, de modo tal que es vital el conocimiento y evaluación de los dispositivos de protección asociados a las redes primarias y secundarias de alimentación, específicamente el alimentador A4402 de la subestación Chupaca.

Para la evaluación del reconector de tensión en 10 kV, 13.2 kV y 23.9 kV para el alimentador A4402 de la subestación de transmisión del distrito de Chupaca, la empresa Electrocentro S. A. cuenta con operadores de las subestaciones eléctricas que, realizando los respectivos trabajos de campo, en cuanto al control y gestión de los parámetros eléctricos que se lectura constantemente, permiten plantear las alternativas de solución necesarias a fin de garantizar y afianzar el correcto funcionamiento de la subestación Chupaca y las redes asociadas al mismo.

El uso de los reconectores eléctricos en los sistemas de distribución son de vital importancia por la función que desempeñan, los reconectores se utilizan en todo el sistema de distribución de energía, desde la subestación hasta los postes de servicios residenciales en todos los tramos. Su función es similar a la de un interruptor eléctrico automático de alto voltaje. Al igual que un disyuntor en las líneas eléctricas domésticas, apaga la energía eléctrica cuando se producen problemas, como un cortocircuito. Cuando un disyuntor doméstico permanece apagado hasta que se reinicia manualmente, un reconector prueba automáticamente la línea eléctrica para determinar si se ha eliminado el problema, si el problema fue solo temporal,

entonces el reconectador se reinicia automáticamente y restaura la energía eléctrica. De modo tal que se garantiza la confiabilidad de las redes de transmisión.

El 3 de marzo del 2022 con el análisis de confiabilidad de las redes de distribución se optó por la utilización de estos dispositivos mencionados anteriormente para garantizar la protección de las redes primarias y secundarias en los alrededores de las zonas de Chupaca, como en la avenida Bruno Terreros teniendo en cuenta el estado actual de las redes para así evaluar su desempeño y justificación de estos costosos equipos.

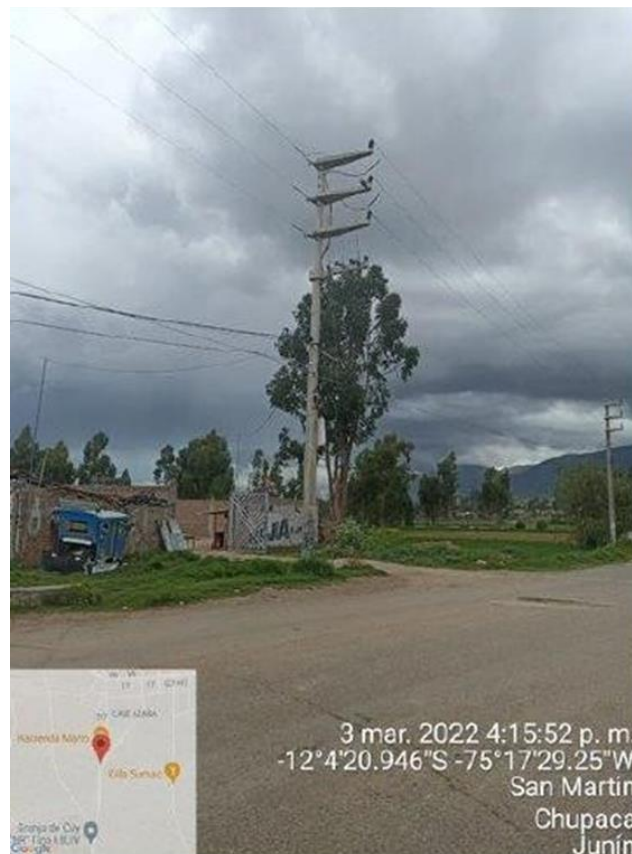


Figura 3. Registro fotográfico del alimentador A4402 – recloser trifásico RECI_3Ø antes



Figura 4. Registro fotográfico del alimentador A4402 – seccionador monopolar SEC1_IPH antes



Figura 5. Registro fotográfico del alimentador A4402 – seccionador monopolar SEC2_IPHA antes



Figura 6. Registro fotográfico del alimentador A4402 – sensor inteligente con sistema de comunicación SENI antes

Por lo cual, en virtud de las condiciones de falla previamente analizadas es necesario la elaboración de un análisis y evaluación de estos dispositivos que componen el accionamiento mecánico de reconexión y también la comunicación adrede a estos equipos predeterminantes para la concretización de la instalación de los equipos de reconexión en cuestión para lo cual como base se emplearán las siguientes estrategias:

- Análisis del manual y condiciones de operación del reconectador automático OSM en los parámetros de tensión aplicado en el alimentador A4402 de la subestación Chupaca.
- Establecer un procedimiento basado en las condiciones de contingencia y fallas para el funcionamiento de los equipos de comunicación y accionamiento mecánico de las líneas primarias y secundarias asociadas al alimentador A4402 de la subestación Chupaca.

Con la ejecución de las estrategias de análisis y procedimientos basados en los manuales y condiciones de operación del reconectador y de los 4 equipos asociados al accionamiento mecánico y protocolo de comunicación, se establecieron las recomendaciones y sugerencia de evaluación, para la justificación de su instalación y correcto funcionamiento.

2.2. Identificación de oportunidad en el área de actividad profesional

Como identificación de la oportunidad se tiene en cuenta dos puntos básicos:

- Que para Electrocentro S. A. es primordial asegurar la continuidad de la operación del suministro eléctrico y al mismo tiempo implementar un plan que permita proteger los equipos electromecánicos, de los trabajadores y la estabilidad económica de los clientes.
- Que el crecimiento de la demanda energética en Chupaca y contingencias en el servicio de suministro conlleva a proyectos de inversión y reestructuración de los equipos de protección de las líneas secundarias y primarias de manera que se mejore la calidad y continuidad del servicio, optimizando costos de operación y mantenimiento, garantizando el acceso a la energía eléctrica.

2.3. Objetivos de la actividad profesional

2.3.1. Objetivo general

Evaluar el reconectador de tensión en 10 kV, 13.2 kV y 23.9 kV para el alimentador A4402 de la subestación de transmisión Chupaca - 2022.

2.3.2. Objetivos específicos

- Identificar las condiciones de operación del reconectador automático OSM y las características de este para la instalación en la subestación de transmisión Chupaca – 2022.
- Determinar la problemática de las interrupciones y cortes de energía para la justificación de la instalación de equipos de reconexión.
- Identificar el proceso de conexión a la red primaria y secundaria asociada al alimentador A4401 y los parámetros de operación asociados a este.

2.4. Justificación de la actividad profesional

2.4.1. Teórica

El objetivo de los sistemas garantizados de distribución es la continuidad de la alimentación eléctrica conforme a lo establecido en la norma técnica de la calidad del suministro eléctrico. Se debe tener en cuenta que no se pueden evitar ni económica ni eléctricamente ciertas perturbaciones en el suministro que atentan contra la continuidad y, en consecuencia, debe buscarse reducir estas situaciones y restablecer el servicio en

tiempos mínimos. Las fallas implican en ciertos casos un lucro cesante, que es el factor que permite evaluar la conveniencia de utilizar dispositivos que mejoren la continuidad del servicio y es donde los dispositivos de protección, medición y control de equipos electromecánicos cumplen su función de diseño, en virtud de lo anterior, el presente trabajo se justifica en el aspecto teórico, porque aplica los principios previamente mencionados y, así mismo, se aplican en casos de contingencia que conlleva al análisis que se plasma en líneas siguientes.

2.4.2. Económica

Se garantiza la subsistencia y operación de una empresa eléctrica cuando esta justifica sus ganancias en relación a las pérdidas económicas que genera la desconexión de una red primaria o secundaria que conlleva pérdidas en relación a los clientes afectados y, por ende, el presente trabajo se justifica en el marco económico porque a partir de la evaluación del reconectador en base a las interrupciones se optimizará el tiempo de operación y, asimismo, se reducirán las pérdidas en cuestiones de reemplazo de equipos de protección y mantenimiento al disminuir la cantidad de cortes programadas o interrupciones en el alimentador A4402.

2.5. Resultados esperados

Con la evaluación el reconectador de tensión en 10 kV, 13.2 kV y 23.9 kV para el alimentador A4402 de la subestación de transmisión de Chupaca se acrecentará el tiempo de vida útil de los equipos eléctricos asociados a la red, así como los siguientes aspectos que se detallan en líneas siguientes:

- Incremento de la confiabilidad de las líneas primarias y secundarias y, por consiguiente, al tiempo de operación y las características de este.
- Disminución y descripción de las fallas presentes y la incidencia de estas que afecten al alimentador A4402 asociados a esa red, así como los dispositivos y equipos de accionamiento y comunicación.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Actividades realizadas en el proyecto

Este capítulo se enmarca en las bases matemáticas, empíricas y teóricas que se aplican al análisis de fallas en transformadores de potencia, que está sustentado en la ley de concesiones eléctricas y su reglamento vigente hasta la actualidad, así como se hace énfasis a los conocimientos teóricos que se ha venido aplicando y conociendo en la universidad, que se detallan en conjunto en las líneas siguientes.

3.2. Bases teóricas de las actividades realizadas

3.2.1. Parámetros eléctricos

3.2.1.1. Parámetros básicos de electricidad

a. Tensión

Se define como la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, su unidad de medida es el Voltio y se representa con el símbolo (V).

b. Corriente

Se define como el flujo de electrones en un circuito eléctrico, su unidad de medida es el Amperio y se representa con el símbolo (A).

c. Potencia

Se define como la cantidad de trabajo desarrollado en un determinado tiempo, su unidad de medida es el Watt y se representa con el símbolo (W).

d. Frecuencia

Se define como la magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico, su unidad de medida es el Hertz y se representa con (Hz).

3.2.2. Definiciones

a. Reconector

Se considera a un reconector como un interruptor con reconexión automática, instalado preferentemente en líneas de distribución. Este es un dispositivo de protección capaz de detectar una sobrecorriente, interrumpirla y reconectar automáticamente para reenergizar la línea.

b. Dispositivos de protección

Se define a los sistemas de protección como aquellos aparatos que se utilizan para evitar fallas y la destrucción de una instalación eléctrica, cuando su funcionamiento ha sido alterado o presenta errores de conexión.

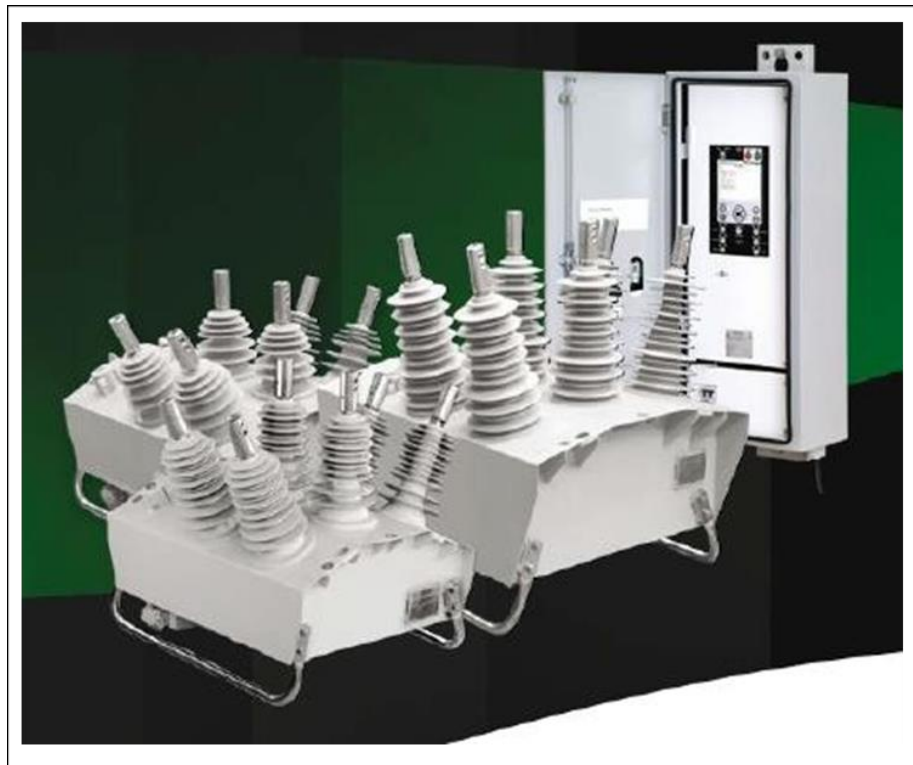


Figura 7. Reconector automático OSM

c. Tiempo de reinicio de AR

Se refiere al tiempo de reinicio AR que es el periodo subsecuente a un cierre después del cual el elemento de autorrecierre (AR) está listo para completar la secuencia completa.

d. Tiempo de reinicio de fallas

Se define como el tiempo tras el cual un arranque ya no está activo antes de que se reinicie el temporizador de protección.

e. Bloqueo

Se considera como bloqueo cuando el equipo se abre y no puede realizar ninguna acción de autorrecierre.

f. Prueba de operación de protección / solicitud de disparo

Se considera como solicitud o prueba de disparo cuando un elemento de protección detecta una falla y el arranque es originado; una vez el tiempo de protección termine, si la falla está todavía presente se desencadena una operación de protección como disparo o alarma.

g. Conteo de seccionador

Se considera como conteo de seccionador cuando el equipo espera por pérdida de suministro (LSD) antes de incrementar el contado de secuencia. En esta instancia la falla es detectada y «contada» pero el equipo no abre.

h. Disparo de seccionador

Se entiende como un disparo de seccionador cuando el equipo espera por detección de pérdida de suministro (LSD) antes de abrir.



Figura 8. Seccionador trifásico

3.2.3. Sistema garantizado de distribución

El sistema garantizado de distribución es el conjunto de activos o instalaciones de transmisión que se construyen como resultado del plan de transmisión, cuya

concesión y construcción sean resultado de un proceso de licitación pública.

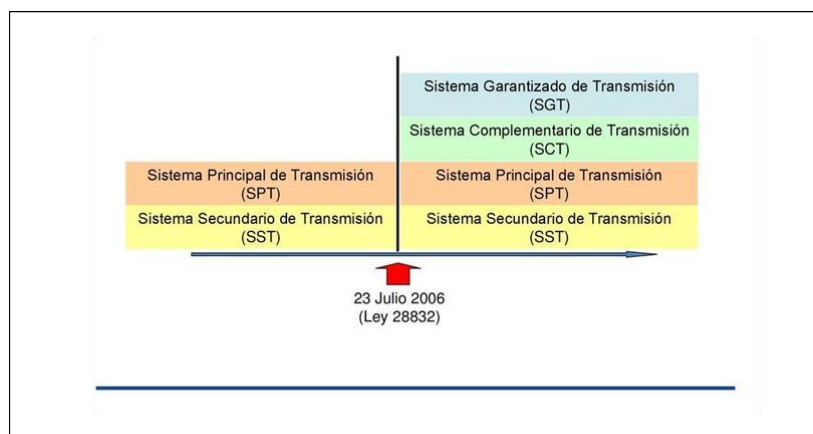


Figura 9. Evolución de los sistemas de transmisión a partir de la ley de concesiones eléctricas

a. Subestación de potencia

Se define a una subestación de potencia eléctrica como una instalación que forma parte de un sistema eléctrico de potencia cuyo objetivo principal es modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar la transmisión, distribución y uso final de la energía eléctrica.



Figura 10. Patio de llaves de una subestación clásica

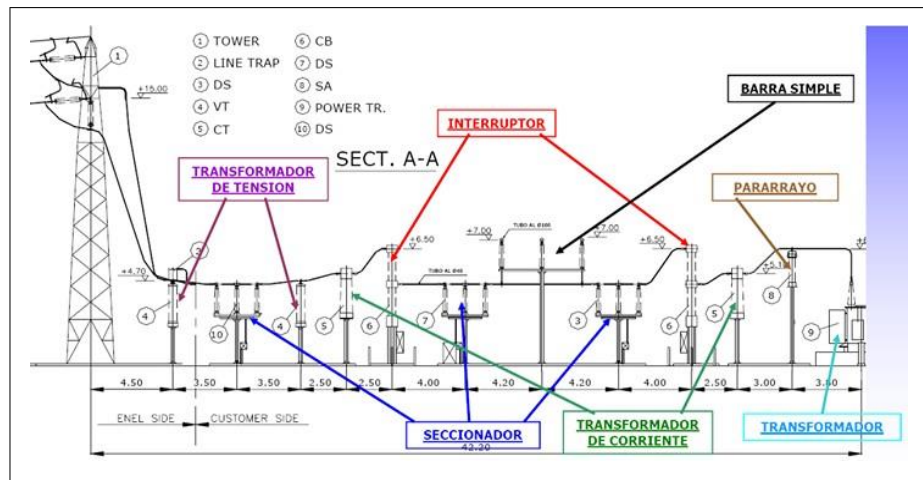


Figura 11. Esquema general de las partes de una subestación de potencia

b. Alimentadores

Los alimentadores son aquellos conductores eléctricos que van entre el equipo de medida y el primer tablero de la instalación, o los conductores controlados desde el tablero general y que alimentan tableros generales auxiliares o tableros de distribución.

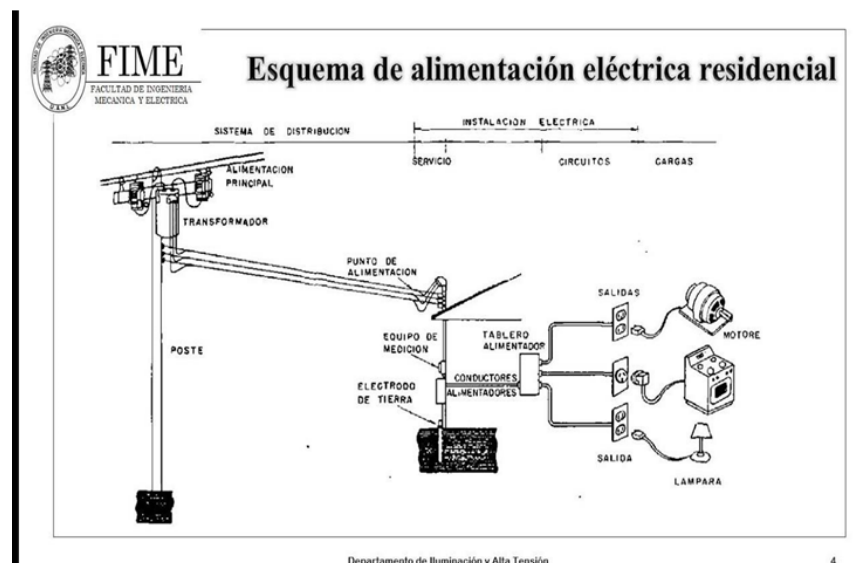


Figura 12. Esquema de alimentación eléctrica

c. Sistema SCADA

Se define al sistema Scada como un sistema de supervisión, control y adquisición de datos que ayuda a mejorar la toma de decisiones en remoto desde una cabina de mando en la Industria 4.0 aplicable en los campos de control de la energía eléctrica en el contexto de la presente investigación.



Figura 13. Interfaz del sistema Scada en sistemas eléctricos de potencia

3.3. Sustento académico para el análisis y descarte de fallas

3.3.1. Antecedentes nacionales

En la tesis «Localización óptima de reconectores normalmente abiertos para transferencia de carga» (1). Se desarrolló una metodología de optimización para ubicar reconectores normalmente abiertos (RNA) en forma óptima y que trabajen en conjunto con reconectores normalmente cerrados (RNC), mejorando los niveles de disponibilidad de servicio en los circuitos alimentadores primarios del sistema de distribución local (SDL) (1).

En la tesis «Ubicación óptima de reconectores y seccionadores en alimentadores urbanos en redes de distribución eléctrica para mejorar los indicadores de calidad del servicio técnico» (2) se propone una metodología de optimización, a través del algoritmo genético de ordenación no dominante II (NSGA-II) desarrollado con la herramienta computacional de Matlab, que permite determinar la ubicación óptima de equipos de protección a lo largo de la troncal principal de un alimentador. Con esta propuesta se espera mejorar el índice de calidad de servicio técnico FMIK, el mismo que cuantifica frecuencia de potencia desconectada del sistema.

3.3.2. Antecedentes internacionales

En la tesis «Ubicación óptima de reconectores y fusibles en sistemas de distribución» (3) se presenta una metodología para resolver el problema de localización óptima de reconectores y fusibles en sistemas de distribución de energía, para mejorar indicadores de confiabilidad asociados a la frecuencia con la que inciden las fallas transitorias y permanentes en los sistemas de distribución. Para formular el problema se plantean dos modelos matemáticos no lineales de tipo binario que consideran la ubicación de reconectores y fusibles bajo dos escenarios de

coordinación, denominados *fuse save scheme* y *fuse blow scheme*. El primer modelo minimiza el índice SAIFI y el segundo minimiza el índice MAIFI. El conjunto de restricciones es el mismo para ambos modelos, el cual considera características técnicas y operativas. Como estrategia de solución se propone una metodología que considera dos esquemas diferentes de solución: la primera emplea el optimizador comercial GAMS y la segunda usa como técnica de solución un algoritmo genético de Chu y Beasley (AGCB). Con el fin de verificar la validez de ambas estrategias, estas son aplicadas a dos sistemas de prueba de la información especializada, comparando los resultados obtenidos.

En la tesis «Ubicación óptima de reconectores en sistemas de distribución para minimizar la frecuencia media de interrupción» (4) se presenta una metodología para minimizar la frecuencia de fallas en sistemas de distribución radiales considerando una carga uniformemente distribuida. Se utiliza una aproximación lineal para la ubicación de reconectores. Este trabajo basa su estudio en la minimización del índice de frecuencia media de interrupción por potencia instalada, el cual es utilizado como parámetro de regulación y clasificación de las compañías distribuidoras chilenas, según la reglamentación eléctrica vigente. Se introduce además el concepto de factor de distancia entre línea troncal y arranque, el cual puede ser utilizado como herramienta de discriminación para acotar el número de reconectores a instalar en la línea troncal. Además, permite discriminar en base a la data histórica de la línea si un arranque cualquiera debe ser evaluado económicamente, como un nuevo alimentador, de forma tal que el índice de frecuencia media de interrupción por potencia instalada sea minimizado (4).

En la tesis «Propuesta de automatización de equipos de protección y maniobra mediante el sistema de control de supervisión y adquisición de datos – sistema eléctrico Cusco» (5) se desarrolla a causa de la problemática en cuanto a la operación de los equipos de protección y maniobra del sector típico 2, a concesión de la empresa distribuidora Electro Sur Este S. A. A.; este sector típico, geográficamente, pertenece a la ciudad del Cusco, donde se encuentran cargas de mayor importancia como son hospitales, industrias, y demás empresas a las que una ausencia del servicio eléctrico causarían pérdidas económicas considerables (5).

3.4. Reconectores y dispositivos de protección

3.4.1. Base Legal

3.4.1.1. Petitorio de instalación de reconectores

- Considerar el modelamiento de las zonas urbanas, no urbanas y rurales presentado por Electrocentro. Considerar la longitud total incluyendo la traza de redes de terceros en los sistemas eléctricos del sector típico 4 y sistemas eléctricos rurales (SER), como se indica en el cuadro extraído del VNRGIS a diciembre de 2018.
- Considerar el dimensionamiento para valorizar el hardware y el software presentado por Electrocentro y mantener los porcentajes de asignación al valor agregado de distribución (VAD).
- Considerar el valor de mercado del metro cuadrado de terreno y edificaciones presentado por Electrocentro.
- Eliminar la reducción de costos no sustentada de la red de media tensión (MT) del ST4 y considerar la información presentada por Electrocentro; o, en su defecto, mantener los costos establecidos en la prepublicación.
- En costos de operación técnica se debe considerar el dimensionamiento de cuadrillas propuesto por Electrocentro.
- En costos de operación comercial, considerar el dimensionamiento de cuadrillas propuesto por Electrocentro.
- Considerar el dimensionamiento de personal de terceros necesarios para la atención comercial en las oficinas de Electrocentro y, considerar dentro de las instalaciones de la empresa, el espacio físico que ocuparía este personal.
- Reconocer los costos asociados al espacio físico y uniforme de los trabajadores del *call center* dentro de la planilla de costos; o, en su defecto, dimensionar el espacio necesario en las instalaciones de Electrocentro.

3.4.1.2. Norma legal vigente aplicable para la instalación de DP

En el Decreto Ley N.º 25844, Ley de Concesiones Eléctricas y en su

Reglamento aprobado por Decreto Supremo N.º 009-93-EM; en la Ley N.º 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos y en su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N.º 042-2005- PCM; en el Reglamento General de Osinergmin, aprobado por Decreto Supremo N.º 054-2001- PCM; en su Reglamento de Organización y Funciones aprobado por Decreto Supremo N.º 010-2016-PCM, y en el Texto Único Ordenado de la Ley N.º 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por el Decreto Supremo N.º 004-2019-JUS; así como en sus normas modificatorias, complementarias y conexas se establece los criterios de protección, conexión y dimensionamiento de los dispositivos de protección en redes y equipos de distribución.

3.4.2. Operación y criterios del reconectador OSM

3.4.2.1. Características claves del OSM

- Reconectador automático trifásico
- Interrupción al vacío con aislación dieléctrico sólido / aire
- Tanque de acero inoxidable con contención y ventilación a falla al arco
- Soporte de montaje para pararrayos integrados
- *Bushings* de goma silicona
- Mecanismo de operación: actuadores magnéticos de bajo voltaje
- 3 x TC y 6 x sensores de voltaje incluidos como estándar
- Sin componentes electrónicos activos en el tanque
- Protección IP65/NEMA 4
- Provisión para contador mecánico

3.4.2.2. Pruebas de arco interno

El arco interno es un fenómeno muy rápido, casi explosivo, de transformación de una energía eléctrica inicial en la generación de una onda de presión y calor sobre el medio donde se produce, es decir, típicamente el medio dieléctrico utilizado.

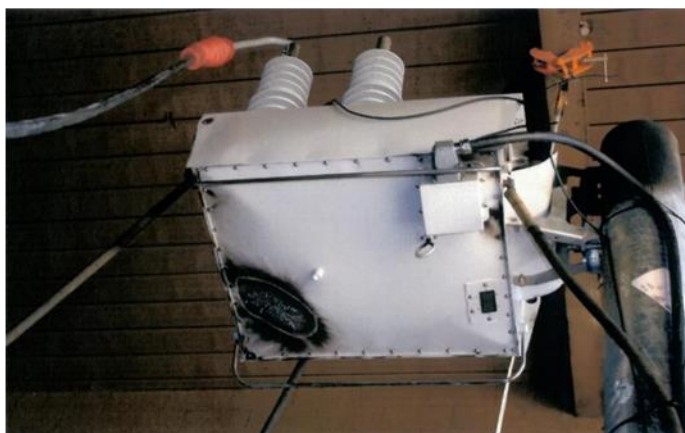


Figura 14. Reconectador automático OMS en pruebas de arco interno eléctrico_V1



Figura 15. Reconectador automático OMS en pruebas de arco interno eléctrico_V2

Conforme a la norma IEC 62271-200, se debe garantizar la seguridad del personal en caso de arco eléctrico en reconectadores y dispositivos asociados a la interrupción del flujo eléctrico. Es importante certificar los equipos eléctricos que funcionan en las diferentes condiciones requeridas por las normas, para garantizar una mayor seguridad y durabilidad de los equipos electromecánicos. Además, las certificaciones aumentan el prestigio de la empresa y suelen ser requisitos previos imprescindibles para participar en licitaciones o colaboraciones.

Test Report COPY



Testing &
Certification
Australia

Number 102676

Apparatus 38 KV, 630 A, 12.5 kA, three-phase, outdoor, solid dielectric insulated, vacuum automatic circuit recloser, Model No. OSM 38-12-630-300.

Manufacturer NOJA Power Switchgear Pty Ltd
16 Archimedes Place
Murarrie, Queensland, 4172
Australia

Client NOJA Power Switchgear Pty Ltd
16 Archimedes Place
Murarrie, Queensland, 4172
Australia

Dates of Tests 17 August 2009

The apparatus, constructed in accordance with the description, drawings and photographs incorporated in this Test Report has been tested generally* in accordance with:

IEC 62271-200: 2003 and AS 62271.200 - 2005, Clause 6.106 and Annex A.

*See Test Conditions, items 3 and 8.

Tests

Classification IAC : C
Internal Arc : 12.5 kA rms for 0.2 s

Conclusion

The recloser passed the test achieving the following:

Classification IAC : C
Internal Arc : 12.5 kA rms for 0.2 s

This Test Report applies only to the apparatus tested. The responsibility for conformity of any apparatus having the same designations with that tested rests with the manufacturer. Only reproduction of this entire document is permitted without written permission from Testing & Certification Australia, 18 Mars Road, Lane Cove, NSW, 2096, Australia. Telephone 61 (0)2 9424 3600, Facsimile 61 (0)2 9426 2645.

This Test Report comprises 6 pages, 1 diagram, 1 oscillogram, 10 photographs and 2 drawings

M.A. Carstedt

M. A. Carstedt
NATA Signatory

M. J. ...

Manager - TCA

5 November 2009

Date of Issue



This document is issued in accordance with NATA's accreditation requirements.
Accredited for compliance with ISO / IEC 17025. Accreditation Number 62.

Figura 16. Certificado de testeo de prueba de arco interno de reconectador OSM

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. Descripción de actividades profesionales

4.1.1. Actividad 1: Determinación del sistema eléctrico a analizar

En esta actividad, en mi calidad de supervisor de campo de la empresa CHP en Electrocentro teniendo en cuenta el objetivo de evaluar el reconectador de tensión en 10 kV, 13.2 kV y 29.3 kV, se determinarán los parámetros eléctricos de operación e instalación del reconectador de clase OSM y para ello se plantea la verificación y obtención de la siguiente información:

- Lectura de campo (se verifica utilizando las fotografías de instalación obtenidas de los postes donde se implementaron los dispositivos).
- Datos de las protecciones instaladas (se verifica utilizando las fotografías almacenadas en la base de datos de los informes de fallas).
- Validación y análisis del estatus de operatividad de la red primaria y secundaria.
- Validación y análisis del estatus de operatividad después de la instalación respectiva del reconectador. Durante la verificación de la documentación entregada la concesionaria y acorde a la normativa vigente se verifica el cumplimiento de las exigencias establecidas en las bases integradas del concurso supervisado.

4.1.2. Actividad 2: Validación de los reportes en los informes de Electrocentro

En esta etapa se verifica la información registrada por la concesionaria sobre los datos de la subestación Chupaca. A la extracción de los datos corresponde los siguientes ítems:

- Datos de los dispositivos de las protecciones
- Datos de la configuración topológica de la subestación Chupaca



Figura 17. Diseño topológico de la subestación Chupaca

4.1.3. Actividad 3: Descripción del reconector OSM

Como supervisor de campo, se analizan los datos técnicos e instructivos del reconector OSM aplicado a las redes. En esta parte se analiza el diagrama del tiempo de interrupción y operación de cierre del reconector OSM. El retraso de liberación es el tiempo de operación de la protección y está definido como el tiempo desde cuando la falta ocurre hasta cuando la operación de protección es activada. Este tiempo variará dependiendo de los ajustes de protección que han sido configurados.

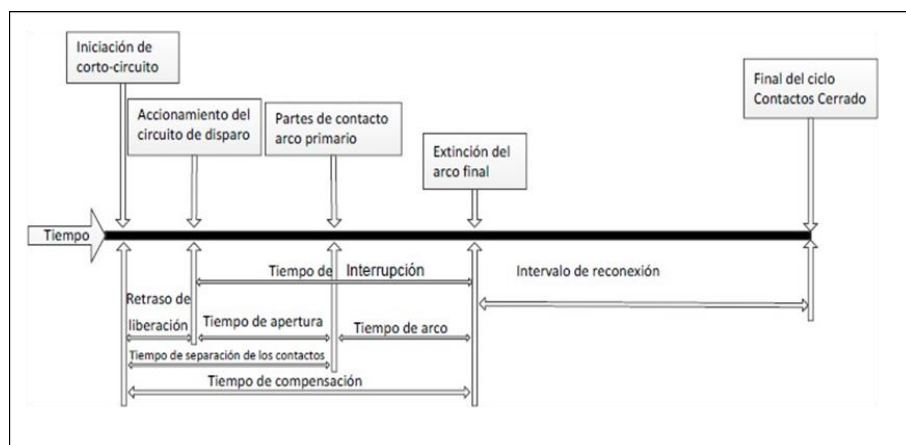


Figura 18. Diagrama de interrupción y cierre

4.1.4. Actividad 4: Descripción de la precisión de los sensores del reanclador OSM

Como supervisor de campo, se analizan los datos técnicos e instructivos del reanclador OSM aplicado a las redes en cuanto a la sensibilidad para su actuación.

Tabla 1. Precisión de los sensores del reanclador OSM

| Tipo de sensor de precisión | Precisión | Rangos donde se garantiza precisión |
|---|--------------|-------------------------------------|
| Transformador de corriente | $\pm 0.2\%$ | 0 – 800 A |
| Transformador de corriente (Modelo 0.2 A SEF) | $\pm 0.03\%$ | 0 – 800 A |
| Sensor de voltaje | $\pm 5\%$ | - |

4.1.5. Actividad 5: Descripción del ciclo de interrupción del reanclador OSM

La vida útil de los contactos del interruptor en vacío en función de la corriente de interrupción se ilustra en el siguiente gráfico.

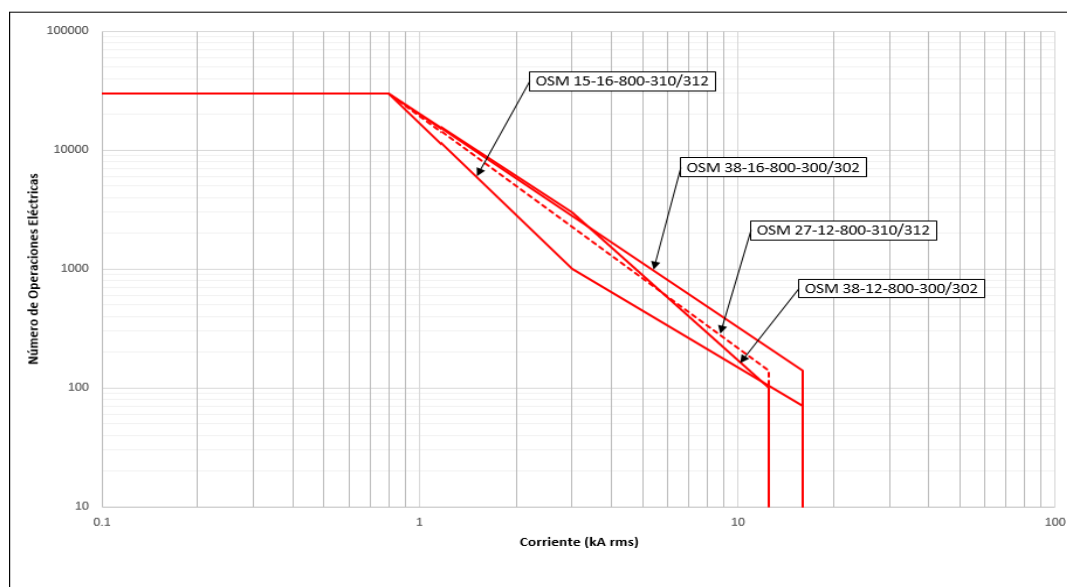


Figura 19. Ciclos de interrupción

4.1.6. Actividad 6: Descripción de las generalidades del reconectador automático OSM

El tanque del reconectador OSM es fabricado con cubierta de acero inoxidable revestida con pintura pulverizada, diseñado con ventilación de falla de arco interno y una vida útil de operación de 30 años. El tanque OSM 300 y 310 contienen tres polos y los reconectores OSM 302 y 312 tienen dos polos, cada uno con su propio interruptor de vacío y varilla de accionamiento aislada dentro de un revestimiento sólido dieléctrico. Cada polo tiene su propio actuador magnético dentro de una carcasa que encierra el mecanismo. Los tres polos están instalados dentro de un tanque sellado. Este último asegura una protección IP65 y está dotado de un respirador de cerámica para evitar la acumulación de condensación. La energía para operación se obtiene de capacitores dentro del cubículo de control (RC10). Los actuadores magnéticos garantizan una operación trifásica simultánea para los modelos 300 y 310 y dos fases simultáneas para los modelos 302 y 312. Los tres actuadores magnéticos, se encuentran interconectados mecánicamente para asegurar una correcta operación trifásica.

Un seguro magnético mantiene el mecanismo en la posición de cierre. La operación de disparo se logra invirtiendo la dirección de la corriente para generar una fuerza en la dirección opuesta a la operación de cierre. El reconectador OSM puede ser operado por medio de una pértiga tirando el anillo de disparo mecánico hacia la posición de abierto. El indicador de posición se encuentra ubicado en la base del tanque y es visible para un operador localizado en el suelo. El estado del cierre / apertura del reconectador es detectado por el cubículo de control mediante el monitoreo del estado de interruptores auxiliares que reflejan la posición del mecanismo. Un contador mecánico de operaciones opcional está disponible. El voltaje se mide en los seis *bushings* para las series 300 y 310 y en las cuatro *bushings* para las series 302 y 312, mediante sensores acoplados capacitivamente a los terminales de alta tensión (HV). La corriente se mide en las tres fases en los modelos 300 y 310 y en dos fases para los reconectores series 302 y 312, mediante transformadores de corriente (TC). Estos proporcionan la medición de corriente de fase y residual para indicación y brindan protección de sobrecorriente de fase y de tierra. Los transformadores de corriente secundarios son automáticamente cortocircuitados cuando el tanque está desconectado desde el cubículo de control. Los *bushings* del circuito principal son fabricados de resina epoxi-aromática. La cubierta de goma silicona de los *bushings* está diseñada para que proporcione la distancia de fuga requerida. Los *bushings* cuentan con conectores de bronce y tienen un baño de estaño para la conexión de cables aéreos. Estos pueden

proporcionarse en forma de conectores cilíndricos para cables de hasta 260 mm² o conectores tipo Palm (empalme) NEMA de 2 orificios y otros tipos de terminaciones que estén disponibles. El cable de control OSM es el mismo para los tres modelos. El aterrizaje a tierra se lleva a cabo mediante un perno M12 en el tanque.

4.1.7. Actividad 7: Descripción conceptual y gráfica del reconector OSM

Con el objetivo de conocer el diseño y partes del reconector OSM se plantea el siguiente gráfico.

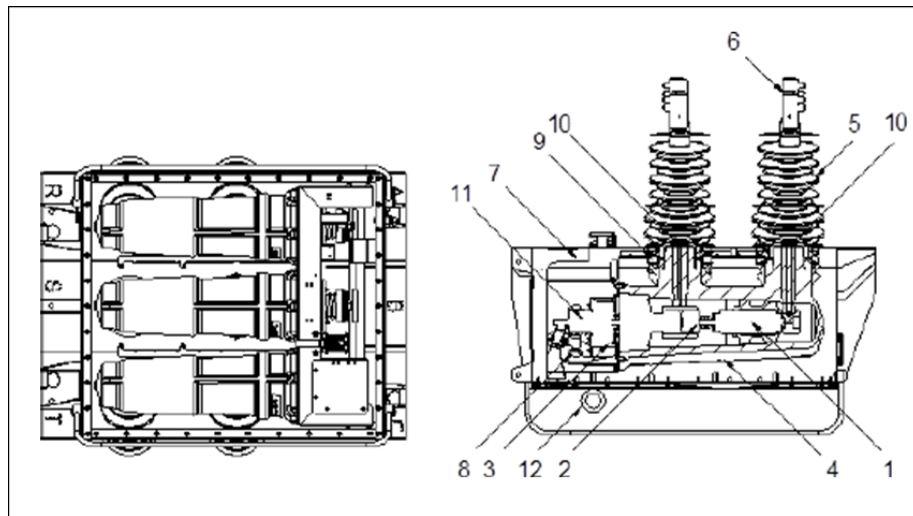


Figura 20. Sección transversal reconector OSM

1. Interruptor de vacío
2. Varilla de accionamiento aislada
3. Actuador magnético
4. Cubierta de resina epoxi-aromática
5. *Bushing* con envoltorio de goma silicona
6. Conector de cable
7. Tanque de acero inoxidable
8. Interruptores auxiliares
9. Transformador de corriente
10. Sensor de voltaje acoplado capacitivamente
11. Resorte de apertura
12. Respirador cerámico

4.1.8. Actividad 8: Descripción del cubículo de control del reconector RC

Los cubículos de control del reconector (RC) se fabrican en acero inoxidable con recubrimiento de pintura, brindando un grado de protección IP66. Los cubículos

RC tienen un sistema de cierre seguro para la puerta exterior, un sujetador de puerta y una manija con cerrojo.

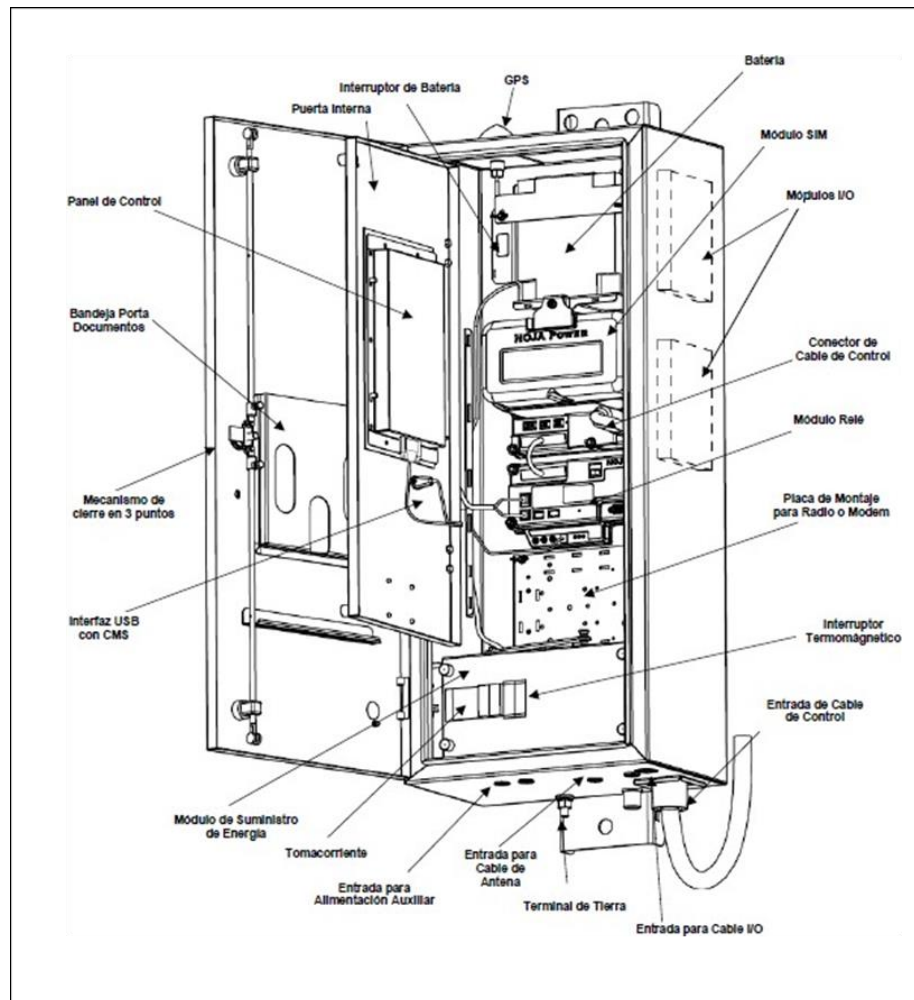


Figura 21. Cubículo de control del reanclador

Algunas características del cubículo RC de control son las siguientes e incluyen:

- Panel de operador
- Chapa para poner candado con barreno de 12 mm
- Espacio para radio, módem u otro equipo de comunicaciones (300 ancho x 165 alto x 180 largo)
- Interruptor termomagnético para la alimentación auxiliar
- Tomacorriente
- Seguro para mantener la puerta abierta en un ángulo de 110°
- Bandeja portadocumentos
- Entradas para el cable de control y la alimentación auxiliar a prueba de vandalismo

- Filtro de drenado a prueba de polvo
- Perno de aterrizaje M12
- Orificios de entrada para cables múltiples
- Interruptor de batería

4.1.9. Actividad 9: Descripción del diagrama funcional

La estructura funcional del reconectador OSM con cubículo de control RC10 es ilustrado en el siguiente diagrama de bloque.

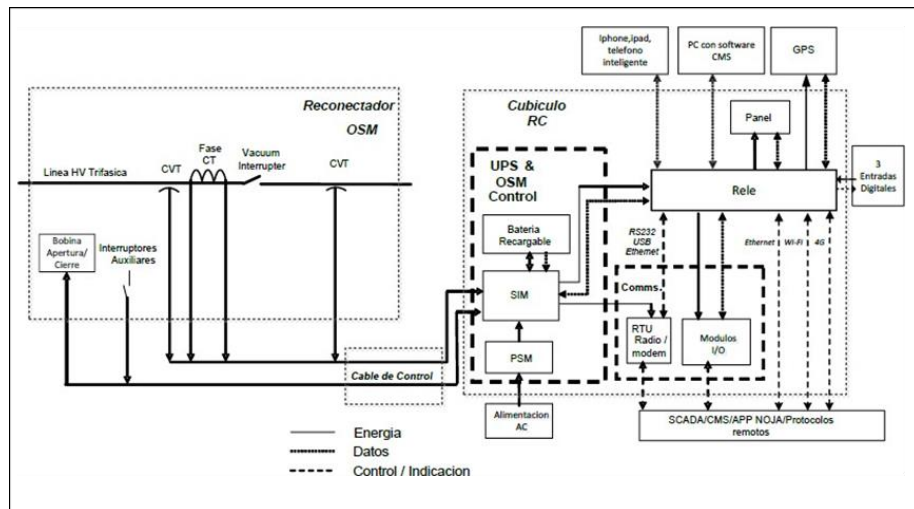


Figura 22. Diagrama de funcionalidad del reconectador con cubículo de control

4.1.10. Actividad 10: Disposición del módulo de energía (PSM)

El módulo de suministro de energía (PSM) suministra alimentación DC (AC rectificadas) filtrada y protegida contra sobretensión hacia el SIM. El módulo PSM estándar permite una entrada de AC. Comúnmente, la alimentación de entrada AC desde usuario hacia el PSM proviene desde un transformador de potencial auxiliar (VT) o de la red eléctrica de baja tensión (BT) de la empresa de distribución eléctrica. Si una segunda fuente de AC es usada existe un módulo PSM con entrada doble que está disponible de manera opcional. Los cables de alimentación provenientes del suministro auxiliar son conectados a los terminales Activo (A), Neutro (N) y Tierra (E) como se muestra en la siguiente imagen. Las entradas del interruptor termomagnético bipolar (MCB) y los terminales de tierra pueden ser accedidos removiendo la cubierta de seguridad. El MCB debe ser posicionado en OFF antes de que el interruptor selector de voltaje sea movido a 110 Vac o 220 Vac, respectivamente. El lado secundario de la alimentación auxiliar posee un fusible de quemado rápido de 6.3 A M205 localizado en la parte de superior. El PSM proporciona un espacio adicional para colocar dispositivos del usuario tal como una protección de voltaje junto a MCB.

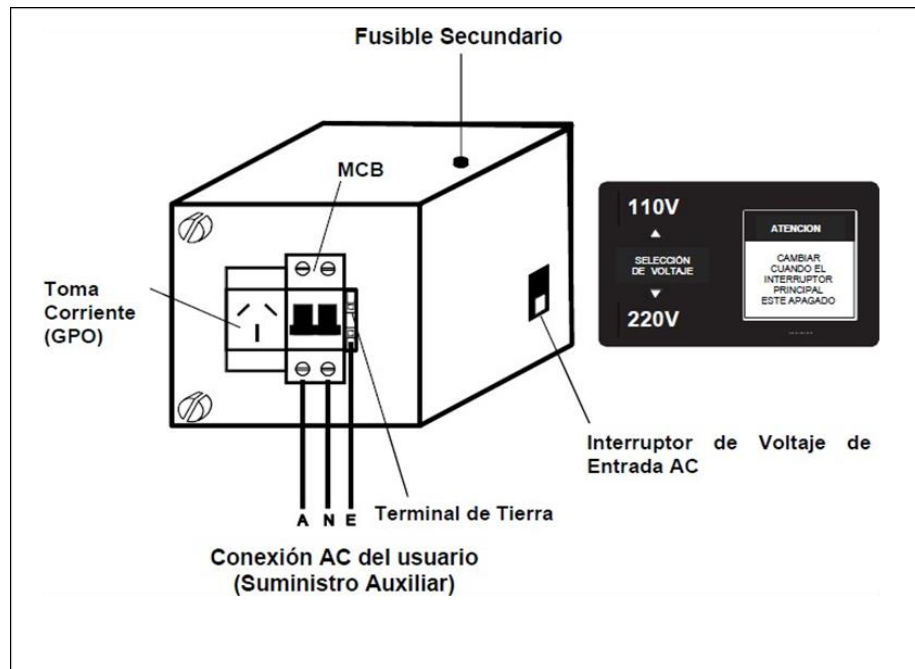


Figura 23. Modulo PSM

4.1.11. Actividad 11: Disposición del módulo interfaz *Switchgear* (SIM)

Conforme el módulo interfaz *Switchgear* (SIM) proporciona la administración de energía, cargador de batería e incorpora los capacitores que suministran la energía para las operaciones de apertura y cierre del tanque OSM. Recibe las señales de salida de los transformadores de voltaje capacitivos (CVT) y transformadores de corriente (TC) desde el tanque OSM y las transfiere al módulo relé (REL) después de filtrarlas y escalarlas. El módulo SIM convierte las señales de control de Apertura / Cierre desde el módulo del relé a pulsos aplicados a la bobina del actuador magnético para manejar los contactos en la posición de abierto o cerrado. Esto también convierte el estado del interruptor auxiliar del OSM a una señal de posición lógica para el uso de protección e indicación de elementos del relé y filtros de señales analógicas desde el tanque OSM. La salud del circuito de la bobina OSM es monitoreada por el módulo SIM. Dependiendo del problema, eventos de falla como un OSM OC (circuito abierto), OSM SC (corto circuito) o bobina aislada (disparo mecánico operado) serán registrados por el RC10. Los capacitores de la unidad de actuador de disparo y cierre tienen la capacidad de proporcionar un ciclo completo de operación igual a O – 0.1s – CO – 1s – CO – 1s – CO. Los capacitores son cargados en 60 s después de la ejecución del ciclo de operación descrito anteriormente. Los capacitores son cargados dentro de 60 s (tensión auxiliar conectada) desde que el cable de control se conecta al reconector.

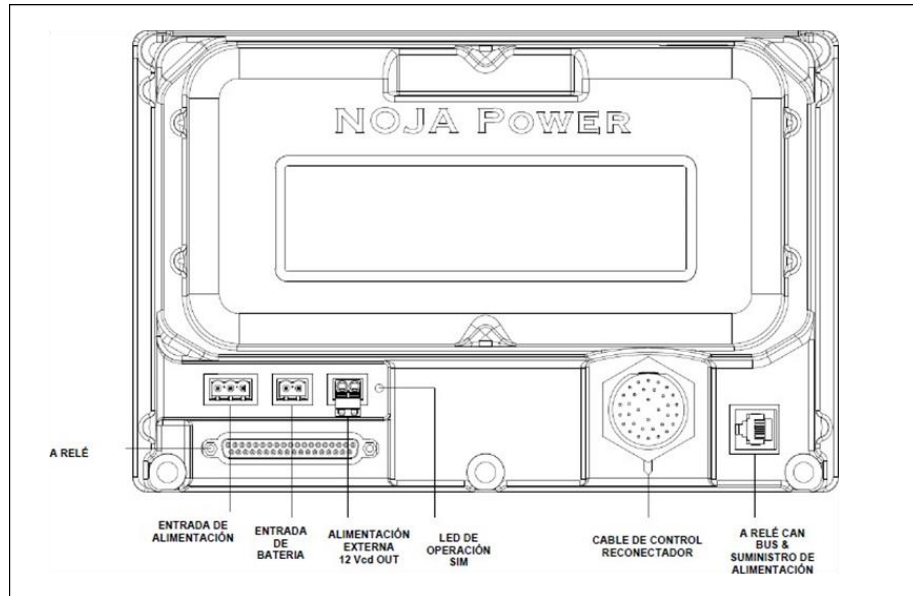


Figura 24. Módulo de interfaz Switchgear

4.1.12. Actividad 12: Disposición del módulo relé (REL)

El módulo relé (REL) es responsable de todas las funcionalidades disponibles en el cubículo de control del reconectador (RC) a través de interacción con el reconectador OSM, módulo interfaz *Switchgear* y panel de control. Este contiene el controlador (microprocesador) principal, función de procesamiento digital de señales (DSP), unidad terminal remota (RTU), puertos de comunicación y entradas digitales estándar. El módulo relé (REL) convierte las señales análogas recibidas desde el módulo SIM en información de medidas (consultar la sección 5: Mediciones). El módulo relé proporciona las siguientes funciones:

- Medida
- Protección
- Monitoreo
- Control e indicación

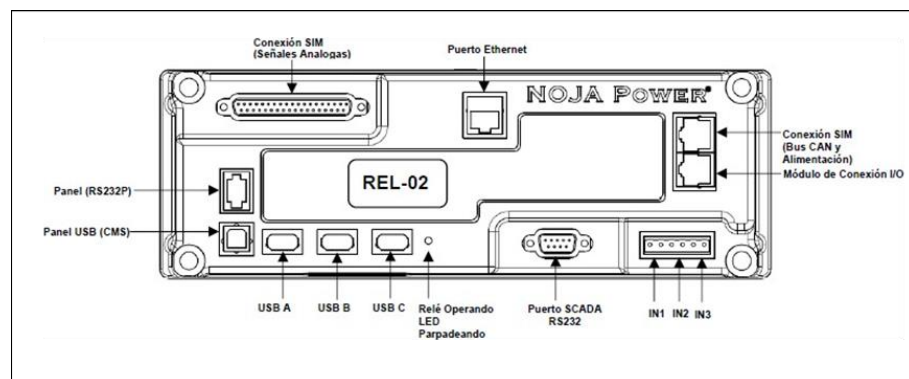


Figura 25. Módulo Relé REL

El módulo REL cuenta con puertos seriales para la extracción y análisis de datos en fuentes externas, los mismos que cuentan con características definidas para cada tipo de puerto serial que se plasman en la siguiente tabla.

Tabla 2. Características del puerto de comunicación del REL

| Relé | Puertos de Comunicación | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|------|------|------|-----|-------|----|-----|
| | RS232 | USBA | USBB | USBC | LAN | Wi-Fi | 4G | GPS |
| REL-01 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| REL-02 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| REL-15 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ |
| REL-15-4GA (Europa/APAC) | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| REL-15-4GB (Américas) | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

4.2. Enfoque de las actividades profesionales

Las actividades profesionales ejecutadas corresponden al control y operación de los distintos componentes de un sistema eléctrico de potencia y la interconexión al mismo, conforme a la normativa vigente como la Ley de concesiones eléctricas y las disposiciones legales de Osinergmin, por consiguiente, se analiza las cargas y potencias en caso de incidencia de una falla a lo largo de la red troncal de la concesionaria, en este caso, para CHP y Electrocentro.

Asimismo, plasmando y aplicando la teoría aprendida en la universidad es que se logra estos objetivos de control y reposición de contingencias ante la ocurrencia de las fallas, en el campo laboral convergen los aprendizajes empíricos y teóricos de modo tal que la formación profesional se ve afianzada en cada uno de estos aspectos.

4.2.1. Alcance de las actividades profesionales

El alcance de mis actividades profesionales es a nivel nacional donde se involucre la red troncal nacional y el sistema garantizado de transmisión y distribución, teniendo como sustento legal las leyes y disposiciones emitidas por el Ministerio de Energía y Minas, la Dirección General de Electricidad, Osinergmin, entre otras entidades. Son de cumplimiento obligatorio en todas las empresas del sector eléctrico a nivel nacional; en tal sentido, son de vital importancia las actividades ejecutadas, Puesto que permiten la mejora del proceso de transferencia energética en todos los componentes del sistema interconectado nacional, la optimización del uso de recursos, equipos y dispositivos que afiancen el funcionamiento del mismo, por lo que, mediante este tipo de trabajos se contribuye a la mejora constante y el monitoreo de la red de alimentación que es parte indispensable en el desarrollo energético del Perú.

Entregables de las actividades profesionales.

En la ejecución de las actividades profesionales se tuvo la siguiente estructura de entregas documentarias.

- Entregable 1: Reporte de operatividad
- Entregable 2: Fichas de trabajo en campo de la subestación Chupaca en el alimentador A4402.
- Entregable 3: Informe técnico de fallas
- Entregable 4: Procedimiento de la instalación de equipos reconector OSM
- Entregable 5: Acta de conformidad

4.3. Aspectos técnicos de la actividad profesional

4.3.1. Metodologías, técnicas e instrumentos

Los métodos que se han empleado en la ejecución de mis actividades profesionales fueron los siguientes:

4.3.1.1. Método inductivo

Las soluciones que se identificaron en el desarrollo de las actividades se replicaron y remitieron al personal que labora en campo a fin de afianzar y sincronizar el trabajo en equipo.

4.3.1.2. Método de investigación

El trabajo presentado se aproxima a la estructura referente a la metodología de investigación cuantitativa puesto que se manejan números y la incidencia que tienen en los resultados.

4.3.1.3. Alcance de la investigación

Se identificó como alcance de la investigación al estudio descriptivo, puesto que se centró la investigación en la descripción del fenómeno y el evento, definirlo y posteriormente detallarlo.

4.3.2. Técnicas

Las técnicas utilizadas en mis actividades profesionales son las siguientes:

4.3.2.1. Técnica de observación

Consiste en la observación minuciosa del evento, contextualizando se

aplicó este método en la visita a campo y la inspección visual del estado del alimentador A4402.

4.3.2.2. Técnica de planificación

Se estableció un orden secuencial de las actividades a realizar a fin de tener un objetivo y un proceso por el cual afianzar las metas y estrategias, que en el caso de mis labores como profesional es de asegurar la continuidad y la operación del sistema eléctrico adjudicado a la concesionaria con base en los procedimientos y estatutos vigentes.

4.3.2.3. Instrumentos

En la consolidación de los trabajos de campo necesarios para llevar a cabo el presente trabajo de medición se utilizaron los siguientes instrumentos.

- Documentos de archivo
- Lecturas de informes
- Inspección visual

4.3.3. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

Los equipos que se utilizan en la ejecución de las actividades profesionales son:

- Laptop
- Celular inteligente
- Escáner
- Servidor de comunicaciones
- Servidor de base de datos
- Impresoras

4.4. Ejecución de las actividades profesionales

4.4.1. Cronograma de actividades realizadas

4.4.1.1. Reporte de fallas ante el coordinador

El reporte de fallas e interrupciones al coordinador (COES), que como parte de la supervisión en campo, corresponde a mis actividades como profesional tener conocimiento del proceso de reportes de falla y reposición del sistema para la actuación de los dispositivos de protección, por ejemplo, el reconectador OSM.

Tabla 3. Consideraciones del reporte de fallas ante el coordinador de operación del sistema interconectado (COES)

| Consideraciones del reporte de fallas | | | |
|--|--|--|--|
| Procedimiento para la supervisión de la operación de los sistemas eléctricos. Resolución Osinergmin N.º 074 – 2004 – OS - CD | | Procedimiento para la supervisión y fiscalización de los sistemas de transmisión. Resolución Osinergmin N.º 091 – 2006 – OS - CD | |
| Cuando la interrupción tiene una duración mayor o igual a 3 minutos. | | Cuando la interrupción tiene una duración mayor o igual a 1 segundo. | |
| Cuando la interrupción afecta a todo un sistema eléctrico o cuando afectan a más de 5000 usuarios. | | Cuando la instalación afectada tiene una tensión de operación mayor o igual a 30 kV | |
| Tipo de interrupción | Plazo de reporte | Tipo de interrupción | Plazo de reporte |
| Falla, operación, otros o terceros, corte de emergencia | 12 horas después de iniciada la interrupción | Falla, operación, otros o terceros, corte de emergencia | 12 horas después de iniciada la interrupción |
| Mantenimiento programado, expansión o reforzamiento | | Mantenimiento programado, expansión o reforzamiento | 48 horas antes |
| | | | 12 horas después |

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas

De lo expuesto en líneas anteriores y atendiendo a la necesidad de la utilización de la utilización de dispositivos de protección como en el reconectador OSM y con la data anteriormente mencionada, se procede a detallar los resultados de la evaluación e instalación de este DP con los parámetros eléctricos a la calidad de la red de alimentación. Se concluye que cumple las funciones de protección y corte relacionado con la etapa de configuración e instalación.

5.1.1. Reconectador OSM

El embalaje del reconectador OSM es la primera parte de los resultados plausibles, puesto que, en mi calidad de supervisor de labores en campo, es necesario verificar la calidad e integridad de este equipo, por ende, se evidencian los siguientes registros fotográficos.



Figura 26. Embalaje del reconectar OSM38



Figura 27. Empaquetadura del reconector OSM38

5.1.2. Instalación de los dispositivos de comunicación y accionamiento

La instalación de estos dispositivos corresponde a la salida del alimentador A4402 como se menciona en líneas anteriores, en las siguientes evidencias fotográficas se plasman el status comparativo antes de la instalación y después de la instalación de los 4 dispositivos entre accionamiento y comunicación.



Figura 28. Comparativa antes y después de la instalación recloser trifásico RECI



Figura 29. Comparativa antes y después de la instalación del seccionador monopolar SECI



Figura 30. Comparativa antes y después de la instalación del seccionador monopolar SEC2



Figura 31. Comparativa antes y después de la instalación de la comunicación inteligente SEN 1

5.1.3. Ajuste de la comunicación sin conexión (conductores rotos)

En esta sección se configura el accionamiento y recierre con relación al protocolo de comunicación CMS en el interfaz, donde se pueden apreciar los parámetros que se están teniendo en cuenta para la maniobra automática de cierre y apertura, interfaz que se plasma en la siguiente línea.

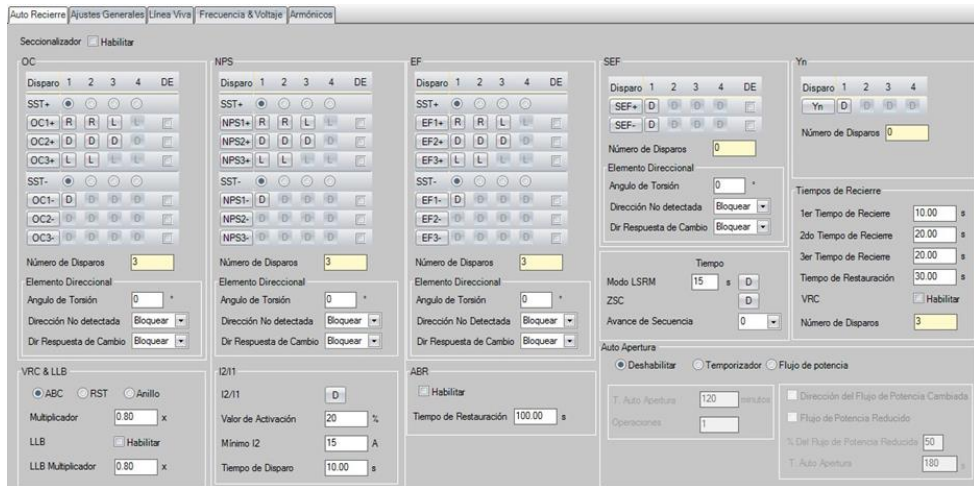


Figura 32. Interfaz de configuración contra fallas en conductores

En la siguiente tabla se tiene en cuenta los valores de recierre para el cuadro resumen de recierre del reconectador OSM en caso de este tipo específico de contingencia.

Tabla 4. Consideración para operaciones de recierre en conductores

| Tiempo de recierre | Segundos (s) | Parámetros de corriente | Unidad |
|----------------------------|--------------|-------------------------|--------|
| Primer tiempo de recierre | 10 | Valor de activación | 20 % |
| Segundo tiempo de recierre | 20 | Mínimo de corriente | 15 A |
| Tercer tiempo de recierre | 30 | Tiempo de disparo | 10 m/s |

5.1.4 Configuración de la protección de admitancias

El principio fundamental de funcionamiento de la protección de fallo a tierra basada en la admitancia se apoya en la discriminación entre las admitancias en el punto neutro resultantes de los fallos interiores y exteriores de los puntos de medición de los dispositivos de protección. La protección actúa, es decir, dispara el interruptor del circuito, cuando se mide la admitancia interna del fallo, pero no cuando se mide la admitancia externa. Esta condición se caracteriza por los límites de funcionamiento, que pueden ser circulares o estar formados por una o varias líneas. La protección actúa cuando el punto de la admitancia calculada se desplaza fuera de estas líneas y, por ende, en la configuración se puede activar.

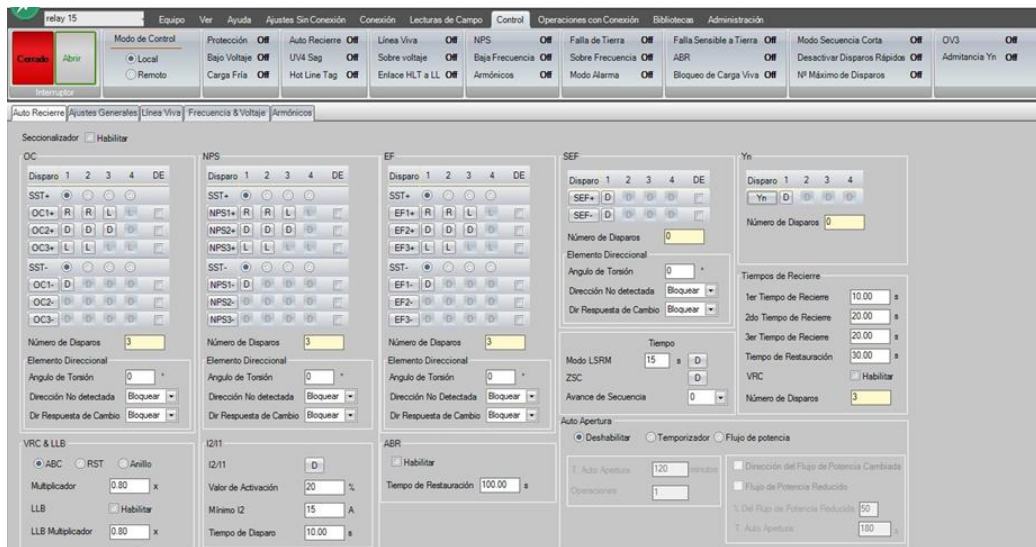


Figura 33. Interfaz de configuración de protección de admitancia

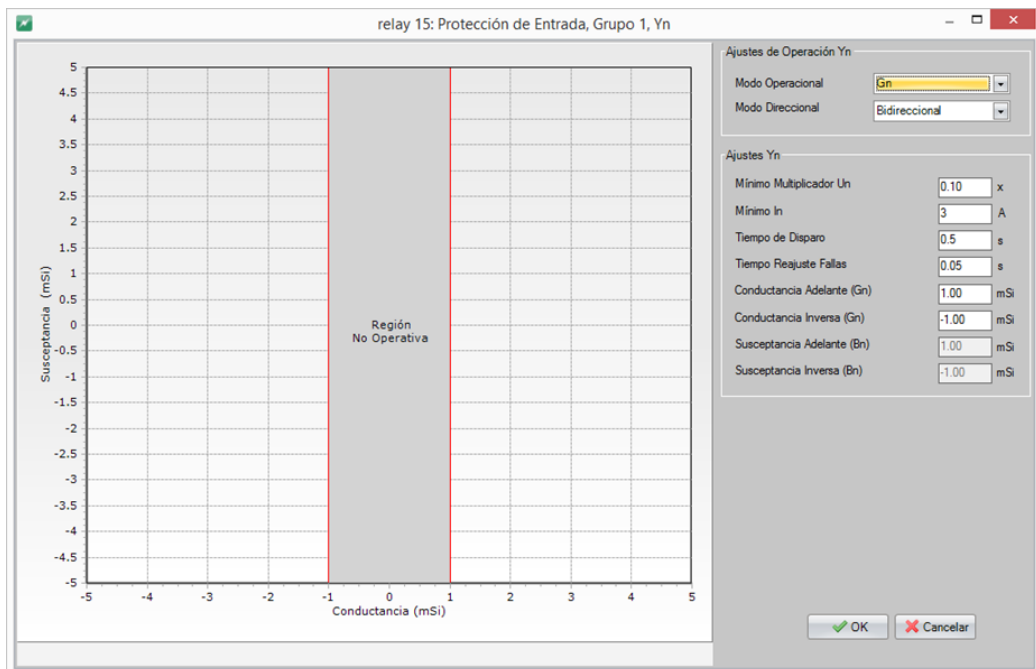


Figura 34. Interfaz de configuración de admitancias en zona de no operación

En la siguiente tabla se tiene en cuenta los valores de recierre para el cuadro resumen de recierre del reconectador OSM en caso de este tipo específico de contingencia.

Tabla 5. Resumen de protección de admitancia

| | | | |
|-----------------------------|--------|--------------------------|----------|
| Mínimo multiplicador Un | 0.10 x | Conductancia adelante Gn | 1.00 Si |
| Mínimo In | 3 A | Conductancia inversa Gn | -1.00 Si |
| Tiempo de disparo | 0.5 s | Susceptancia adelante Bn | 1.00 Si |
| Tiempo de reajuste de falla | 0.05 s | Susceptancia inversa Bn | -1.00 Si |

5.2 Logros alcanzados

5.2.1. En la mejora de la confiabilidad del alimentador A4401

Con respecto al análisis de la confiabilidad del alimentador a partir del reconector OSM se obtiene un aumento de la confiabilidad con los tipos de fallas y también el acceso a la data de fallas, y a partir de estos se ha de poder garantizar el sistema de distribución y la protección y aumento del tiempo de vida de los equipos y conductores que se verán reflejados en las lecturas posteriores de la comunicación.

5.2.2. En el ámbito profesional

En cuanto al ámbito profesional el desarrollo de mis actividades profesionales en CHP Construcciones me dio el conocimiento empírico necesario para el tratamiento de los datos y la relevancia que tiene cada uno de estos en el modelamiento de los planes de contingencias ante la incidencia de fallas.

Asimismo, la experiencia adquirida en mi centro laboral me permite gestionar la data para plantear un plan de contingencias acorde a la normativa vigente, con el fin supremo de garantizar la accesibilidad de la energía eléctrica a cada usuario.

5.2.3. En el ámbito personal

En el ámbito personal, el trabajo colaborativo con los distintos miembros de la familia de CHP Construcciones me permitió percibir distintos puntos de vista y soluciones empíricas a problemas no solo relacionados al control y monitoreo y supervisión de la energía eléctrica, si no a la gestión del personal y la motivación, que sirven para enriquecer mi proceder ante percances, no solo de origen laboral, sino también de origen social y emocional.

5.3. Dificultades encontradas

Las dificultades encontradas se relacionan con la deficiencia de personal capacitado para la gestión de la data que se obtiene de los censos de los dispositivos de protección y la predisposición al conocimiento empírico de la prueba y error. Parte de la gestión de la data trata de predecir eventos futuros para que, de esta manera, se pueda optimizar al máximo los recursos con los que se cuenta.

El trabajo bajo presión es realmente una limitante en la toma de decisiones, sobre todo para el personal que no está constantemente en este rubro del sector eléctrico, la presión de los clientes afectados ante salidas intempestivas del suministro son motivos subyugantes al momento de la toma de decisiones.

5.3.1. Planteamiento de mejoras

Las mejoras que se plantean para la mejora continua de las labores realizadas por todas las personas que componemos CHP Construcciones es la capacitación constante sujeta a actualizaciones de la información actual y la información nueva para los continuos procesos de retroalimentación y transmisión del *know how* consolidado.

La aplicación de los protocolos y procedimientos relacionados a la red de transmisión y distribución garantizado guardan mucha relación con la gestión de la data que se gestiona porque proporciona información relacionada con el sistema eléctrico antes y después de una falla. Por ende, se propone capacitaciones de estadística inferencial para poder predecir futuros cambios abruptos al sistema.

5.4. Aportes del bachiller en la empresa

5.4.1. En el aspecto cognoscitivo

Se aportó los conocimientos obtenidos y desarrollados en las materias de la Universidad Continental como son:

- Sistemas Eléctricos de Potencia 1 y 2, asignatura desarrollada por el Ing. Denny Garay Aquino.
- Taller de Consultoría en Ingeniería Eléctrica, asignatura desarrollada por el Ing. Luis Enrique Arteaga Untiveros.
- Formulación y Evaluación de Proyectos, asignatura desarrollada por el Ing. David Checa Cervantes.

5.4.2. En el aspecto actitudinal

Se aportó los valores adquiridos en la Universidad Continental como:

- Integridad
- Compromiso social
- Responsabilidad
- Humanismo
- Solidaridad
- Honestidad

CONCLUSIONES

1. Las actividades que desempeñé como supervisor de campo me permitieron consolidar el aprendizaje empírico y práctico en la evaluación del reconectador OSM en los niveles de tensión de trabajo y se cumplió con el objetivo de evaluar la conexión y programación, tanto en la instalación del *recloser* como en la configuración a la red de esta.
2. La capacitación y la adquisición previa del *know how* en campo es vital para la toma de decisiones y planes de acción en la ocurrencia de fallas e interrupciones en el sistema eléctrico, puesto que influye en las configuraciones del umbral de disparo y protección de los reconectores.
3. La red de distribución siempre enfrentará situaciones internas de emergencia tales como sobrecorriente y sobrecarga, principalmente, porque el propio crecimiento de la carga (variables endógenas) y condiciones atmosféricas y externas provocadas por lluvias, fuertes vientos, tormentas, los factores eléctricos, las fugas de agua y los sismos (variables exógenas) ponen a prueba los elementos que mantienen la red confiable en todo momento; por lo tanto, necesitan ser aumentados y mejorados.
4. Es de vital importancia invertir en dispositivos de protección que garanticen la confiabilidad de los sistemas eléctricos de potencia, puesto que estos son un índice vital en los factores económicos de un país, visto de una manera macro- como también micro-, puesto que los clientes afectados también forman parte de indicadores que miden la confiabilidad y reposición de las redes primarias y secundarias.

RECOMENDACIONES

1. La digitalización y el avance continuo de la tecnología hace posible la simulación y evaluación de escenarios de contingencia, los cuales facilitan la toma de decisiones y simplifican el diseño y modelamiento de los planes de contingencias ante fallas en las redes primarias y secundarias.
2. Se debe hacer un control constante y detallado de las pequeñas variaciones de la variación de los datos de los dispositivos, y de esta manera poder modelar y predecir fallas antes del método clásico de prueba y error aun tratándose de información asimétrica de la red de interconexión nacional.
3. Se debe hacer uso de las herramientas de gestión de data para el procesamiento constante de los parámetros de potencia y demás para el modelamiento predictivo de la red de alimentación y posteriores estudios de estabilidad transitoria y permanente del sistema.
4. Una plantilla general a partir del modelo predictivo y método de evaluación de escenarios con históricos es el siguiente paso por seguir en la evolución de la gestión de datos y análisis de los sistemas eléctricos de potencia.

LISTA DE REFERENCIAS

1. **HUAYRA SANCHEZ, G.** *Influencia del sistema de protección ante fallas a tierra en la subestación de distribución de 10 kV – Chilete – Cajamarca 2018.* Universidad Continental. 2021. Tesis de grado.
2. **AGUILAR BONIFACIO, R.; HILARIO PÉREZ, J.** *Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento de subestaciones de transmisión en una empresa de distribución de energía eléctrica.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2015.
3. **GÓMEZ ALIAGA, V.** *Identificación y localización de fallas en sistemas de distribución con medidores de calidad del servicio de energía eléctrica,* 2012. Tesis de grado.
4. **NIETO GONZALES, J. P.; CASTAÑÓN GARZA, L.** *Diagnóstico de fallas múltiples en sistemas eléctricos de potencia con cambios de carga dinámicos utilizando redes neuronales probabilísticas.* 2009. Tesis de grado.
5. **CORTES CALDERÓN, J.** *Análisis de localización de fallas en sistemas eléctricos de distribución con generación distribuida.* 2017. Tesis de grado.
6. **MUÑOZ OBLITAS, J.** *Análisis de calidad de energía eléctrica en el sistema eléctrico de la empresa agrícola Pampa Baja SAC Olmos - Tierras Nuevas.* 2019. Tesis de grado.
7. **ACOSTA VARGAS, M.** *Diagnóstico de la calidad de la energía eléctrica y caracterización energética en la empresa Alimentos Carnicos S. A. S., sede Barranquilla.* 2013. Tesis de grado

ANEXOS

Anexo 1

Registro fotográfico del alimentador A4402, ejecución de actividades de instalación de equipos

| ITEM | EQUIPO | CÓDIGO DE ESTRUCTURA | FOTO ANTES | FOTO DESPUÉS |
|------|---|----------------------|--|---|
| 1 | RECLOSER TRIFÁSICO REC1_3Ø | 4UP20384 |  <p>3 mar. 2022 4:15:52 p. m. -12°42'0.946"S -75°17'29.25"W San Martín Chupaca Junín</p> |  <p>181-468557 8665415 7444 Bruno Terreros Calle Azueta Chupaca Junín A4402 REC 1 18 sep. 2022 9:22:25 a. m.</p> |
| 2 | SECCIONALIZADOR MONOPOLAR SEC1_1PH | 4UP25412 |  <p>2 mar. 2022 4:33:41 p. m. -12°08'8.862"S -75°17'34.869"W Chupaca Junín</p> |  <p>761-468118 8664101 Chupaca Junín A4402 SEC1 18 sep. 2022 10:45:52 a. m.</p> |

Fuente: Electrocentro

Anexo 2

Montaje, pruebas y puesta en operación e integración al sistema Scada de equipos de protección para la automatización e integración al Scada de los sistemas eléctricos de distribución de la empresa Electrocentro S. A.

| ITEM | EQUIPO | CÓDIGO DE ESTRUCTURA | FOTO ANTES | FOTO DESPUÉS |
|------|--|----------------------|---|---|
| 3 | SECCIONALIZADOR MONOPOLAR SEC2_1PH | 4UP26971 |  A utility pole with cross-arms is shown in a rural setting. A small inset map shows the location. Metadata: 2 mar. 2022 5:11:24 p. m. -12°6'48.702"S -75°17'44.832"W |  The utility pole now has a large, complex structure (the sectionalizer) mounted on top. A small inset map shows the location. Metadata: 18 sep. 2022 10:06:34 a. m. |
| 4 | SENSOR INTELIGENTE CON SISTEMA DE COMUNICACIÓN SEN1 | 4UP13882 |  A utility pole is shown in a rural setting. A small inset map shows the location. Metadata: 2 mar. 2022 4:27:32 p. m. -12°41'446"S -75°17'2.526"W 848 Maria Miranda C.p Chupaca Chupaca Junin |  The utility pole now has a sensor and communication system installed. A small inset map shows the location. Metadata: 18 sep. 2022 10:06:34 a. m. |

Fuente: Electrocentro

Anexo 3
Subestación de Chupaca

SE. CHUPACA 13.2 kV AMT A4402

| | |
|--------------|-----------|
| COD. NTC. | 4UP13832 |
| FASES | 3 FASES |
| MARCA | ACLARA |
| SERIE A | 210110503 |
| SERIE B | 210110488 |
| SERIE C | 210110377 |
| ARM. INICIAL | PSV1-3 |
| ARM. FINAL | PSV1-3 |

*Se instaló 03 sensores inteligentes con sistema de comunicación.
*Se instaló PAT 01.

CHUPACA

| | |
|--------------|---------------|
| COD. NTC. | 4UP23284 |
| FASES | 3 FASES |
| COD. SECC. | 1414038 |
| MARCA | NOJA Power |
| SERIE | 0280121059671 |
| IP DEL CHP | 10.56.19.201 |
| ARM. INICIAL | PSEC-3 |
| ARM. FINAL | PSEC-3 |

| | |
|------------------------|------------|
| TRANSFORMADOR AUXILIAR | 63011011 |
| TABLERO | 1160110402 |

*CÓDIGO DE SECC. EXISTENTE: M04443

*Se instaló 01 recloser trifásico.
*Se instaló 01 transformador auxiliar.
*Se instaló 01 tablero de comunicación.
*Se instaló 06 pararrayos.
*Se instaló PAT 02.
*Se realizó el robado de la estructura.

| | |
|--------------|---------|
| COD. NTC. | 4UP2412 |
| FASES | 1 FASE |
| COD. SECC. | 1414039 |
| MARCA | CELSA |
| SERIE A | 4660 |
| ARM. INICIAL | PSEC-1 |
| ARM. FINAL | PSEC-1 |

*CÓDIGO DE SECC. EXISTENTE: M04443

*Se instaló 01 seccionizador monopolar.
*Se instaló 01 pararrayos.
*Se instaló PAT 01.
*Se realizó el robado de la estructura.

TINYARI GRANDE

| | |
|--------------|----------|
| COD. NTC. | 4UP26971 |
| FASES | 1 FASE |
| COD. SECC. | 1414040 |
| MARCA | CELSA |
| SERIE A | 48678 |
| ARM. INICIAL | PREV-1 |
| ARM. FINAL | PSEC-1 |

*Se instaló 01 seccionizador monopolar.
*Se instaló 01 pararrayos.
*Se instaló PAT 02.
*Se realizó el robado de la estructura.

SAN JUAN DE ISCOS

Efraim González
JEFE DE SERVICIOS
CONSORCIO SUPERVISOR HUANCAYO

Mano Saul Ordóñez Sánchez
CP. 137878
COORDINADOR DE SERVICIO

| LEYENDA A4402_13.2KV | | |
|---|--|-----|
| SÍMBOLO | EQUIPO | UND |
|  | RECLOSER TRIFÁSICO | 01 |
|  | SENSOR INTELIGENTE CON SISTEMA DE COMUNICACIÓN | 03 |
|  | SECCIONALIZADOR MONOPOLAR | 02 |

PLAN CONFORME DE SERVICIO CHP CONSTRUCCIONES SAC

| | | |
|---------|---------|---------|
| SECCION | SECCION | SECCION |
| SECCION | SECCION | SECCION |
| SECCION | SECCION | SECCION |
| SECCION | SECCION | SECCION |

Fuente: Electrocentro

Anexo 4
Distribución de materiales



Anexo 5

Charla de cinco minutos para la ejecución del proyecto



Anexo 6

Equipo de trabajo para la ejecución del proyecto



Anexo 7

Seguimiento del cumplimiento de la normativa del proyecto

