



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA

Propuesta mejoramiento de la confiabilidad del sistema de
distribución eléctrica conformado el alimentador sistema
chiclayo

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Pulache Adrianzen, Roberto (orcid.org/0000-0003-2034-4532)

ASESOR:

Mg. Salazar Mendoza, Anibal Jesus (orcid.org/0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mi madre por haberme dado la vida e inculcarme el amor al estudio y a vencer todo obstáculo que se presentase, en mi caminar.

A mi padre, una sonrisa siempre grata para mí y su consejo impecable cuando más lo he necesitado, gracias por la confianza depositada en mi persona.

A mi esposa, a mis hijos, por ser esa fuerza que me motiva a despertar en mí las ganas inmensas de ser un ejemplo para ellos.

A mi docente por su apoyo incondicional.

A mi señor Jesucristo por bendecirme y guiarme por el buen camino para ser cada día mejor.

A mis amigos dentro y fuera de la universidad que me dieron ese aliento que a veces sentía perderlo, y que nunca dejaron de creer en mi persona.

Roberto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a mi Señor Jesucristo, sin él nada tendría sentido. Dios de bondad quien me brindó las fuerzas necesarias para poder culminar mi carrera.

A mis padres, gracias a ellos soy lo que soy, y gracias a ellos estoy donde quiero estar, sin su ayuda y ejemplo de superación que siempre resalte de ellos, no hubiese logrado esta meta de ser Ingeniero. Todo el agradecimiento a ellos, eternamente.

Agradecer a mi esposa, por cuidar de mí en mis tiempos de resfrío o pandemia, y a cada instante darme esa palabrita de aliento que necesito escuchar, por cada consejo, cada palabra de motivación y por ser ese bastón en el que me sostengo cuando creo caerme.

Roberto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figura.....	vi
Resumen.....	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y diseño de Investigación.....	25
3.2. Variables, Operacionalización.....	25
3.3. Población, muestra y muestreo.....	26
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimientos.....	27
3.6. Método de Análisis de datos.....	28
3.7. Principios básicos de Bioética	28
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIÓN.....	97
VI. CONCLUSIONES	101
VII. RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS.....	103
ANEXOS	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Sistemas eléctricos de Electronorte S.A.</i>	30
Tabla 2. <i>Resumen de distancias entre alimentador y SED más alejada-SECHO</i>	43
Tabla 3. <i>Resumen de distancias entre alimentador y SED más alejada- SECHNOR</i>	55
Tabla 4. <i>Resumen de los alimentadores de SECHO y SECHNOR incluyendo su Confiabilidad</i>	56
Tabla 5. <i>Criterios de selección</i>	60
Tabla 6. <i>Método de Análisis cualitativo por puntos</i>	62
Tabla 7. <i>Proyección de la demanda</i>	67
Tabla 8. <i>Cálculo de la carga proyectada</i>	68
Tabla 9. <i>Características de los puntos de generación distribuida.</i>	70
Tabla 10. <i>Criterios de selección</i>	72
Tabla 11. <i>Resultados del método de ponderación</i>	73
Tabla 12. <i>Calcular el tiempo solar máximo (hsp).</i>	74
Tabla 13. <i>Potencia del sistema fotovoltaico</i>	75
Tabla 14. <i>Bloques de topología y estabilización</i>	76
Tabla 15. <i>Cantidad de placas de inversor</i>	77
Tabla 16. <i>Resultados de fórmula de número máximo de strings</i>	77
Tabla 17. <i>Resultado de Ecuación 9</i>	78
Tabla 18. <i>Juegos de paneles para atacar la unidad</i>	79
Tabla 19. <i>Características del transformador</i>	81
Tabla 20. <i>Separación entre filas de paneles</i>	83
Tabla 21. <i>Cálculo de conductor entre string y cuadros nivel I.</i>	84
Tabla 22. <i>Cálculo de conductor entre cuadros nivel I y DC Box II</i>	85
Tabla 23. <i>Cálculo de conductor entre DC Box II y el inversor.</i>	86
Tabla 24. <i>Cálculo de los cables entre el inversor y el transformador.</i>	87
Tabla 25. <i>Cálculo de conductor entre transformador hasta la red</i>	87
Tabla 26. <i>Resumen de presupuesto base</i>	93
Tabla 27. <i>Costos de mantenimiento</i>	94
Tabla 28: <i>Índices Económicos</i>	94

ÍNDICE DE FIGURA

<i>Figura 1.</i> Frecuencia vs Tiempo	9
<i>Figura 2.</i> Voltaje vs. Tiempo.....	10
<i>Figura 3.</i> Ángulo rotor vs. Potencia.	12
<i>Figura 4.</i> Paneles solares fotovoltaicos.....	14
<i>Figura 5.</i> Turbinas eólicas.	15
<i>Figura 6.</i> Energía de la Biomasa	16
<i>Figura 7.</i> Planta de biogás de la granja de cerdo - biomasa Agricultura	17
<i>Figura 8.</i> Minicentral hidroeléctrica gallito ciego de 270 kW.....	18
<i>Figura 9.</i> Diagrama de Flujo de la investigación.....	27
<i>Figura 10.</i> Logotipo de empresa ENSA ELECTRONORTE SAC	29
<i>Figura 11.</i> Área de responsabilidad de ENSA.....	30
<i>Figura 12.</i> Mapa de ubicación de las 4 subestaciones del sistema eléctrico SE0094 Chiclayo.....	33
<i>Figura 13.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-211.....	34
<i>Figura 14.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-212.....	35
<i>Figura 15.</i> Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador C-214	36
<i>Figura 16.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-215.....	37
<i>Figura 17.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-216.....	37
<i>Figura 18.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-217.....	38
<i>Figura 19.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-218.....	39
<i>Figura 20.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-219.....	39
<i>Figura 21.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-221.....	40
<i>Figura 22.</i> Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador C-223	41
<i>Figura 23.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador O-110	42
<i>Figura 24.</i> SET Chiclayo Oeste	42
<i>Figura 25.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-233.....	44
<i>Figura 26.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-234.....	45
<i>Figura 27.</i> Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador C-236	46
<i>Figura 28.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-237.....	46
<i>Figura 29.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-238.....	47

<i>Figura 30.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-244.....	47
<i>Figura 31.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-245.....	48
<i>Figura 32.</i> Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador C-246	49
<i>Figura 33.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-247.....	50
<i>Figura 34.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-248.....	50
<i>Figura 35.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-249.....	51
<i>Figura 36.</i> Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-250.....	52
<i>Figura 37.</i> Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador C-251	53
<i>Figura 38.</i> Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador N-110	53
<i>Figura 39.</i> Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador N-111	54
<i>Figura 40.</i> Esquema de SET Chiclayo Norte.....	54
<i>Figura 41.</i> Potencia vs. Tiempo-2/5/2019.....	64
<i>Figura 42.</i> Frecuencia vs. Tiempo-3/5/2019.....	65
<i>Figura 43.</i> Potencia vs. Tiempo-4/5/2019.....	65
<i>Figura 44.</i> Potencia vs. Tiempo-5/5/2019.....	66
<i>Figura 45.</i> Potencia vs. Tiempo-6/5/2019.....	66
<i>Figura 46.</i> Polígono de alimentador C-217.....	68
<i>Figura 47.</i> Desfase de planos de Osinergmin	69
<i>Figura 48.</i> Selección de posible ubicación por Google maps	69
<i>Figura 49.</i> Selección de posible ubicación por Google maps	70
<i>Figura 50.</i> Grupo de Cuerdas Paralelas, Nivel Uno y Dos	79
<i>Figura 51.</i> Agrupación de inversores con transformador de 3 devanados	81
<i>Figura 52.</i> Separación entre filas de paneles	82
<i>Figura 53.</i> Corriente inversa en la generación de energía	88
<i>Figura 54.</i> Vigilante de aislamiento PV1000.....	89
<i>Figura 55.</i> Interruptor Schneider Electric.....	90
<i>Figura 56.</i> Vigilador de aislamiento ISO-Check 230V	91

RESUMEN

La ciudad de Chiclayo presenta un sistema eléctrico inadecuado, operado por Electronorte SA, que ofrece un servicio de baja calidad. Esto se refleja en la alta incidencia de conexiones ilegales, especialmente en áreas remotas. La investigación se centra en mejorar la confiabilidad de un alimentador del sistema eléctrico de Chiclayo mediante la implementación de Generación Distribuida.

El sistema eléctrico SE0092 Chiclayo (sector típico 2) incluye 32 alimentadores de Media Tensión distribuidos en 4 SETs: SET Chiclayo Oeste (SECHO) con 11 alimentadores, SET Chiclayo Norte (SECHNOR) con 15 alimentadores, SET Lambayeque con 3 alimentadores y SET Lambayeque Sur con 3 alimentadores. Las redes de Media Tensión en SE Chiclayo han crecido de forma desorganizada con una topología principalmente radial y una capacidad limitada para transferir carga. En las áreas periféricas, las redes tienen secciones no uniformes, lo que complica su operación.

Utilizando el método de ponderación, se identificó el alimentador C-217 con una puntuación de 1.7 unidades, considerando 12 criterios de selección, destacando la caída de tensión, pérdidas, energía total y proyección como los más relevantes en la elección. La tecnología de generación seleccionada es un sistema fotovoltaico, con una puntuación de 1.45 en comparación con otras opciones. Tiene una capacidad de 1.2 MW, clasificándose como generación distribuida de tamaño mediano según la Ley 28832. Los principales componentes incluyen 3360 paneles fotovoltaicos de 360W, 2 inversores de 630KW y un transformador trifásico de 3 devanados de 1.5 MVA con una relación de voltaje de 350 V a 10 KV. La central fotovoltaica fue modelada en Disiente, lo que resultó en una reducción del 75% en la sobrecarga de líneas y transformadores, como el TP6002, equilibrando la carga del sistema.

La evaluación económica se realizó a lo largo de 20 años, con una inversión inicial de S/.6 674 212,04 y una tasa de retorno (COP) del 10%. Los resultados indicaron que el proyecto es técnicamente y económicamente eficiente, con un Valor Actual Neto (VAN) de 12 millones de soles y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 14%.

Palabras clave: sistema inteligente, calidad; fuente de energía, fuente de poder

ABSTRACT

The city of Chiclayo has an inadequate electrical system, operated by the company Electronorte SA, providing a low-quality service. This is reflected, for example, in the high rate of clandestine connections in various areas, especially in the more remote ones. The aim of this research is to improve the reliability of a Chiclayo electrical system feeder by implementing Distributed Generation.

The electrical system SE0092 Chiclayo (typical sector 2) comprises 32 Medium Voltage feeders distributed in 4 SETs: SET Chiclayo West (SECHO): 11 feeders, SET Chiclayo North (SECHNOR): 15 feeders, SET Lambayeque: 3 feeders, SET Lambayeque South: 3 feeders. The Medium Voltage networks in SE Chiclayo have grown disorderly over time, with their current topology being primarily radial, with limited load transfer capacity. In peripheral areas, the networks have non-uniform sections, making their operation more complex.

Using the weighted method, feeder C-217 was determined with a score of 1.7 units, taking into account 12 selection criteria, with voltage drop, percentage of losses, total energy, and projection being the most important in the selection. The chosen generation technology is through a photovoltaic system, with a score of 1.45 compared to others. Its capacity is 1.2 MW, falling into the category of medium-sized distributed generation according to Law 28832. The main components include 3360 photovoltaic panels of 360W, 2 inverters of 630KW, and a three-winding 1.5 MVA three-phase transformer with a voltage ratio of 350 V to 10 KV. The photovoltaic plant was modeled in Disiente, resulting in a 75% reduction in overload on lines and transformers, such as TP6002, balancing the system load.

The economic evaluation was carried out for a period of 20 years, with an initial investment of S/.6 674 212.04 and a Discount Rate (COP) of 10%. The results showed that this project is technically and economically efficient with positive values in economic indices, with a Net Present Value (NPV) of 12 million soles and an Internal Rate of Return (TIR) of 14%.

Keywords: Intelligent system, quality; power source, power source.

I. INTRODUCCIÓN.

En un escenario donde la confiabilidad y eficiencia del sistema eléctrico se revelan como elementos cruciales para el desarrollo sostenible, este estudio se sumergió en la búsqueda de soluciones vanguardistas destinadas a mejorar la infraestructura energética en la ciudad de Chiclayo. Inspirados en investigaciones anteriores, como el análisis de Batlle (2014), quien en su estudio, afirmó que la repercusión de la generación distribuida de energía en el sistema de electricidad es negativo o positivo, dependiendo de varios parámetros, por ejemplo, el grado de concentración, penetración y ubicación en el sistema productivo, e incluso la propia naturaleza de la tecnología. Por tal motivo, los países de Uruguay, México, Chile, Centroamérica, Colombia, Brasil utilizan los recursos computacionales asignados durante la planeación: “WASP”, “PET”, “OPTGEN”, “MELP”, para determinar la forma óptima de expansión.

Por otro lado OSINERGMIN (2006), publica la Ley N° 28832, específicamente, la generación micro distribuida (MIGD) de baja potencia hasta 0,2 MW y la generación eléctrica distribuida media (GEGR) de 0,2 a 10 MW limitan la MGR solo a fuentes renovables y solo MEGR. usando diferentes tecnologías.

Se identifican desafíos específicos que afectan el suministro eléctrico a nivel regional. Estas problemáticas se acentúan al considerar la situación particular en Lambayeque, donde la infraestructura de suministro eléctrico se ve afectada por limitaciones de potencia y conexiones ilegales, según las observaciones de Piscoya (2018), en su publicación “invertirá \$57 millones/en la red eléctrica de Lambayeque y Cajamarca”, explica el nivel de penetración de la red eléctrica, que es un factor determinante para la pérdida crítica.

Centrándose en un contexto más regional, una evaluación de la red realizada en Lambayeque encontró que el sistema de suministro de energía tenía poca potencia, lo que generaba una calidad de servicio deficiente y consecuencias más graves, como el uso de conexiones ilegales en los últimos años. muchos años. En diferentes lugares; Se pueden encontrar principalmente fuera de ciudades grandes y remotas. (República, 2019).

Por otro lado, la ciudad de Chiclayo también carece de los sistemas de energía de media y baja tensión provistos por Electronorte SA, lo que asegura una baja calidad del servicio; Como se ha explicado en el párrafo anterior, también provoca comunicaciones secretas y falta de redes en las ciudades ultra periféricas. Bajo los argumentos mencionados, nace esta tesis, como una alternativa de posible solución para mejorar confiabilidad del sistema eléctrico. Ante este complejo panorama, la investigación se propone abordar la siguiente interrogante central: ¿cómo se mejoraría la confiabilidad del sistema eléctrico de Chiclayo aplicando distribución distribuida?

El problema de investigación planteado se centra en mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico de Chiclayo a través de la aplicación de distribución distribuida. La distribución distribuida se refiere a la generación y distribución de energía eléctrica a través de múltiples fuentes de generación ubicadas cerca de los puntos de consumo, en contraposición al modelo tradicional de generación centralizada.

De igual forma, el objetivo principal fue analizar las líneas de media tensión del sistema eléctrico de Chiclayo e identificar las oportunidades más factibles para la implementación de la generación distribuida, con el fin de mejorar la confiabilidad del suministro eléctrico en la región, pero además del objetivo general, se proponen los objetivos específicos:

1. Evaluar los alimentadores de media tensión del sistema eléctrico de Chiclayo y determinar cuál es el más propicio para implementar la generación distribuida.
2. Identificar el tipo de generación distribuida más adecuado para conectarse al alimentador seleccionado de la línea de media tensión.
3. Determinar los componentes esenciales de la alternativa seleccionada en términos de generación distribuida.
4. Evaluar la viabilidad técnica y económica de la inversión necesaria para implementar la estrategia de generación distribuida en Chiclayo.

Según la hipótesis de este estudio, es la generación de energía distribuida la que posibilitaría aumentar la confiabilidad de la fuente de energía en la toma de Chiclayo.

Asimismo, este estudio es tecnológicamente plausible ya que demuestra la necesidad potencial de incrementar las cantidades de voltaje en las redes eléctricas locales y regionales; para unas instalaciones eléctricas más eficientes, fiables y, sobre todo, más seguras en el futuro.

Asegurar también que estas conexiones cubran un mayor porcentaje de la población, permitiendo que la energía llegue a más usuarios; Creo que por eso es necesario revisar los parámetros eléctricos del sistema, teniendo en cuenta los efectos de corriente, voltaje, frecuencia, potencia, etc.

También proporciona una base económica sólida, y los expertos dicen que es probable que el excedente de suministro de energía disminuya en los próximos tres años; Afectan los precios de la demanda y venta un servicio de la misma manera. Por ello, se ha propuesto implementar de manera urgente proyectos en el mercado eléctrico peruano para promover el desarrollo y uso de fuentes alternativas de generación eléctrica con el fin de mantener las reservas existentes en un nivel estable.

Debido al cambio ambiental y la erosión, los seres humanos a menudo se ven obligados a hacer un mal uso de los recursos y sobreexplotar las fuentes de energía, ya que no dependen de los combustibles fósiles. Este estudio, por tanto, apunta a la necesidad de encontrar formas más limpias y eficientes de generación de electricidad, especialmente aquellas que generan poco o ningún impacto ambiental en las escuelas.

En cuanto a la justificación social, incluye mejorar el acceso a la electricidad existente y brindar un acceso más amplio a los usuarios remotos, además, esto conducirá al desarrollo de una cadena de efectos positivos; Tales como ayudar en la mejora de la calidad de vida, generar empleos y mejorar el servicio de educación y salud, etc.

II. MARCO TEÓRICO.

Para el contexto del estudio, serán la fuente primaria para el desarrollo y verificación de resultados al final del trabajo; por ello, existe un estudio internacional realizado D. Henao, A. C. Báez y J. B. Pedroza (2018) en su obra: “Metodología para determinar la viabilidad de generación de energía eléctrica por medio del recurso eólico”, nos indica que la Investigación e innovación en ingenierías Henao et al desarrollaron una metodología para evaluar la factibilidad de generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico, teniendo en cuenta los datos del recurso eólico y el uso de un generador comercial de baja potencia para realizar la conversión de energía. Los investigadores estudiaron datos suministrados por la estación meteorológica del aeropuerto Camilo Daza de la ciudad de Cúcuta, en un periodo de 5 años, entre 2010 y 2014. Con base en esta información brindada por la estación, se seleccionó el generador comercial WINDSPOT 7,5 kW para establecer la producción de energía. El análisis de los datos proporcionados determinó que no es viable la implementación de una estación eólica en dicha zona, dado que las velocidades del viento no están en el rango recomendado, el cual debe ser superior a 5 m/s.

D. Carrión y L. Ortiz (2013) en su obra “Generación distribuida a partir de bicicletas estáticas y sistemas híbridos”, describen las nuevas tecnologías relacionadas a la generación distribuida creando micro redes eléctricas las cuales necesitan sistemas de gestión de electricidad. Entre estas formas de generación destaca el uso de bicicletas estáticas y los sistemas híbridos. Entre las conclusiones obtenidas, se tiene que toda microred eléctrica que se logre ejecutar a partir de un sistema híbrido de generación de electricidad tiene un impacto sobre la red de distribución, por ello es necesario elaborar un sistema que reduzca este impacto y daño a la señal eléctrica introduciendo efectos aislados conocidos como armónicos.

C. B. Scholz (2014) en su obra “Efecto de los requerimientos frente a huecos de tensión para generación distribuida” en su memoria para optar el Título de Ingeniero Civil Eléctrico, Scholz estudió el comportamiento de los requerimientos frente a huecos de tensión en redes de distribución que incluyen generadores descentralizados. Así, escogió un alimentador promedio, tipo rural. En este sistema

se incluyó generación distribuida en media y baja tensión, PMGD y doméstica, respectivamente, debido a los requerimientos existentes para la primera, conectándose en los mismos puntos que los consumos. Se establecieron ocho escenarios de penetración de la generación distribuida, incluyendo distintos porcentajes de PMGD. Además, se escogieron tres distribuciones de ésta a lo largo del alimentador. Para el peor de los escenarios, se utilizó un cortocircuito trifásico en la primera barra del sistema, y se estudiaron dos tiempos de despeje distintos. También se encontraron los tiempos críticos de despeje del sistema. Entre las conclusiones principales se destacó que los escenarios de penetración y las distribuciones de la generación distribuida afectaron las tensiones previas y posteriores a las perturbaciones estudiadas, siendo las diferencias entre éstas mayores al momento en que la penetración es mayor y en la distribución creciente. Los requerimientos frente a huecos de tensión para los PMGD obligaron a la generación distribuida a permanecer conectada luego del cortocircuito con despeje a los 150 ms, aportando a la respuesta del sistema.

J. Gutiérrez (2010), en su obra “Incorporación de medios de generación no convencionales en sistemas interconectados”, en su trabajo de titulación estudió el impacto que causa el ingreso de un pequeño medio de generación distribuida (PMGD) en un alimentador real, para lo cual ejecutó diversas simulaciones con el programa Power Factory de DigSILENT. Se analizaron detalladamente las principales variables y efectos que se producen en la incorporación de PMGD en sistemas de distribución de media tensión. Para ello, se desarrollaron dos estudios de impacto eléctrico: un Estudio de Flujo de Potencia y un Estudio de Costos de Pérdidas. Se concluyó, entre varios aspectos, que no siempre el ingreso de un generador distribuido disminuye las pérdidas en la red de distribución donde está conectado; el aumento o la disminución del nivel de pérdidas con respecto al caso sin PMGD, depende de la configuración de la red, distribución de cargas y punto de conexión dentro de red eléctrica correspondiente, por lo que en cada proyecto se debe estudiar en forma independiente el impacto que generará el PMGD en la red de distribución.

A nivel nacional. H. M. Tinoco y N. Huamani (2013) en su obra «Microgeneración distribuida con sistemas fotovoltaicos en viviendas urbanas para mitigar impactos ambientales» describieron y analizaron la alternativa de la utilización de los sistemas fotovoltaicos en viviendas de zonas urbanas, conectados en paralelo a la red eléctrica. El estudio abarcó la instalación de 500 sistemas fotovoltaicos sin baterías de acumuladores, los cuales producirían la energía eléctrica en las horas de luz solar, alimentando las cargas de la propia vivienda y el excedente suministrándose a la red de propiedad de la empresa de servicios eléctricos. El estudio de generación de baja potencia entre 1 y 2 kW por cada domicilio, representa también ser viable, teniendo en cuenta la oportunidad de inversión conociendo la tendencia a la baja en los costos de los equipos del sistema fotovoltaico y seleccionando el Departamento con mejor potencia solar (Moquegua) como lugar de implementación de 500 sistemas fotovoltaicos conectados a la red, obteniéndose que para la inversión en el año 2016 el monto de inversión será US\$ 1644010.00, con una TIR de 15.79% para 7 años, 21.66% para 14 años y 22.61% para 21 años.

Sánchez (2014) en su proyecto de investigación “Efectos de la generación distribuida sobre los sistemas de protección de una red de distribución radial típica en 10 kV de la ciudad de Arequipa”, estudió los efectos que tiene la generación distribuida sobre los sistemas de protección de una red radial típica en 10 kV, en la ciudad Arequipa. Se logró solucionar el problema de aporte de corrientes de cortocircuito por parte del sistema de Generación Distribuida mediante un estudio de coordinación de protecciones de sobrecorriente y ajuste de protecciones, de igual manera se logró solucionar el problema de la operación en isla del sistema en cuestión mediante una selección adecuado del esquema de protección con las funciones de protección necesarias recomendadas por el estándar IEEE 1547. Para la validación de esta investigación se realizó una metodología secuencial el cual muestra detalladamente un caso de estudio correspondiente a la interconexión de un sistema de generación distribuida en el lado de baja en 10 KV de la subestación Porongoche 33/10 KV que alimenta a todo el centro comercial Mall Aventura Plaza.

Rubiños (2013), también en su proyecto de titulación “Generación distribuida mediante energías renovables como factor de sostenibilidad de las redes eléctricas

de distribución”, repasa las nuevas tecnologías involucradas en la generación distribuida, investigando hasta qué punto ellas pueden hacer de este un concepto atractivo para la industria eléctrica, las ventajas y desventajas de su utilización, la confiabilidad y seguridad que otorga en el suministro y los posibles vacíos referidos a marcos regulatorios y legislaciones vigentes que puedan surgir como un obstáculo para la promoción y utilización eficiente de las mismas, buscando de esta manera la sostenibilidad de las redes de distribución eléctrica. Concluye, entre muchos aspectos, que la integración en la red de distribución de la generación distribuida representa cambios importantes, debido a que los sistemas de distribución han sido concebidos para una operación radial, es decir, flujo de potencia unidireccional. Estos problemas aumentan a medida que crece la penetración de la misma en la red de distribución.

Serván (2014) en su obra “Análisis técnico-económico de un sistema híbrido de baja potencia eólico solar conectado a la red”, elaboró una metodología para analizar técnica y económicamente un sistema de generación de baja potencia, que utilice fuentes energéticas renovables (solar y eólico) y que se encuentra interconectado a la red eléctrica pública. Entre los resultados obtenidos se puede mencionar que el factor de planta para el sistema eólico es de 14.07% y para el sistema solar es de 18,91%. El análisis financiero ha permitido concluir que la modalidad de reducción del monto facturado se necesitará que el precio de la energía a nivel residencial sea como mínimo de 0,361 \$/kWh, para obtener tasa interna de rentabilidad del 3.58%, equivalente a la mejor alternativa de inversión bancaria. En caso se fomente un incentivo de exoneración del pago de impuesto a la renta, el precio de la energía mínimo disminuirá a 0.323 \$/kWh.

A nivel local, Cieza (2017) en su obra “Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para las instalaciones eléctricas de alumbrado en el hostel Lancelot ubicado en Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque” diseñó un sistema fotovoltaico para proporcionar energía al circuito de alumbrado del Hostal Lancelot, ubicado en la calle Alfonso Ugarte N° 639 en el departamento de Lambayeque, provincia de Chiclayo, distrito de Chiclayo, con un consumo de energía promedio diario 17.39 kWh/día. El sistema obtenido fue de 6.48 kWp, con una inversión de S/. 146,382.30.

Bravo y Gamarra (2016) en su obra “Diseño de un sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda de energía de los laboratorios de Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo” diseñaron un sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda de energía de los laboratorios de Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruiz. La medición de radiación solar la realizaron a través del software METEONORM 7.0. La carga conectada se estima utilizando una pinza amperimétrica y las hojas de características técnicas de los equipos del laboratorio. El sistema fotovoltaico propuesto es de 27 kW y el presupuesto total para la ejecución de dicho sistema es de \$36,205.

Asimismo, Chuzón y Del Castillo (2016) en su trabajo de investigación: “«Desarrollo de una fuente de energía alternativa a través de la modificación de paneles fotovoltaicos para dispositivos móviles” desarrollaron un sistema fotovoltaico, con paneles modificados, para alimentar dispositivos móviles de uso diario. Los módulos fotovoltaicos al ser modificados en su estructura física transfieren energía como puente con el fin de que otros dispositivos puedan ser conectados y sean funcionales.

Dentro de las teorías utilizadas en la presente investigación tenemos:

Generación renovable y los sistemas eléctricos

Al incorporarse las redes de generación distribuida (en especial las de energías renovables) a una red eléctrica, debe tenerse en cuenta que sus parámetros de funcionamiento están propensos a cambiar constantemente, debido a las características técnicas de dichas fuentes. La estabilidad de todo sistema eléctrico puede estudiarse bajo diferentes aspectos.

Estabilidad de frecuencia

En la figura 1 se muestra cómo, frente a una perturbación en el sistema (rechazo de carga preventivo), un sistema típico genera una respuesta con la finalidad de que la frecuencia se mantenga estable.

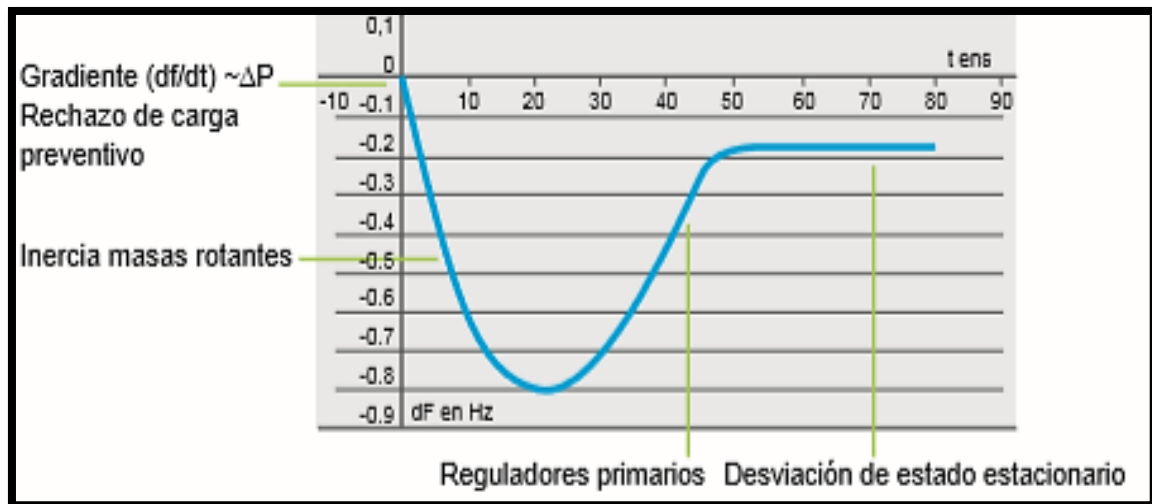


Figura 1. Frecuencia vs Tiempo

Fuente: Gonzales Longatt, 2004.

En el gráfico se puede apreciar la manera en que las masas rotantes están recibiendo el respectivo impacto de la inercia acumulada, así como todo el proceso que deberán seguir los controles con el propósito de poder retornar al estado estable dentro del sistema, al momento en que la perturbación se produjo. Teniendo como respuesta inmediata el rechazo de carga preventiva.

En cuanto al generador eólico y solares, la variación de la naturaleza respecto a sus actividades, en muchas ocasiones, no presentan impacto alguno sobre la estabilidad de frecuencia; esto incluye también un lapso de tiempo que va desde segundos e incluso hasta minutos, de los cuales sí presentan relevancia para que exista un control secundario. El principal impacto se resume a continuación:

La baja inercia de estos sistemas ocasiona que el rango de frecuencia tenga una variación rápida, así como que existan caídas más profundas del mismo. Admitiendo así una relevancia más compleja sobre aquellas redes en isla, o en aquellos sistemas que disponen de aislamiento en una parte de ellos.

Manteniéndose la totalidad de reservas primarias y secundarias, sin alguna alteración (se asume que tanto los generadores eólicos como inversores solares disponen de capacidad FRT y LVRT) porque, en un extremo, las reservas no se definen por variabilidad eólica y solar, sino por la unidad de generación más grande.

Sin embargo, debido a que estos últimos mayormente suelen estar conectados a la red, tienden a desconectarse ante la presencia de una elevada generación de energía solar y eólica; ocasionando impactos negativos sobre la estabilidad del voltaje, mostrándose entonces algunas consideraciones:

Aquella potencia que no puede ser transmitida entre puntos muy distantes es la potencia reactiva, por lo que debe estar a disposición en donde se encuentra la carga. Es por ello que, los parques eólicos, principalmente, se ubican en zonas muy alejadas respecto a los puntos de consumo. Por este motivo, la potencia reactiva puede no estar vacante tanto en el momento como en la localización requerida incluso si los parques eólicos son aptos para abastecerla.

Muchas plantas de generación solares y eólicas se encuentran funcionando a bajos niveles de tensión en comparación a las grandes plantas de potencia. De manera común, la tensión se regula en base al concepto estricto de que los transformadores con cambiadores de taps tengan el control sobre el voltaje del nivel inferior, significando entonces que la potencia reactiva dispone de un balance debido únicamente a la dirección de la misma, yendo del nivel más alto al más bajo.

Así, para los principales niveles de transmisión, la capacidad de potencia reactiva de un generador fotovoltaico o eólico incorporado a los sistemas de distribución o subtransmisión puede no estar vacante. Más allá de lo descrito anteriormente, estas precisiones pueden ser mitigadas mediante costos moderados a través del establecimiento de un sistema de compensación de potencia reactiva.

Estabilidad de ángulo

Este tipo de estabilidad puede ser de dos formas: tanto de pequeñas o grandes perturbaciones, correspondiendo así a la estabilidad oscilatoria y estabilidad transitoria respectivamente. Esta última presenta un impacto considerable sobre el sistema global, por lo que los siguientes párrafos se centrarán en él. En la siguiente figura 3, se muestra el concepto de la estabilidad transitoria.

Utilizando también el programa Power Factory Digsilent, se ha simulado una falla trifásica hacia una de las barras del sistema con tensión elevada (correspondiendo

a una perturbación), además de haberse tomado como respuesta lo generado por el ángulo rotor contra la potencia. Apreciándose en la figura de la izquierda, donde la sincronía queda totalmente perdida que, si la falla supera el tiempo crítico de 150 ms aproximadamente, las protecciones se activarán y comenzarán a despejar aquella falla; de no ser así, el sistema caerá en una pérdida de sincronismo.

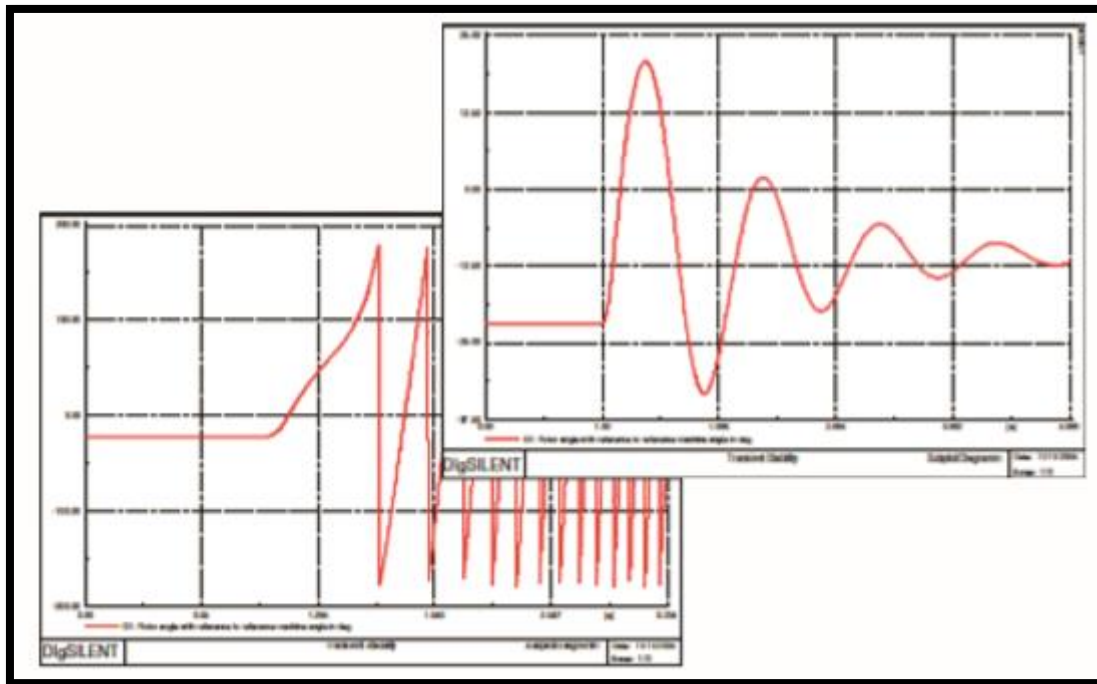


Figura 3. Ángulo rotor vs. Potencia.

Fuente: Gonzales Longatt, 2004.

De darse el caso que los tiempos críticos de despeje de las fallas se vean en aumento, al añadir una nueva planta de generación, el impacto que esta generará será positivo. Caso contrario, el impacto resultante será negativo si los tiempos de despeje se vieran reducidos y trasladados hacia el tiempo crítico actual.

Este hecho llegaría a ser aceptado sólo cuando los momentos críticos de despeje de fallas sigan siendo superiores de 150 ms, respecto a los tiempos de despeje de fallas reales. Considerando que tanto los generadores eólicos como solares no representarán inconvenientes en la estabilidad transitoria de sus impactos (ya sea positivo o negativo), así como en los tiempos críticos de despeje, puesto que se darían solamente de manera indirecta.

Energías renovables no convencionales

Se dice que cuando todo cuerpo o sistema (toda materia en general) está disponible a producir trabajo (ya sea movimiento, producción de calor, emisión de luz, generación de electricidad, etc.), tiene una determinada cantidad de energía. La cual cabe la posibilidad de darse bajo múltiples condiciones: ya sea eléctrica, cinética, nuclear, radiante térmica, gravitatoria, magnética, química, etc.

Además de que, al igual que la materia, está supeditada bajo el principio de conservación de la energía, la cual expresa lo siguiente: “la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.

Ahora bien, se le considera como energía renovable a aquella fuente que es de aprovechamiento continuo por el hecho de no consumirse con tanta facilidad respecto a otro tipo de energías; como es el caso de los combustibles fósiles, de los cuales se puede estimar que disponen de un tiempo de culminación a pesar de los extensos años de uso; por otra parte, la energía renovable posee una ventaja sostenible para el medio ambiente debido a que contaminan menos.

Esta tipología de energía se presenta tanto en la radiación solar, la fuerza del viento, los vestigios agrícolas, la temperatura del subsuelo, la fuerza del mar, como en muchas otras. Aunque en su gran mayoría, estas energías se consideran provenientes de la energía de los rayos solares.

Energía solar

Es aquella que puede obtenerse de manera inacabable a partir de las ondas electromagnéticas procedentes del Sol, en pocas palabras, de la radiación solar.

Esta energía se puede aprovechar de manera más efectiva mediante el uso de mecanismos como células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, los cuales posibilitan la obtención de electricidad a partir de esta fuente de energía; la cual sería de aplicación directa en el alumbrado público, funcionamiento de maquinarias, generación de calor, climatización de edificaciones, entre otras. (Vásquez, y otros, 2017)

En el contexto peruano, el país dispone aproximadamente de un potencial de energía emitida por la luz solar media anual de 250 W/m², y en específico, son las zonas de Arequipa, Moquegua y Tacna que presentan mayor potencia solar, siendo motivo por el cual ahí se efectúan el desarrollo de las grandes plantas fotovoltaicas (Vásquez, y otros, 2017).



Figura 4. Paneles solares fotovoltaicos

Fuente: Schneider Electric Industries SAS, 2013.

Energía eólica

Esta energía inagotable se aprovecha tanto del movimiento y la fuerza del viento como de las corrientes de aire, siendo de aprovechamiento para diversas actividades que requieren de alguna fuente de energía, transformándose por lo tanto en electricidad o energía mecánica.

El origen primario de esta energía se encuentra en la presión dentro de la atmósfera (cuando esta presenta variaciones), y que se debe a su calentamiento no uniforme a causa de la radiación solar; es por ello que se describe que gran parte de energías renovables derivan, ya sea de manera directa o indirecta, del sol. Es por ello que, al calentamiento tanto de la atmósfera como de la superficie terrestre se le suma la acción de la gravedad, conllevaría a un equilibrio en la motricidad del viento (Vásquez, y otros, 2017).

En el caso de Perú, el potencial eólico total es de 77.000 MW, pero debido a muchos factores, como la presencia de sitios arqueológicos y reservas naturales, se pueden aprovechar poco más de 22.450 MW; Son las regiones con mayor potencial ubicadas en la costa del Perú, especialmente las provincias de Ica, Piura y Lambayeque.

Precisamente, en estos dos primeros es donde están ubicadas las grandes plantas eólicas del país; en cuanto al departamento de Lambayeque, están en ejecución varios estudios para el establecimiento de una planta. Recalcando primero que, debido a que la velocidad del viento es muy variable y para que sea viable tanto al nivel técnico como económico, el estudio de una planta eólica suele durar varios años. (Vásquez, y otros, 2017).



Figura 5. Turbinas eólicas.

Fuente: worldenergytrade

Energía de biomasa

Llamada también bioenergía, es otra de las energías inagotables que provienen de la potencia de los rayos del sol, a través de la fotosíntesis vegetal, dándole un gran uso y valor a la materia orgánica, puesto que será el principal elemento a ser convertido tanto en electricidad como calor; todo ello bajo el desarrollo de procesos químicos, térmicos o mecánicos como la combustión, digestión anaerobia, entre otros. En su gran mayoría, la materia orgánica más conocida en este tipo de energía gira en torno a los derechos o residuos ya sea de origen animal como vegetal.

(Vásquez, y otros, 2017); en el Perú, para generación eléctrica, presenta un potencial de bioenergía de 177 MW.

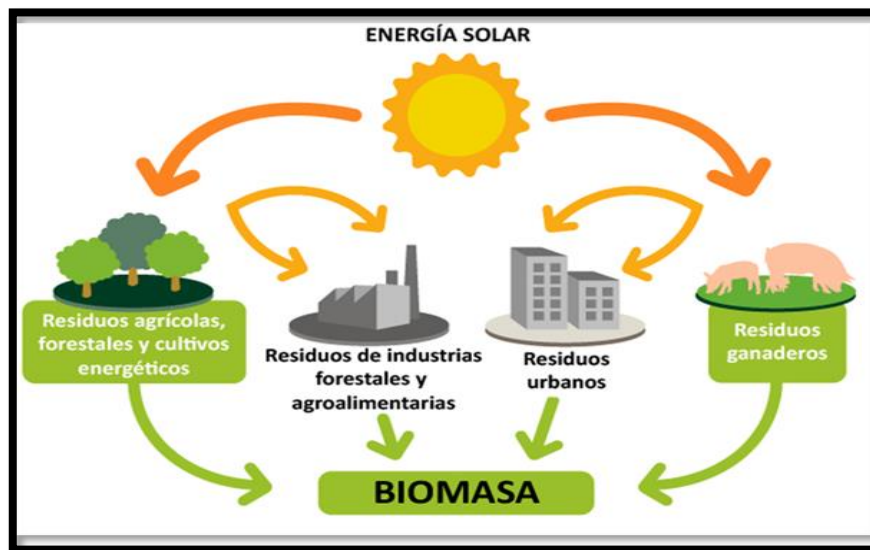


Figura 6. Energía de la Biomasa

Fuente: World energy trade

Energía de biogás

Se puede decir que esta energía representa un derivado de la energía de biomasa, pues el recurso energético obtenido (biogás) es producto de la descomposición (biodegradación) de la materia orgánica. La principal composición del biogás o biocombustible está dada por metano CH_4 , el cual llega a tener una variación entre 50% y 70% del volumen, además de también estar incluidos otros componentes como hidrógeno (H_2), nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2), dióxido de carbono (CO_2), y sulfuro de hidrógeno (H_2S) (Vásquez, y otros, 2017).

Para ello, se llevado a cabo por un proceso denominado digestión anaeróbica; el cual se desarrolla bajo el trabajo de microorganismos presentes en un ambiente herméticamente cerrado (biodigestor), sin presencia alguna de oxígeno. Luego de este proceso, el gas puede usarse tanto para proporcionar calor como electricidad mediante la acción de un motor o turbina.

En cuanto al Perú, cuenta con un potencial de biogás para generar energía, con una capacidad de 5,151 MW (Vásquez, y otros, 2017).



Figura 7. Planta de biogás de la granja de cerdo - biomasa Agricultura

Fuente: dreamstime

Energía mini hidráulica

Esta tipología de energía aprovecha tanto la caída como la fuerza del agua de los ríos. Se le considera “no convencional” por tener una potencia debajo de los 20 MW, teniendo así la factibilidad de ser implementadas en la mayor parte de los ríos, puesto que su tamaño es menor que el de muchas centrales convencionales. Para aprovechar esta energía se tiene que hacer uso tanto de una turbina hidráulica como de un generador, estos dos elementos convertirán la energía mecánica del agua en energía eléctrica. (Vásquez, y otros, 2017)

Respecto al potencial total hidroeléctrico estimado en el Perú se estima que alcanza a 69,445 MW (Vásquez, y otros, 2017).



Figura 8. Minicentral hidroeléctrica gallito ciego de 270 kW

Fuente: dreamstime

Marco regulatorio

El Perú, hace más de cinco años, ha venido aplicando una serie de mecanismos legislativos con la final de poder impulsar la disposición de recursos renovables no convencionales, para la suscitación de fuentes de energía eléctrica. Con lo cual, el estado ha desarrollado el planteamiento de una política nacional encaminada al sector energético. Para ello, ha visto oportuno incluir en ella dos mecanismos, estos son tanto las subastas en RER así como la generación distribuida; aunque esta última no está del todo reglamentada (Vásquez, y otros, 2017)

Subastas RER

Representa un concurso público, llevado a cabo cada dos años, con la finalidad de establecer una tarifa de adjudicación para cada proyecto RER presentado; asimismo este organismo se encargará de definir todos los requisitos de energía para cada subasta efectuada, formular y dar la aprobación de las bases del concurso, así como firmar los contratos resultantes.

Por otro lado, OSINERGMIN es el órgano encargado de verificar el correcto desarrollo de las subastas, así como de coordinar los precios y vigilar el cumplimiento contractual una vez finalizado el concurso; teniendo en cuenta que

las orientaciones de las subastas pueden direccionarse a la generación de energía con o sin enlace a la red eléctrica nacional.

Generación distribuida

Corresponde a todas aquellas fuentes que se encuentran acopladas muy cerca de los centros de carga, siendo estas que estar integradas por lo tanto a una misma red, ya sea de media o baja tensión, cuya energía está establecida directamente para el consumo. Las ventajas que este tipo de sistema ofrece son:

Primero, como la generación electricidad es ejecutada en bajo el mismo nivel de tensión en que esta se consume, las pérdidas técnicas suelen disminuir; segundo, la demanda de la potencia neta se ve reducida, conllevando que los costos de inversión en red sean menores. Y tercero, como consecuencia de un menor par eléctrico, los perfiles de tensión se ven eventualmente mejorados.

Confiabilidad en sistema de generación distribuida

El diseño sobre los sistemas de generación conlleva contar con unidades generadoras que se encarguen de garantizar una potencia nominal, de no existir algún imprevisto (en este caso alguna falla), estas unidades tienen que estar disponibles para todos los usuarios; es por ello que, como parte del diseño de una planta se deberá considerar siempre los mantenimientos de prevención, más que nada como una capacidad de reserva ante cualquier falla.

Estas fallas determinan la confianza de los sistemas de generación distribuida; puesto que, en muchas ocasiones terminan generando pérdidas de capacidad; además, según el periodo en que estas ocurran, así como la duración de cada una, terminan incumpliendo el propósito por el cual el sistema fue diseñado. Por ello es relevante determinar una evaluación sobre la periodicidad de eventos con fallas.

Siendo entonces determinante calcular el tiempo existente entre una falla y otra dentro de cada unidad del sistema, constituyendo así una variable que será sometida bajo la teoría de las probabilidades; teniendo entonces que, para calcular la probabilidad de ocurrencia de cualquier evento inesperado (falla), se tendrá que

recurrir a dos componentes principales; estos son la frecuencia y la duración que ha tenido cada falla. De esta manera se podrá realizar una evaluación más contundente de los riesgos que presentará el sistema, el cual estará en torno al tiempo extraviado anualmente (TPA) y por la capacidad de generación; considerando solo aquellas interrupciones donde se deja de entregar el servicio.

Existiendo una proporción directa entre la disposición de la capacidad de generación y el tiempo en que opera a determinado medio de explotación sobre la capacidad, el cálculo de fallas sobre una determinada unidad generadora se puede plasmar como el grado probabilístico de que dicha unidad no produzca una respectiva cantidad de energía; debido a fragmentos de tiempo perdido. El factor de salidas forzadas (FSF), se efectúa mediante el siguiente cálculo:

$$FSF = \frac{TPA}{FTP}$$

El FSF es directamente proporcional al TPA, y este a su vez con el número de fallas ocurridas en cierto lapso de tiempo (frecuencia en que ocurre alguna falla); por ejemplo, para un FTP de un año, el FSF se puede describir como la probabilidad de que una o más unidades generadoras no se encuentren en funcionamiento, ocasionando así un tiempo perdido total, del cual se podrá estimar para cada año, así como las consecuentes magnitudes de capacidad fuera.

Existe una teoría, llamada Modelo estructural de la confiabilidad técnica del sistema de generación, la cual calcula el nivel de confianza en aquellas estructuras complejas (facilidades de generación) partiendo sobre la información de confiabilidad de todos sus elementos (unidades generadoras). Habiendo en la industria una variedad de configuraciones distintas para cada unidad generadora (tomando tanto los componentes en serie como en paralelo), considerando el tipo de trabajo para el cual será diseñada.

En cuanto a la factibilidad de generación de potencia, se presentan las cláusulas de: si una unidad generadora presentara alguna falla, es inadecuado considerar que eso representaría la falla total sobre la facilidad; puesto que la potencia seguirá siendo entregada por parte de otras unidades en correcto funcionamiento. Claro

está que la falla de una unidad se interpreta como una disminución de la capacidad entregada a los consumidores.

Siguiendo lo anterior es del todo afirmado que, todas las unidades dentro de una red de generación deban estar conectadas en serie. Bajo este concepto, la pérdida de capacidad adjunto a las fallas dependerá del número de unidades que se estén fuera de servicio; puesto que, más de una unidad puede encontrarse en un estado de falla al mismo tiempo. De esta manera se consideraría la existencia de un fallo cuando una cantidad elevada de unidades generadoras estén sin funcionamiento, haciendo que el servicio ofrecido se vea interrumpido.

Normalmente se reconoce a los sistemas que satisfacen estas características como “r” fuera de “n”.

Dicha tipología de conexión respecto a los componentes, representa un caso particular del sistema en paralelo. En esta ocasión, la falla respectiva del sistema no estará remarcada cuando se encuentran fallando todos los componentes, sino que tal situación se alcanza si r-1 de sus n componentes salen de operación. Precizando denotar como:

$$B(r; n, p) = \left(\frac{n!}{r!(n-r)!} \right) p^r (1-p)^{n-r} \quad \text{para } r=0, 1, 2, \dots, n \quad \text{Ecu. 1}$$

Donde p representa la probabilidad de que cualquier unidad llegue a sobrevivir, siendo equivalente al Factor de Salidas Forzadas. Siendo entonces que el sistema estará en funcionamiento mientras r, r+1, ... n-1 o n unidades también lo estén. De esta manera, tal probabilidad de supervivencia quedará en lo siguiente:

r – cantidad de componentes que son necesarios su vitalidad para que el sistema no falle.

Dado que los n-r componentes de n pueden fallar en cualquier orden o combinación, para que el sistema alcance el estado de falla, se debe seguir una distribución de probabilidad binomial. De acuerdo con esta función de distribución, la probabilidad de observación correcta de tener r de n unidades observables viene dada por:

$$R_S = \sum_{k=r}^n \left(\frac{n!}{k! (n-k)!} \right) p^k (1-p)^{n-k} \quad \text{Ecu. 2}$$

Aplicando la ecuación 3 se llega a estimar la confiabilidad total de la red generadora, en función de la confiabilidad de sus unidades, con el único factor de que cada una de estas sean tanto independientes como idénticas

Una vez calculada la verosimilitud respecto a las pérdidas de capacidad en las redes generadoras será necesario realizar una evaluación en materia económica, tomando como referencia el precio de venta de la energía, como se visualiza en la siguiente ecuación.

$$E = P \cdot C \cdot M \quad \text{Ecu. 3}$$

Donde:

E: Representa la cuantía correspondiente a las pérdidas de capacidad.

P: posibilidad de capacidad que se haya inoperable

C: Capacidad en operación.

M: valor monetario de la energía.

Este cálculo es muy empelado en los sistemas centrales cuando se requiere realizar evaluaciones, se lleva cabo principalmente en la fase del diseño; tomando en cuenta diversas alternativas sobre el diseño de las unidades generadoras en un periodo de tiempo, de igual manera las pérdidas económicas resultantes; todo ello al margen de las pérdidas de capacidad producto de estimaciones estadísticas. Permitiendo contar con valoraciones económicas de cada diseño, permitiendo seleccionar aquel que resulte menos costoso.

Conceptualización de términos básicos

Fuente de alimentación de media tensión: Es aquel circuito el cual recibe energía de la subestación y la conduce a diferentes cargas o consumidores.

Caída de tensión: La diferencia de tensión desde el punto de distribución de energía hasta el punto de consumo no debe exceder el límite especificado en la norma técnica.

Energía cinética: La energía que está contenida por la fuerza del viento y se podrá convertir en energía eléctrica.

Energía de biomasa: La energía contenida en los desechos animales y orgánicos vegetales, podrá convertirse en energía eléctrica por gasificación o combustión directa.

Energía solar fotovoltaica: Es la que contiene la energía solar y que se podrá convertir en energía eléctrica utilizando el material semiconductor, por efecto fotovoltaico.

Energía Solar Térmica: Es la energía conseguida mediante la radiación solar a través de un colector o captador solar, utilizada en la producción de vapor y hacerlo circular en turbinas y de esta forma generar electricidad.

Energía renovable: Energía, electricidad o calor, obtenida de recursos renovables, generalmente: viento, energía proveniente de los rayos solares, recursos naturales de plantas y animales (energía de biomasa), geotermia (energía geotérmica), entre otros.

Generación Distribuida: La política bajo la cual los generadores se enlazan a un punto de uso y se integran a la red pública de intercambio comercial y energético.

Instalaciones medianas distribuidas en la generación de energía: Instalaciones distribuidas mediante la generación de energía con una capacidad de más de 200 kW a menos de 10 MW. Este sistema está conectado a una tensión media.

Generación Parcial Distribuida: Instalaciones de generación de energía distribuida con una capacidad inferior a 200 kW. Este sistema se puede conectar a baja y media tensión.

Sistema Combinado: Un grupo de dos o más sistemas combinados en un solo sistema para mejorar las propiedades que poseen.

Sistema de distribución: Un sistema eléctrico que transfiere energía a partir de la unidad de producción finalizando con el consumidor final: alumbrado residencial, comercial, industrial y público.

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de Investigación.

Tipo de investigación: El trabajo presente se llevó a cabo bajo una investigación longitudinal, puesto que será pertinente utilizar información correspondiente a distintos periodos de tiempo, con el propósito de obtener valores representativos de los parámetros comprometidos.

Diseño de la investigación: El diseño por el cual se direcciona la investigación, es no experimental, debido a que no se pretende generar algo nuevo, sino que, a partir de la observación respecto a una situación ya establecida o existente, sin ser alterada, se partirá a realizar el estudio.

En los estudios no experimentales se desarrollan bajo la apreciación de variables independientes que no serán manipuladas y tampoco se dispone del control sobre las mismas; es decir, que son inalterables y cualquier acción realizada no generará ningún cambio, consecuencia o influencia en ellas.

3.2. Variables, Operacionalización.

Definición conceptual: Un sistema de la generación de energía distribuida, también conocida como generación instantánea, generación de energía combinada, generación de energía descentralizada, generación de energía distribuida, es básicamente la producción de electricidad por varias fuentes de energía pequeñas en diferentes ubicaciones. Poner lo más cerca posible de los puntos de carga. (Patel, 2014).

Es la característica que exhibe el sistema de satisfacer permanentemente la demanda de potencia demandada por el consumidor y mantener su velocidad de operación dentro de los límites predeterminados de los modos y condiciones de operación. Una función particular. (Aquilino Rodríguez, 2014)

Definición operacional: Se realiza un estudio para determinar la ubicación del Sistema de generación distribuida.

Se determina las energías pérdidas en un suministro eléctrico.

Variante independiente: Sistema de distribución de eléctrica de alimentador sistema chiclayo.

Variable dependiente: mejorar la confiabilidad.

Visualizar Matriz de Operacionalización de las variables en Anexo 01.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población: Fue considerado el total de sistemas eléctricos de distribución de la empresa Electronorte S.A. de Chiclayo.

Criterio de inclusión: Participan todos los vehiculos del año 2020

Muestra: La muestra fue constituida por el conjunto de los 32 sistemas eléctricos de distribución de la empresa Electronorte S.A.

Muestreo: El sondeo fue premeditado por el indagador.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Técnicas de recolección de datos: es empleado el método documental, y la técnica de la observación, este investigación sera fundamental para el desarrollo de las metas, fueron consultados documentos de investigación, tesis, artículos científicos, fichas técnicas del fabricante:

- a. Observación:** nos brinda un panorama de la realidad, a través del trato directo visual, usando nuestros sentidos.
- b. Análisis Documentario:** Al realizar una extracción cuidadosa de términos clave, se facilita la comprensión y el enfoque de la investigación, y se mejora la eficiencia en la búsqueda y recopilación de información relacionada con el tema. Estos términos clave también pueden ser útiles en la comunicación y presentación de la investigación a otros investigadores o audiencias interesadas.
- La utilización de diversas fuentes de información, como libros, papers y artículos científicos, ayuda a obtener una visión amplia y precisa del tema de investigación, respaldando la validez y relevancia de los resultados obtenidos. Asimismo, el uso de estas fuentes confiables y especializadas contribuye a la rigurosidad y credibilidad de la investigación.

Instrumentos de recolección de datos: Para recopilación y registrar datos, se usará como instrumento análisis documental, servirá para el registro de datos técnicos de los componentes para la implementación del sistema eléctrico, también se emplearán un cuestionario y entrevista dirigidos a especialistas en el tema de investigación.

Validez y confiabilidad: La consulta a especialistas del ámbito eléctrico permitirá obtener información y conocimientos actualizados sobre los temas relacionados con la investigación. Estos expertos pueden proporcionar una perspectiva especializada, compartir su experiencia y brindar recomendaciones relevantes para el estudio.

3.5. Procedimientos.

Todo el procedimiento para el desenvolvimiento de la presente investigación, se efectuará con la coordinación de la empresa Electronorte SA, puesto que se llevará a cabo en primera parte, una valoración sobre la situación actual de los Alimentadores en la ciudad Chiclayo, indicando la confiabilidad de cada uno de ellos, posteriormente se determinará el sistema de generación distribuida a implementar para mejorar su confiabilidad, para finalmente se realizara la evaluación económica mediante los indicadores VAN y TIR.

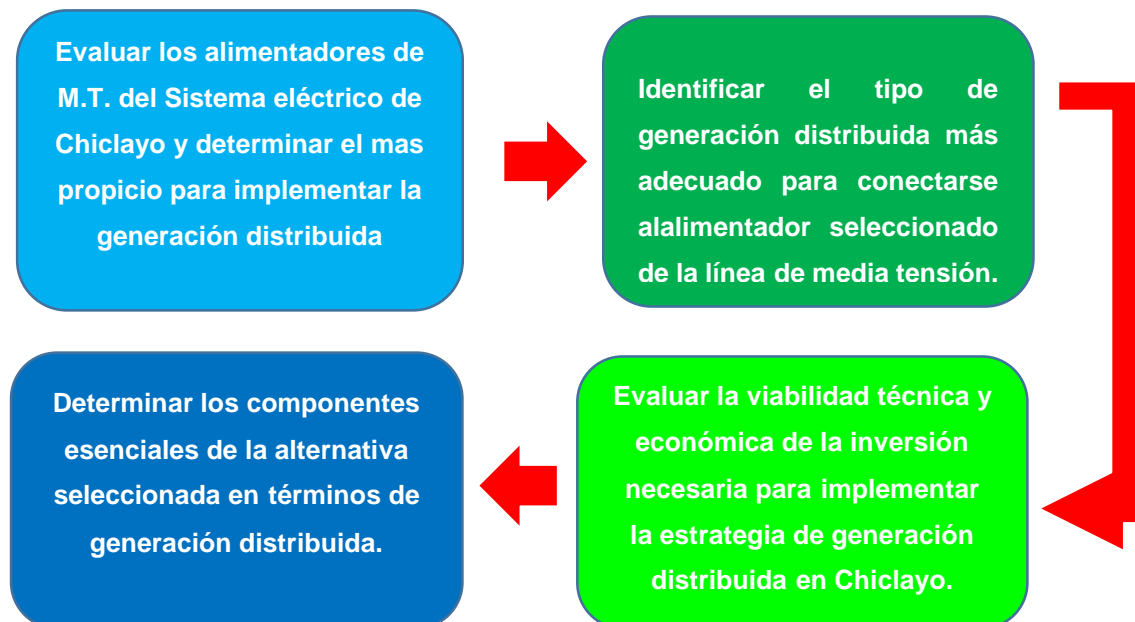


Figura 9. Diagrama de Flujo de la investigación

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de Análisis de datos.

Para el cálculo numérico y la organización de los datos, se empleará el programa Microsoft Excel. Esta herramienta proporciona diversas funcionalidades que facilitan la manipulación y el análisis de datos, permitiendo realizar cálculos, crear tablas y gráficos, así como realizar comparaciones y resúmenes de los resultados obtenidos. El uso de Microsoft Excel contribuirá a garantizar la precisión y la eficiencia en el manejo de los datos recopilados durante la investigación.

Reunir datos relevantes sobre el sistema eléctrico actual en Chiclayo, incluyendo información sobre líneas de media tensión, demanda eléctrica, y cualquier otra variable relevante para tu estudio.

Validar los resultados del análisis comparándolos con datos históricos, estudios similares o expertos en el campo. Asegúrate de que tus conclusiones sean.

Realizar un análisis exploratorio para obtener una comprensión inicial de la distribución de los datos. Utiliza gráficos y estadísticas descriptivas para identificar patrones, tendencias o relaciones iniciales.

Implementa modelos analíticos o de simulación para evaluar la generación distribuida en Chiclayo. Esto puede implicar el uso de herramientas computacionales como WASP, PET, OPTGEN, MELP u otras específicas para el análisis de sistemas de energía.

3.7. Principios básicos de Bioética

En la presente investigación se predispone del uso de herramientas de recolección de dato de manera correcta, procurando ser minucioso con la información plasmada, para sí evitar caer en la redundancia en el desarrollo. Del mismo modo todos los resultados presentados al final del proyecto estarán en torno a los valores de confiabilidad y honestidad; ya que la alteración de la información puede producir daños importantes a la finalidad de la investigación.

Asimismo, evitar lastimar la susceptibilidad de los partícipes en el estudio; respetando en todo momento su privacidad; como proteger la información que brindará tanto Electronorte S.A como las personas que brinden la información llenando la ficha de recopilación de datos.

IV. RESULTADOS.

4.1.- EVALUAR LOS ALIMENTADORES DE MEDIA TENSIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CHICLAYO Y DETERMINAR CUÁL ES EL MÁS PROPICIO PARA IMPLEMENTAR LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Para el fin que persigue el proyecto se requiere efectuar una observación sobre las condiciones actuales de la red de media tensión en lo que se refiere a la topología de la misma, el nivel de caída de tensión, la demanda de suministro, etc.

Para ello, primero se debe hacer una perspectiva general de en donde se encuentra este sistema y a quien pertenece la concesión. Actualmente ELECTRONORTE S.A., comercialmente conocida como ENSA, es la encargada de brindar el servicio eléctrico en esta área, de los cuales existen 81 alimentadores de media tensión en todo el territorio a diciembre de 2018, de los cuales el estándar de calidad de suministro tiene un SAIFI interno de 8.84 (frecuencia de interrupción por hora) y un SAIDI interno de 17.22 (horas de tiempo de interrupción) para el año 2017.

La totalidad El sistema de producción, transmisión y distribución de ENSA se detalla en el Suplemento 01 de 2018.

ENSA fue creada al amparo de la Ley General de Electricidad N° 23406, así como del Reglamento D. Su número correspondiente es el 031-82-EM/VM, el cual tiene una superficie de 4.310,62 km², está ubicado en la región Lambayeque y forma parte de la provincia de Cajamarca. La Figura 9 muestra un mapa del área que abarca la empresa.



Figura 10. Logotipo de empresa ENSA ELECTRONORTE SAC

Fuente: <https://www.distriluz.com.pe/>

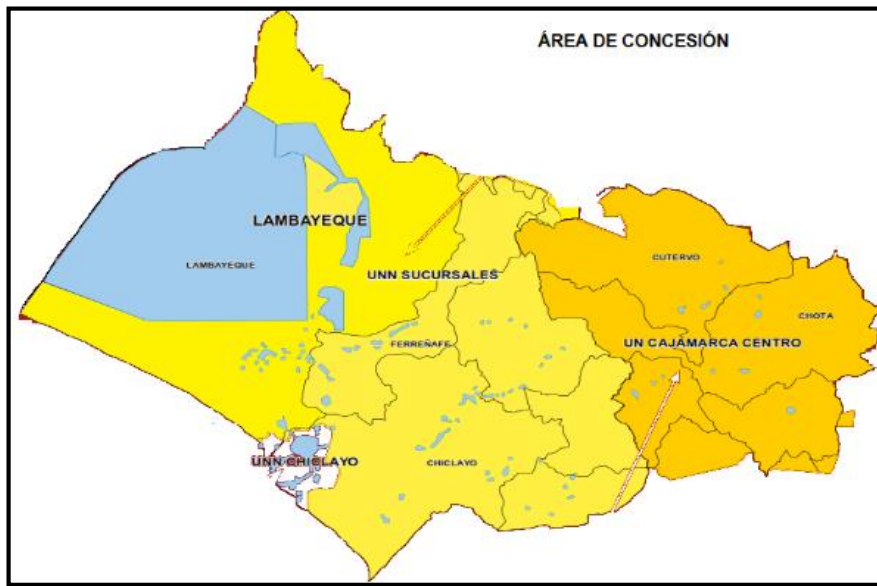


Figura 11. Área de responsabilidad de ENSA.

Fuente: Electronorte, 2017.

En la Tabla 3 se visualiza el total de sistemas eléctricos de distribución de la empresa, según la normativa vigente, y sus ventas de energía obtenidos de la información del FOSE (en MWh). Se tiene un total de 32 sistemas eléctricos de distribución.

Tabla 1. *Sistemas eléctricos de Electronorte S.A.*

#	CODIGO SISTEMA	SISTEMA	SECTOR	FOSE - ENERGÍA MW.H		
				AT	MT	BT
1	SE0094	Chiclayo	ST2	0	169232.1355	286634.2497
2	SE0095	Chachapoyas	ST2	0	747.26933	6121.74561
3	SE0096	Bagua-Jaén	ST2	0	4296.68427	21595.14116
4	SE0097	San Ignacio	ST4	0	157.1309	3278.29911
5	SE0098	Chongoyape	ST4	0	4506.58474	5165.76908

6	SE0099	Chota	ST2	0	1524.97901	5470.74098
7	SE0100	Cutervo	ST4	0	2259.13861	5045.0116
8	SE0101	Jumbilla	ST4	0	11.1142	220.8375
9	SE0103	Rodriguez de Mendoza	ST4	0	299.5531	1379.3475
10	SE0106	Querocoto	ST4	0	983.03736	1333.95907
11	SE0109	Niepos	ST4	0	349.77152	2619.52219
12	SE0166	Pomahuaca	ST3	0	4.58752	131.07078
13	SE0167	Pucará	ST3	0	25.20358	652.28243
14	SE0225	Bagua-Jaén Rural	ST5	0	4743.84739	4706.22361
15	SE0226	Chachapoyas Rural	ST6	0	1034.60076	3594.4316
16	SE0227	Chiclayo Baja Densidad	ST3	0	51206.12972	62210.51043
17	SE0229	Tabaconas	ST6	0	0	112.30358
18	SE1099	Bambamarca	ST2	0	18694.31853	5686.07833
19	SE1227	OLMOS	ST3	0	17797.73239	17231.33199
20	SE2099	BAMBAMARCA RURAL	ST6	0	811.81872	702.49592
21	SE3099	CHOTA RURAL	ST5	0	2193.6896	1905.84096
22	SR0008	San Ignacio Rural	SER	0	305.69081	1729.94225
23	SR0098	Chongoyape SER	SER	0	0	121.14692
24	SR0167	Sistema Eléctrico Rural Pucará	SER	0	27.0795	177.02622

25	SR0225	Sistema Eléctrico Rural Bagua - Jaén Rural	SER	0	204.77677	1746.92585
26	SR0226	SISTEMA ELÉCTRICO RURAL CHACHAPOYAS RURAL	SER	0	61.92947	86.89734
27	SR0227	CHICLAYO BAJA DENSIDAD RURAL	SER	0	0	112.99806
28	SR1094	Sistema Eléctrico Rural Chiclayo	SER	0	0	668.19109
29	SR1099	Sistema Eléctrico Rural Bambamarca	SER	0	0	2848.87126
30	SR1100	SER CUTERVO	SER	0	0	121.46229
31	SR1109	SISTEMA ELÉCTRICO RURAL NIEPOS	SER	0	0	35.61829
32	SR1199	Sistema Eléctrico Rural Chota	SER	0	0	690.59856

Fuente: Estudio de planificación de los sistemas de distribución de Electronorte S.A

El diagrama unifilar de ELECTRONORTE se puede apreciar en el anexo 02, donde se infiere que es un sistema eléctrico de tipo radial. Los trabajos del estudio se concentrarán en la ciudad de CHICLAYO, por lo que se señala que el sistema eléctrico SE0094 Chiclayo (sector típico 2) abarca 32 alimentadores de MT que están distribuidos en 4 SETs, como se muestra en la figura 10:

- SET Chiclayo Norte (SECHNOR): 15 alimentadores.
- SET Lambayeque Sur: 03 alimentadores.
- SET Lambayeque Este: 03 alimentadores.
- SET Chiclayo Oeste (SECHO): 12 alimentadores.

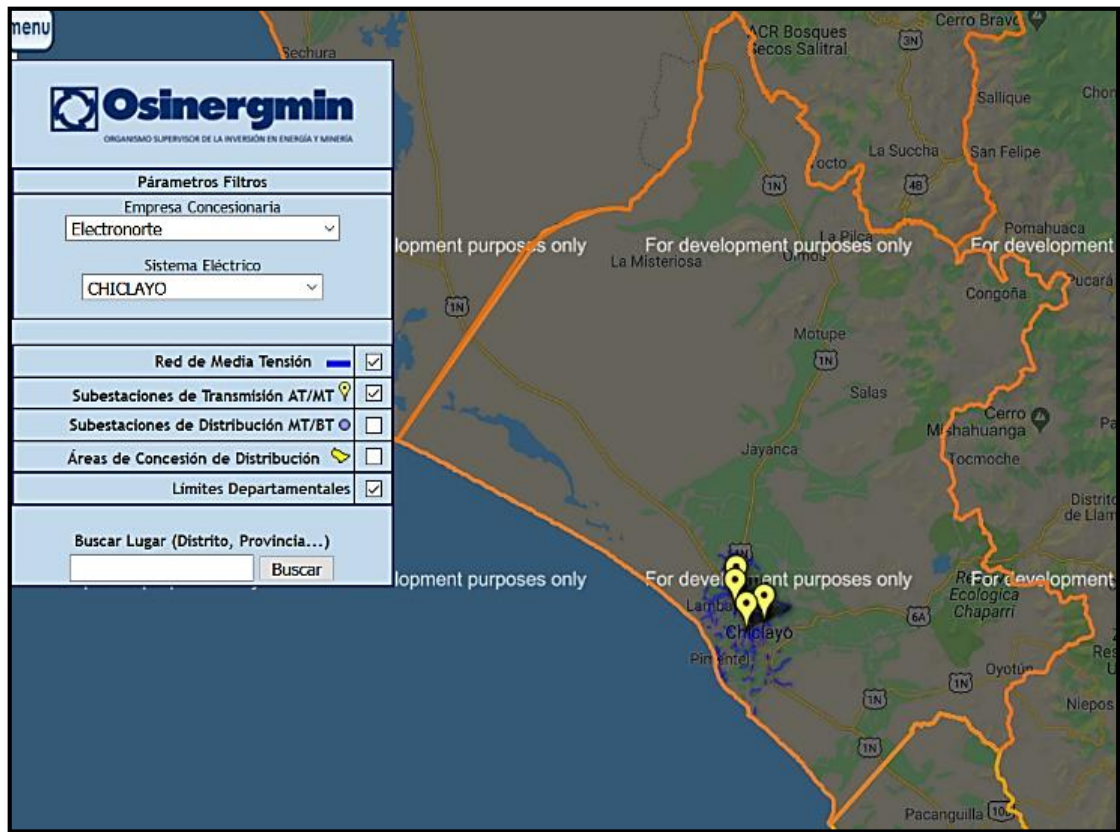


Figura 12. Mapa de ubicación de las 4 subestaciones del sistema eléctrico SE0094 Chiclayo

Fuente: Osinergmin.

Teniendo así una descripción sobre las características topológicas entre otras de cada una de las SETs mencionadas. Por ejemplo, la distancia máxima entre la SET y la última sed de un circuito por alimentador, esto nos da una idea del alcance máximo que tiene cada alimentador para llegar al cliente más lejano.

SET Chiclayo Oeste (SECHO):

La SET Chiclayo Oeste (en adelante SECHO), cuenta con 12 alimentadores, los datos a continuación corresponden al año 2018, específicamente al mes de marzo, el mes de máxima demanda.

Alimentador C-211

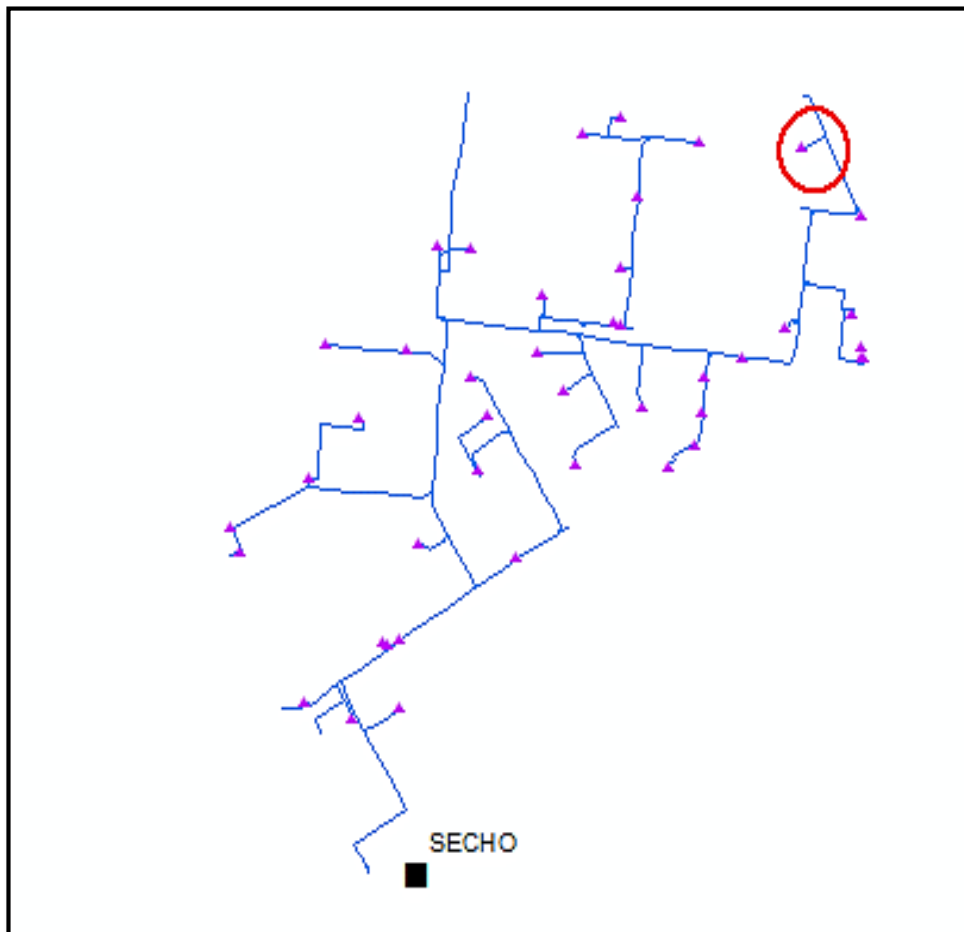


Figura 13. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-211

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre la partida del alimentador C-211 hasta la SED más distante, la distancia existente llega a 3.54 km según la figura 11, en el anexo 04 se visualiza su diagrama unifilar; en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 11,21 Km. Dicho circuito, para el mes de marzo, contó con una energía total activa para el de 1,3 MW-h y está ubicado en el distrito de Chiclayo, abarca cargas como SENATI, SENCICO, etc. Poseyendo una caída de tensión del 1,81%, además de pérdidas en la transmisión en un 0,59%.

Alimentador C-212

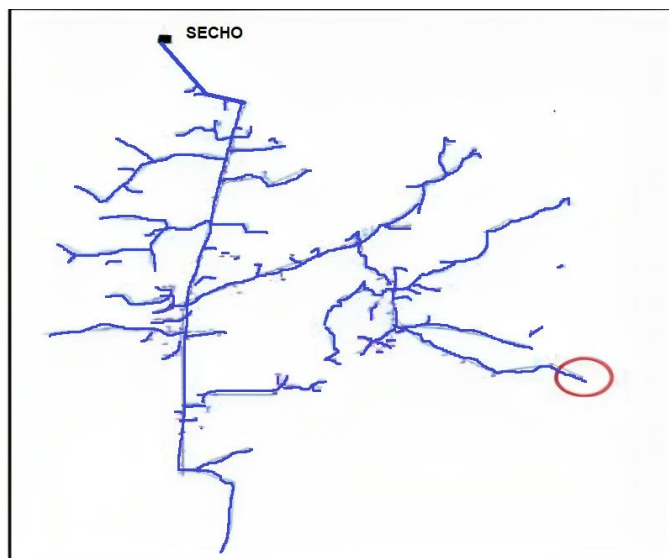


Figura 14. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-212

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre la salida del alimentador C-212 hasta la Sed más distante, siguiendo el tronco, la distancia existente llega a 25.00 km como muestra la figura 12, en el anexo 05 se visualiza su diagrama unifilar. Tal circuito, para el mes de marzo, contó con una energía total activa de 2,8 MW-h y está ubicado a lo largo de la vía de Evitamiento para luego seguir la Av. Miguel Grau para suministrar energía a los distritos de Monsefú, Eten y Reque.

Llegando a tener una caída de tensión del 8,16 % además de pérdidas en la transmisión en un 2,78 %. Es el alimentador con mayor longitud del sistema eléctrico de Chiclayo con 127,74 km de red, llegando a alcanzar zonas muy cerca al mar donde es propicio la generación eólica a consecuencia del incremento en la velocidad del viento.

Alimentador C-214

Entre la partida del alimentador C-214 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 16.8 km como se aprecia en la figura 13, en el **anexo 06** se visualiza su diagrama unifilar; en cuanto a longitud total de la red se determinó que cuenta con 20,74 Km. Este circuito, para el mes de marzo, contó con una energía total activa de 1,13 MW-h y está ubicado a lo largo de la carretera a Pimentel alimentando a este distrito y a Santa Rosa, abarca cargas como UCV, UDCH, USS,

fabrica purina, etc. Teniendo una caída de tensión del 1,87 % además de pérdidas en la transmisión en un 0,56 %. Su cercanía al mar hace propicio la instalación de paneles solares.

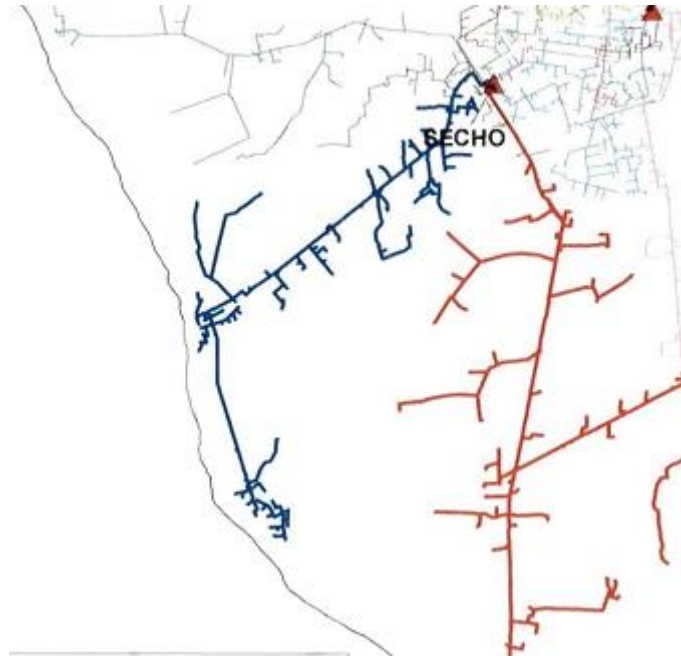


Figura 15. Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador C-214

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador C-215

Entre el inicio del alimentador C-215 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 4.02 km como se observa en la figura 14, en el anexo 07 se visualiza su diagrama unifilar; en cuanto a la longitud total de la red, alcanza 7,76 Km. Este circuito, para el mes de marzo, contó con una energía total activa de 1,15 MW-h y está ubicada en el distrito de Chiclayo. Contando con una baja de tensión del 1,78%, además de pérdidas de 0,37% en la transmisión.

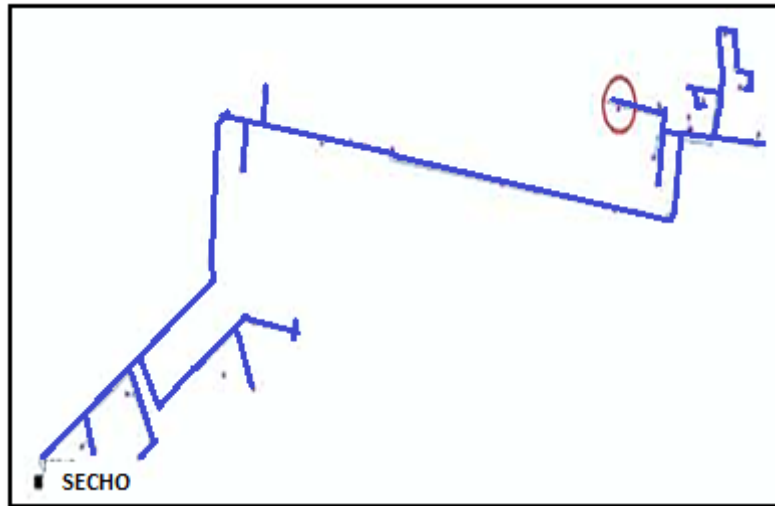


Figura 16. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-215

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador C-216

Entre el inicio del alimentador C-216 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 15.04 km, como se aprecia en la figura 15, en el anexo 08 se visualiza su diagrama unifilar; en cuanto a longitud total de la red, se determinó que cuenta con 59,71 Km. Este circuito, para el mes de marzo, contó con una energía total activa de 2,5 MW-h y está ubicada en el distrito de Chiclayo. Con una baja de tensión del 6,03 % además de extravíos en la transmisión en un 1,35 %.

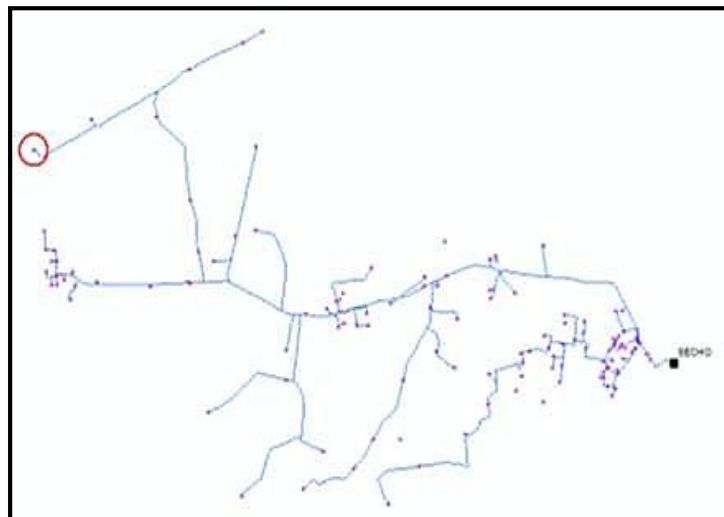


Figura 17. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-216

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador C-217

Entre el inicio del alimentador C-217 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 7.61 km según la figura 16, en el anexo 09.

Se visualiza su diagrama unifilar. Este circuito, para el mes de marzo, contó con la totalidad de electricidad activa en el mes de marzo de 3,6 MW-h, está ubicada en Chiclayo y La Victoria. Contando con una baja de tensión del 13,41 % además de pérdidas de energía en la transmisión en un 3,79 %. Se encuentra entre los cinco alimentadores de mayor longitud con 29,81 km, alrededor de su recorrido existen plantaciones de arroz que podrían propiciar la generación de energía eléctrica por biomasa.

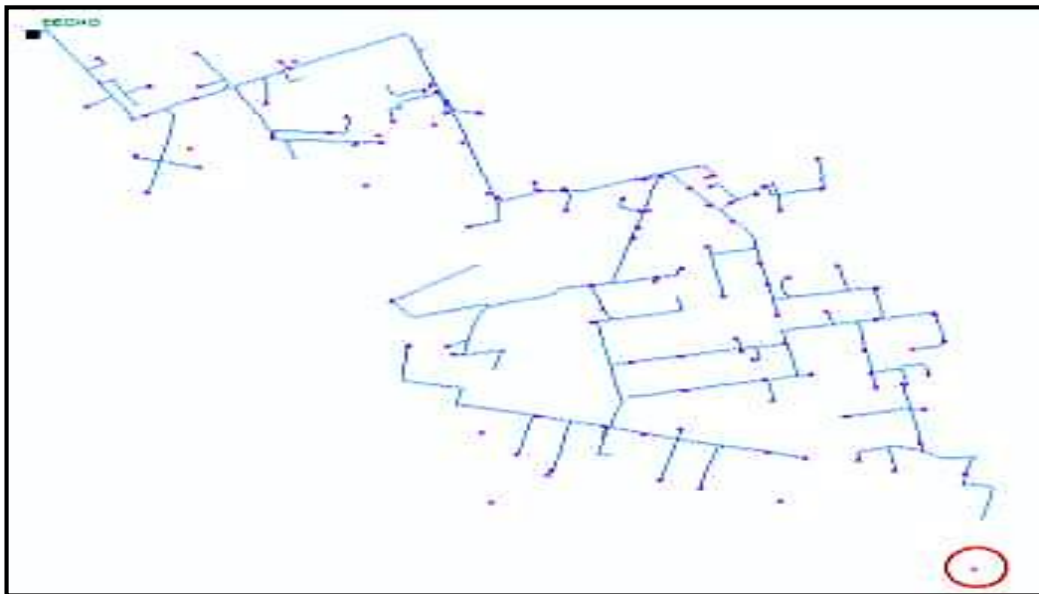


Figura 18. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-217

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador C-218

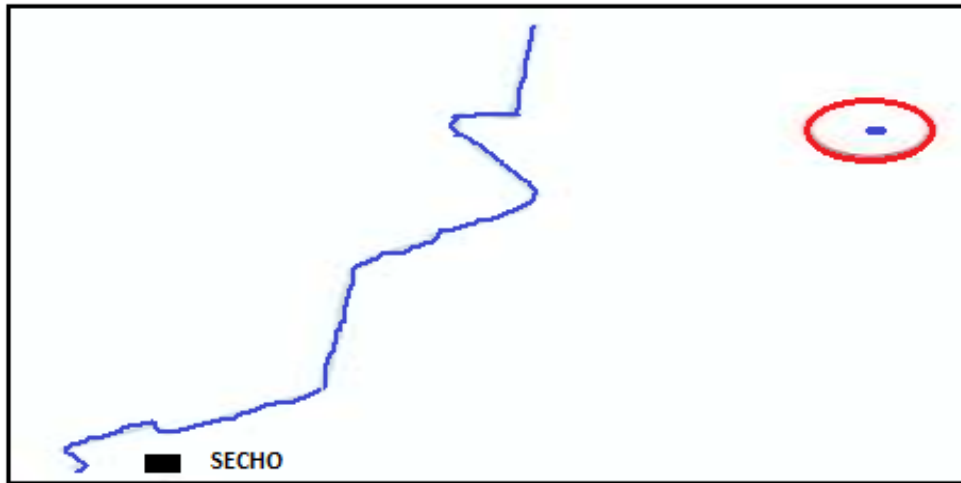


Figura 19. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-218

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre el inicio del alimentador C-218 hasta llegar a la Sed más distante, la distancia existente llega a 2.31 km según la figura 17; en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 9,64 Km. Para el mes de marzo dicho circuito contó con una energía total activa de 1,2 MW-h. Se encuentra en el distrito de Chiclayo y posee una baja de tensión del 3,86 % además de pérdidas de energía en la transmisión en un 1,46 %.

Alimentador C-219

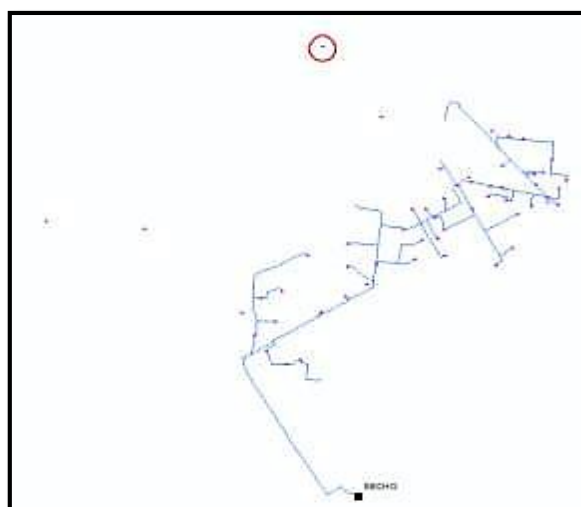


Figura 20. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-219

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre el inicio del alimentador C-219 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 8,76 km según figura 18, en el anexo 10 se visualiza su diagrama unifilar; en cuanto la longitud total de la red se determinó que cuenta con 18,21 Km. Para el mes de marzo, este circuito contó con una energía total activa de 2,17 MW-h. y está ubicado en el distrito de Chiclayo, el mayor recorrido está en los tramos de la Panamericana norte hasta llegar a las próximas del hospital regional de Lambayeque. Respecto a la caída de tensión, presenta un 6,13 % además de pérdidas en la transmisión en un 1,56 %.

Alimentador C-221

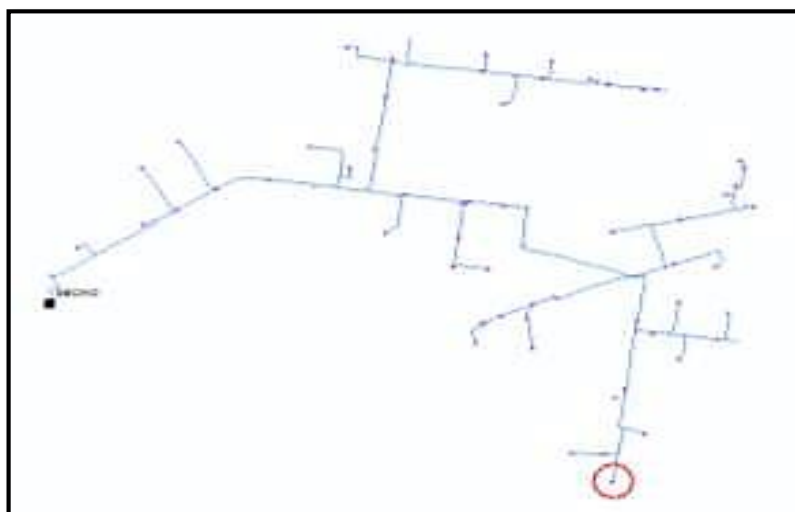


Figura 21. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-221

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre el inicio del alimentador C-221 hasta la SED más distante, la distancia existente llega a 3.68 km (figura 19), en el **anexo 11** se visualiza su diagrama unifilar; en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 12,01 Km. Para el mes de marzo, este circuito contó con una energía total activa de 1,8 MW-h. y está ubicado en el urbano distrito de Chiclayo, alimenta cargas como la zona de 9 de octubre, etc. Respecto a la caída de tensión, presenta un 4,01 % además de pérdidas en la transmisión en un 1,52 %.

Alimentador C-223

Entre la partida del alimentador C-223 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 1.22 km figura 20; en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 13,02 Km. Para el mes de marzo, este circuito contó con una energía total activa de 1,2 MW-h. y está ubicado en el distrito de Chiclayo, respecto a la caída de tensión, presenta un 0.9 % además de pérdidas en la transmisión en un 0,21 %.

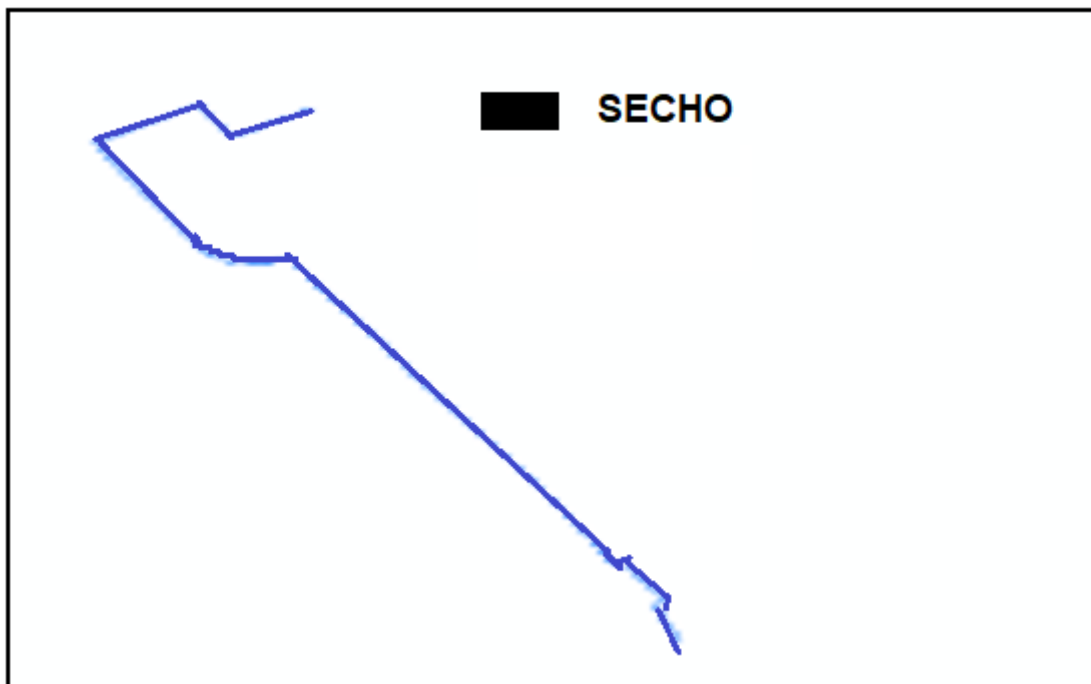


Figura 22. Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador C-223

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador C-224

La distancia total de la red se determinó en 56,79 Km. Para el mes de marzo, este circuito contó con una energía total activa de 1,5 MW-h. y está ubicado en el distrito de Chiclayo, respecto a la caída de tensión, presenta un 1,41 % además de pérdidas en la transmisión en un 0,3 %.

Alimentador O-110

Entre la partida del alimentador O-110 hasta la SED más distante, la distancia existente llega a 0.069 km según figura 21, en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 0,07 Km. Este circuito, para el mes de marzo, contó con una energía total activa de 6,5 KW-h. y está ubicada en el distrito de Chiclayo.

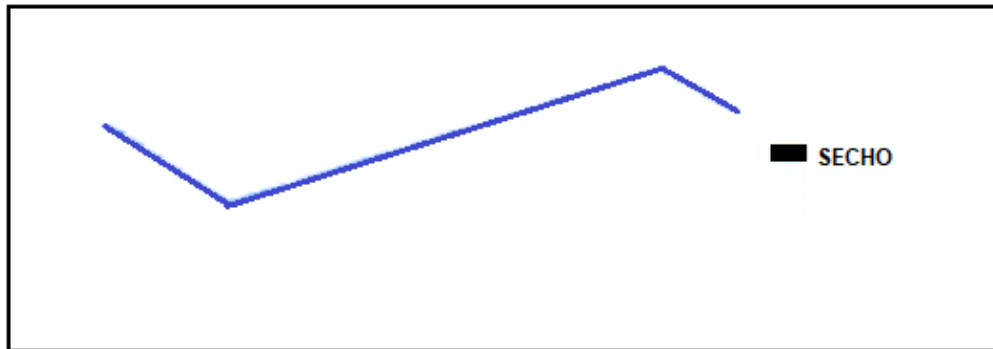


Figura 23. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador O-110

Fuente: (Bedriñana, 2015).

En la figura 22, se muestra un esquema de los alimentadores de la SET Chiclayo Oeste.

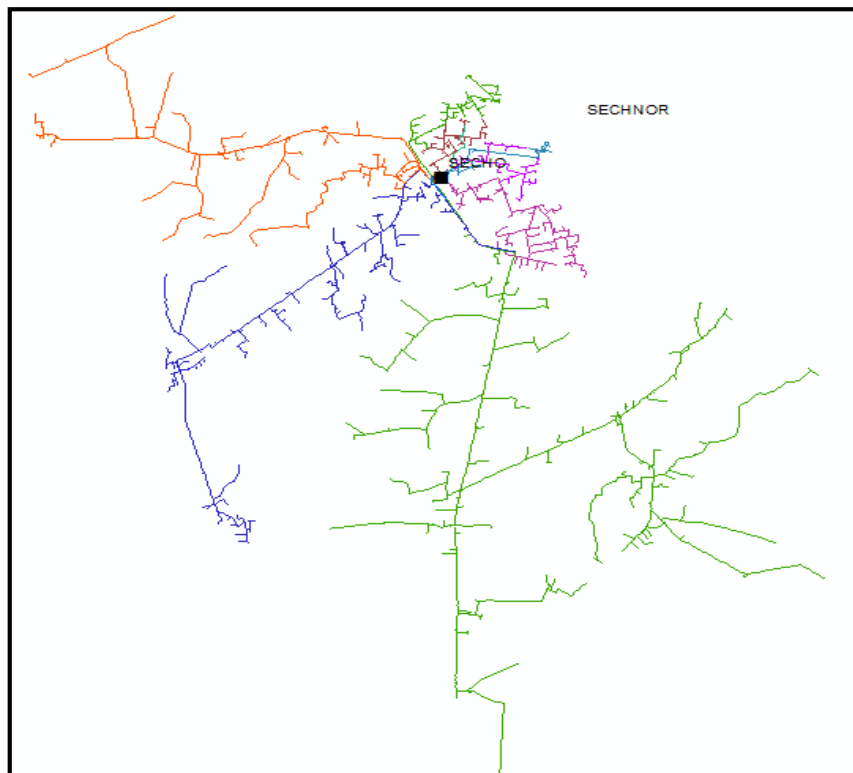


Figura 24. SET Chiclayo Oeste

Fuente: Bedriñana, 2015.

El resumen de las distancias de las salidas del alimentador a la SED más alejada de su recorrido, está representado en la tabla 4.

Tabla 2. *Resumen de distancias entre alimentador y SED más alejada-SECHO*

SET	Alimentador	Longitud (km)
Chiclayo Oeste	C-211	3.54
Chiclayo Oeste	C-212	25
Chiclayo Oeste	C-214	16.8
Chiclayo Oeste	C-215	4.02
Chiclayo Oeste	C-216	15.04
Chiclayo Oeste	C-217	7.61
Chiclayo Oeste	C-218	2.31
Chiclayo Oeste	C-219	8.76
Chiclayo Oeste	C-221	3.68
Chiclayo Oeste	C-223	1.22
Chiclayo Oeste	O-110	0.07

Fuente: Estudio de planificación de los sistemas de distribución de Electronorte SA.

SET Chiclayo Norte (SECHNOR):

La SET Chiclayo NORTE (en adelante SECHNOR), contiene 15 alimentadores.

Alimentador C-233

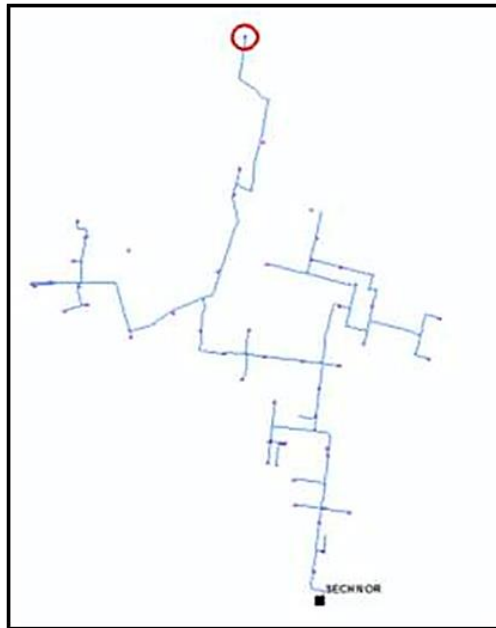


Figura 25. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-233

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre el inicio del alimentador C-233 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 5.48 km (figura 23), en el anexo 12 se visualiza su diagrama unifilar; en cuanto la longitud total de la red se determinó que cuenta con 15,56 Km. Dicho circuito, para el mes de marzo, contó con una energía total activa para el de 1,79 MW-h. y se encuentra en el distrito de José Leonardo Ortiz. Respecto a la baja de tensión, presenta un 5,26 % además un 2,13 % de pérdidas en la transmisión.

Alimentador C-234

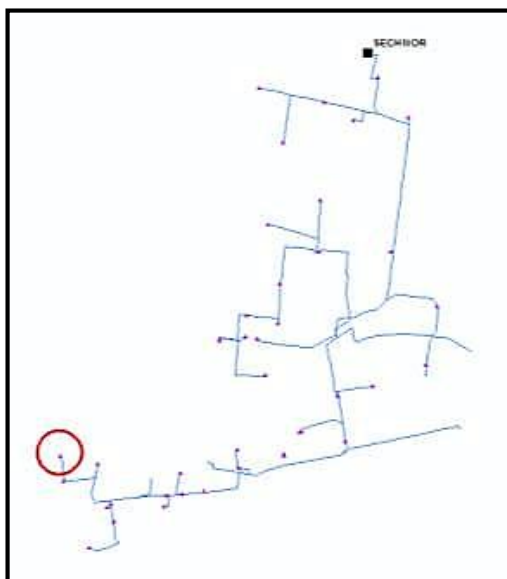


Figura 26. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-234

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre la partida del alimentador C-234 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 2.66 km (ver figura 24), su diagrama unifilar se mostró en el anexo 13 se visualiza su diagrama unifilar y la longitud total de la red se determinó que cuenta con 7,99 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa para el de 2,3 MW-h. y se haya en el distrito de Chiclayo. Respecto a la caída de tensión, presenta un 3,99 % además de pérdidas en la transmisión en un 1,94 %.

Alimentador C-236

Entre el inicio del alimentador C-236 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 6.83 km según la figura 25, en el anexo 14 se visualiza su diagrama unifilar; en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 14,97 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa para el de 1,8 MW-h. y se encuentra en el distrito de José Leonardo Ortiz. Respecto a la caída de tensión, presenta un 4,33 % además de pérdidas en la transmisión en un 1,36 %.

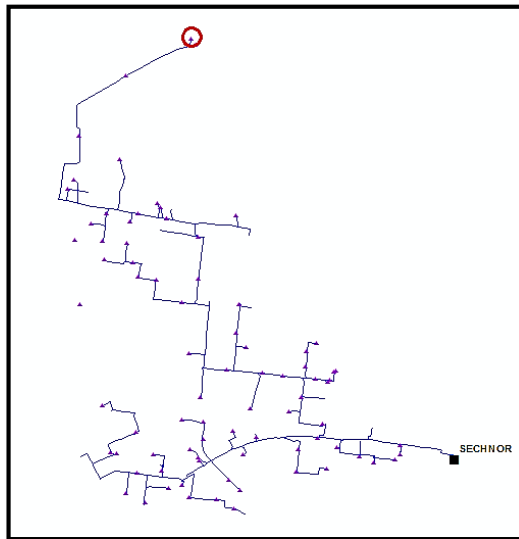


Figura 27. Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador C-236

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador C-237

Entre el inicio del alimentador C-237 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 4.23 km según figura 26, en el anexo 15 se visualiza su diagrama unifilar, en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 7,53 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa para el de 1,9 MW-h. y se ubica en el distrito urbano de Chiclayo. Respecto a la tensión caída, presenta un 2,13 % además de pérdidas en la transmisión en un 0,75 %.

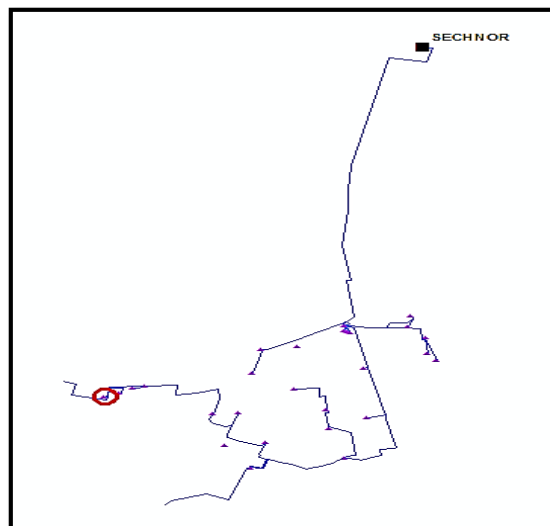


Figura 28. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-237

Fuente: Bedriñana, 2015.

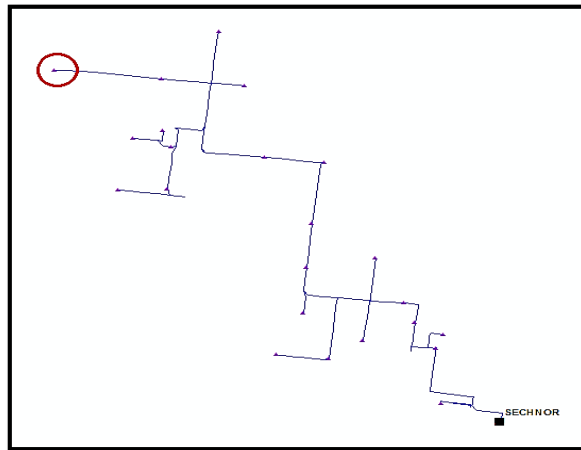


Figura 29. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-238

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre el inicio del alimentador C-238 hasta la Sed más distante, brinda el valor de 3.18 km (figura 27), en el anexo 16 se visualiza su diagrama unifilar, en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 6,05 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa para el de 1,2 MW-h. y se ubica en el distrito de José Leonardo Ortiz. Respecto a la baja de tensión, presenta un 3,15 % además de pérdidas en la transmisión en un 1,31 %.

Alimentador C-244

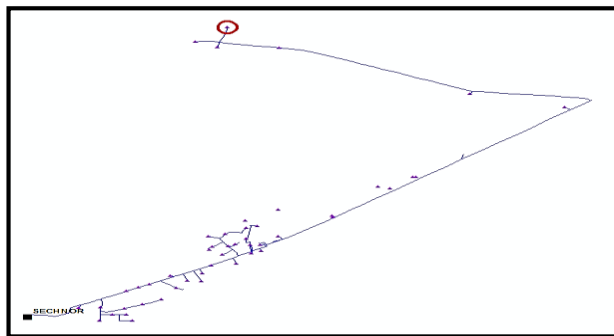


Figura 30. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-244

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre la partida del alimentador C-244 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 12.73 km según figura 28, en el **anexo 17** se visualiza su diagrama unifilar y en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 19,80 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa de 752

KW-h. y se ubica a lo largo de la av. Agricultura en el distrito urbano de José Leonardo Ortiz. Respecto a la caída de tensión, presenta un 2,33 % además de pérdidas en la transmisión en un 0,59 %.

Alimentador C-245

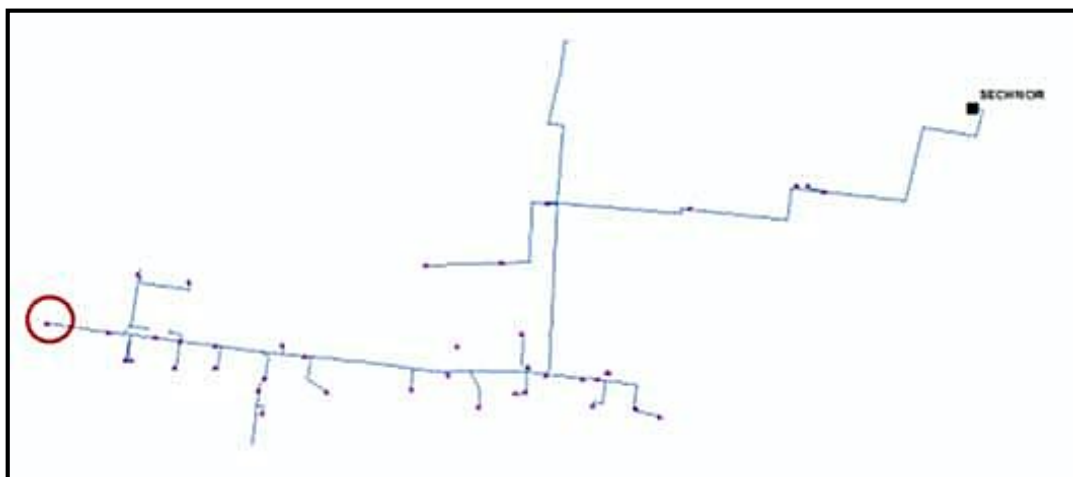


Figura 31. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-245

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre el inicio del alimentador C-245 hasta la SED más lejano, la distancia existente llega a 3.18 km según figura 29, en el anexo 18 se visualiza su diagrama unifilar y en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 7,5 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa de 1,9 MW-h. y se localiza en el distrito u de Chiclayo. Respecto a la caída de tensión, presenta un 3,39 % además de pérdidas en la transmisión en un 1,49 %.

Alimentador C-246

Entre el principio del alimentador C-246 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 10.59 km como se aprecia en la figura 30, en el anexo 19 se visualiza su diagrama unifilar. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa de 2,7 MW-h. y se ubica en el distrito urbano de Chiclayo y la Victoria, comprende en mayor parte recorridos por la av. Víctor Raúl Haya de la Torre y av. Fitzcarrald. Respecto a la caída de tensión, presenta un 9,7 % además

de pérdidas en la transmisión en un 2,8 %. Es uno de los alimentadores de mayor longitud con 42,61 Km.

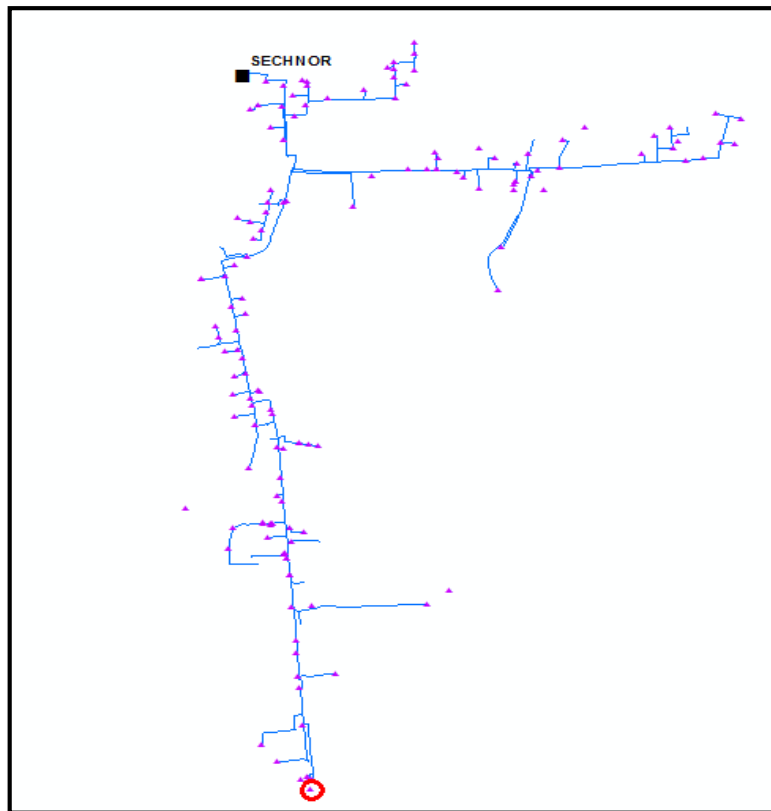


Figura 32. Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador C-246

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador C-247

Entre el principio del alimentador C-247 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 2.38 km figura 31, en el anexo 20 se visualiza su diagrama unifilar y en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 4,48 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa de 1,6 MW-h. y se localiza en el distrito de la Victoria. Respecto a la caída de tensión, presenta un 1,99 % además de pérdidas en la transmisión en un 0,77 %.

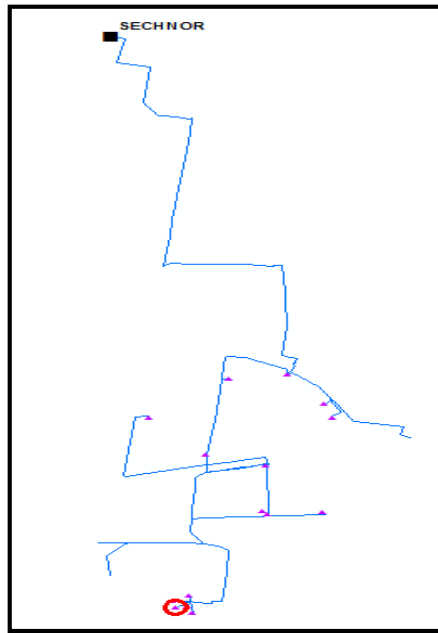


Figura 33. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-247

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador C-248

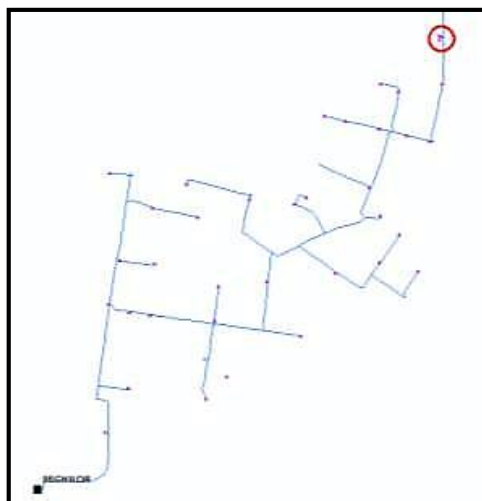


Figura 34. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-248

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre el principio del alimentador C-248 hasta la SED más distante, la distancia existente llega a 3.92 km (ver figura 32), en el anexo 21 se visualiza su diagrama unifilar y longitudes totales de las redes serán de 10,43 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa de 1,2 MW-h. y está ubicada en el

distrito de José Leonardo Ortiz. Respecto a la baja de tensión, presenta un 3,65 % además de pérdidas en la transmisión en un 1,43 %.

Alimentador C-249

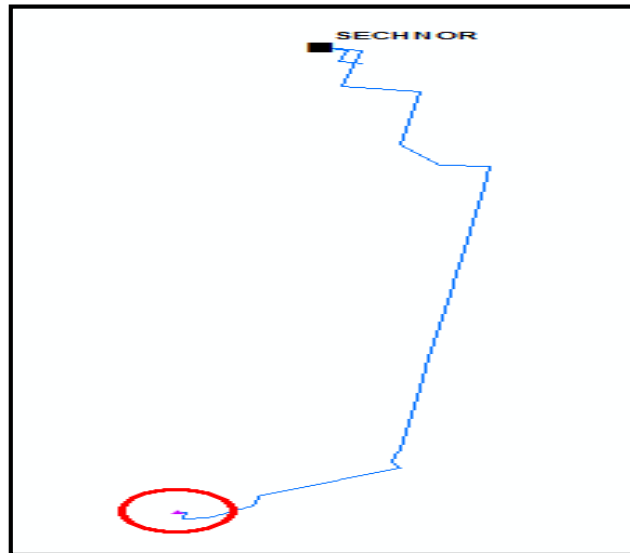


Figura 35. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-249

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre el principio del alimentador C-249 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 1 km, según figura 33 y en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 1,26 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa de 242 KW-h. y se localiza en el distrito urbano de la Victoria.

Alimentador C-250

Entre el inicio del alimentador C-250 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 4.94 km, como se representa en la figura 34, en el anexo 22 se visualiza su diagrama unifilar y en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 13,41 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa de 3,14 MW-h y se encuentra ubicada en el distrito urbano de la Victoria. Respecto a la caída de tensión, presenta un 3,65 % además de pérdidas en la transmisión en un 1,24 %.

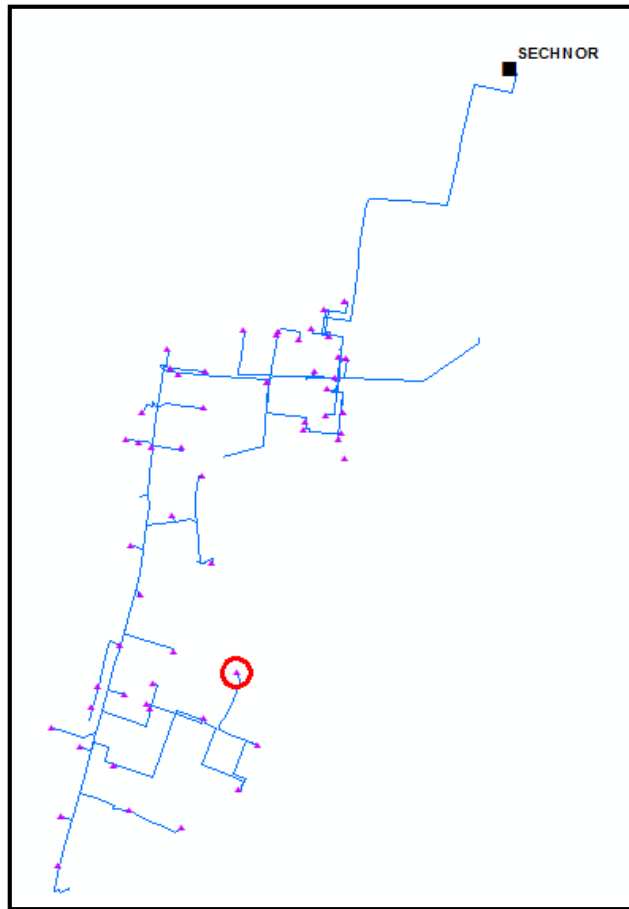


Figura 36. Distancia máxima entre la SET y el último alimentador C-250

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador C-251

Entre el principio del alimentador C-251 hasta la Sed más distante, la distancia existente llega a 1.56 km, como se visualiza en la figura 35, en el anexo 23 se dispone de su diagrama unifilar y en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 4,39 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa de 1,2 MW-h. y se localiza en el distrito urbano de la Victoria. Respecto a la caída de tensión, presenta un 0,52 % además de pérdidas en la transmisión en un 0,25 %.

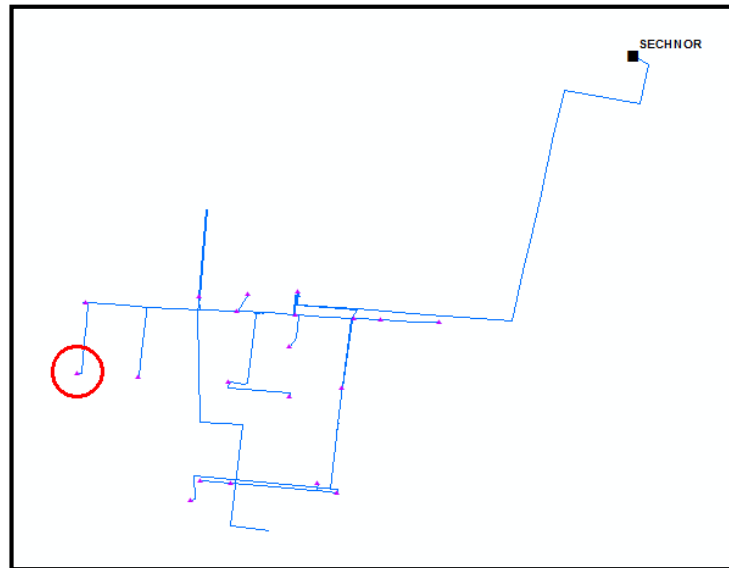


Figura 37. Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador C-251

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador N-110

Entre la salida del alimentador N-110 hasta la Sed más distante, siguiendo el tronco, la distancia existente llega a 0.99 km, según se muestra en la figura 36, y en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta con 0,21 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa de 449 KW-h. y se localiza en el distrito de José Leonardo Ortiz. Respecto a la caída de tensión, presenta un 0,03 % además de pérdidas en la transmisión en un 0,02 %.

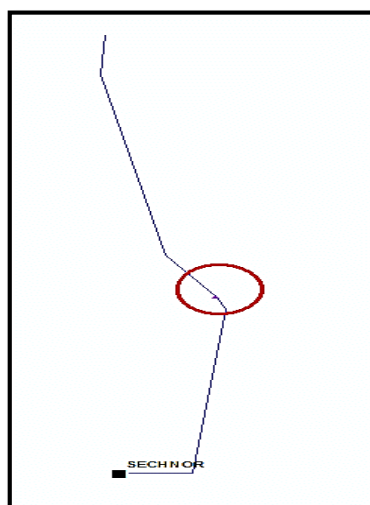


Figura 38. Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador N-110

Fuente: Bedriñana, 2015.

Alimentador N-111

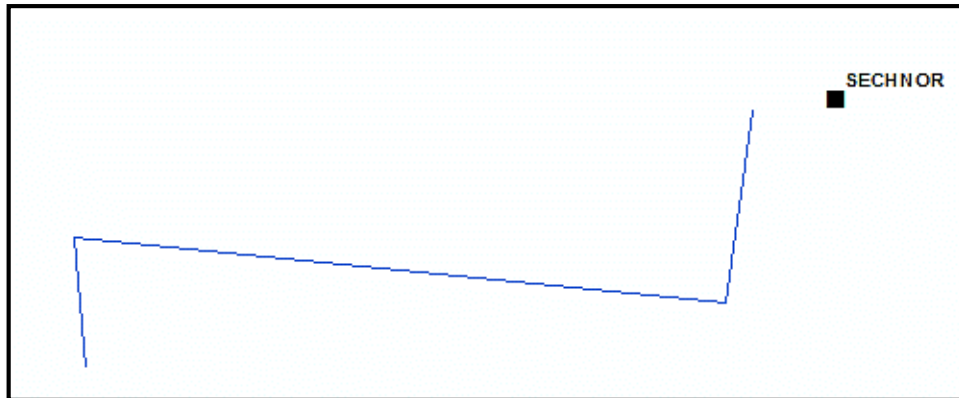


Figura 39. Distancia máxima entre la SET y la última sed del alimentador N-111

Fuente: Bedriñana, 2015.

Entre la salida del alimentador N-111 hasta la Sed más distante, siguiendo el tronco, la distancia existente llega a 0.058 km, según como se aprecia en la figura 37. y en cuanto a la longitud total de la red se determinó que cuenta 0,16 Km. Para el mes de marzo, tal circuito contó con una energía total activa de 13 KW-h. En la figura 38 se muestra un panorama general de los alimentadores de la SET Chiclayo Norte.

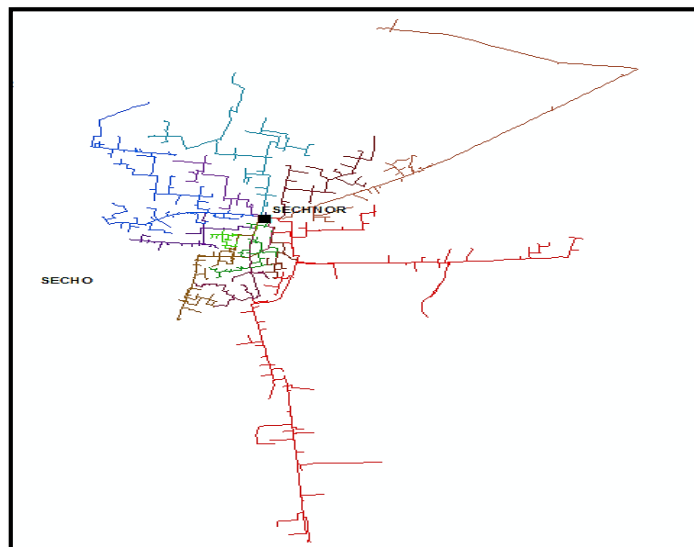


Figura 40. Esquema de SET Chiclayo Norte

Fuente: Bedriñana, 2015.

El resumen de las distancias de las salidas del alimentador a la SED más alejada de su recorrido, está representado el siguiente cuadro.

Tabla 3. Resumen de distancias entre alimentador y SED más alejada-SECHNOR

SET	Alimentador	Longitud (km)
Chiclayo Norte	C-233	5.48
Chiclayo Norte	C-234	2.66
Chiclayo Norte	C-236	6.83
Chiclayo Norte	C-237	4.23
Chiclayo Norte	C-238	3.18
Chiclayo Norte	C-244	12.73
Chiclayo Norte	C-245	3.18
Chiclayo Norte	C-246	10.59
Chiclayo Norte	C-247	2.38
Chiclayo Norte	C-248	3.92
Chiclayo Norte	C-249	1.16
Chiclayo Norte	C-250	4.94

Chiclayo Norte	C-251	1.56
Chiclayo Norte	N110	0.99
Chiclayo Norte	N111	0.06

Fuente: Estudio de planificación de los sistemas de distribución de electro Norte.

Recopilación de información

En la tabla presenta los datos técnicos más relevantes de cada alimentador, como la energía activa, los extravíos de energía en la línea, la caída de tensión, el porcentaje de pérdidas, la longitud total de la red de cada uno de los alimentadores.

Tabla 4. *Resumen de los alimentadores de SECHO y SECHNOR incluyendo su Confiabilidad*

#	Alimentadores	Energía Activa total (W-h)	Pérdida de Energía en la Línea (W-h)	Caída de Tensión Máxima (%)	Porcentaje de Pérdidas (%)	Confiabilidad	Longitud de red (Km)
1	C-211	1,302,494.75	7,728.61	1.81	0.59	0.85	11.21
2	C-212	2,872,072.55	79,717.11	8.16	2.78	0.86	127.74
3	C-214	1,139,745.40	6,395.70	1.87	0.56	0.81	20.74
4	C-215	1,158,099.19	4,286.90	1.78	0.37	0.82	7.76
5	C-216	2,579,935.66	34,888.60	6.03	1.35	0.78	59.71
6	C-217	3,579,569.54	35,588.07	13.41	3.79	0.44	29.81
7	C-218	1,207,430.65	17,585.91	3.86	1.46	0.85	9.64
8	C-219	2,176,647.09	34,033.65	6.13	1.56	0.81	18.21
9	C-221	1,866,356.66	28,431.76	4.01	1.52	0.85	12.01
10	C-223	1,205,354.07	2,518.73	0.90	0.21	0.82	13.02

11	C-224	1,501,090.72	4,476.74	1.41	0.30	0.88	56.79
12	C-233	1,798,871.14	38,279.79	5.26	2.13	0.81	15.56
13	C-234	2,253,909.96	43,646.85	3.99	1.94	0.82	7.99
14	C-236	1,776,777.16	24,106.27	4.33	1.36	0.89	14.97
15	C-237	1,978,223.26	14,888.66	2.13	0.75	0.82	7.53
16	C-238	1,270,532.52	16,607.54	3.15	1.31	0.88	6.05
17	C-244	752,298.59	4,455.80	2.33	0.59	0.81	19.80
18	C-245	1,950,435.95	29,107.63	3.39	1.49	0.84	7.50
19	C-246	2,767,656.19	77,487.74	9.70	2.80	0.82	42.61
20	C-247	1,585,070.36	12,268.84	1.99	0.77	0.84	4.48
21	C-248	1,246,476.28	17,867.53	3.65	1.43	0.88	10.43
22	C-249	242,452.86	0.11	0.00	0.00	0.82	1.26
23	C-250	3,145,917.80	39,163.71	3.65	1.24	0.88	13.41
24	C-251	1,276,938.62	3,210.01	0.52	0.25	0.84	4.39
25	N110	449,427.71	92.41	0.03	0.02	0.89	0.21
26	N111	13,227.14	0.04	0.00	0.00	0.81	0.16
27	O-110	6,523.85	0.00	0.00	0.00	0.83	0.06

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Selección el alimentador para media tensión más factible para el nexo de la generación distribuida a la red eléctrica mediante criterios de selección

En esta sección se pasará de un estado cualitativo a un estado cuantitativo de los datos para poder determinar el alimentador más idóneo para la obtención de energía eléctrica distribuida, a través de ciertos criterios de selección que serán explicados más adelante.

Procedimiento de ponderación

Se definen los criterios relevantes para la selección y se analiza las ventajas y desventajas que presenta cada alimentador; de acuerdo a esto se otorga una calificación para cada uno. Esta calificación está acorde con la escala seleccionada

y corresponde al puntaje que se ha asignado al grado escogido. Se repite el mismo análisis con los demás criterios enlistados.

Luego se multiplica la calificación otorgada por la importancia siendo esta un peso asignado, de esta manera se obtiene la calificación ponderada para cada alimentador. Se suma las calificaciones ponderadas de cada alternativa, el alimentador a elegir será aquel que obtenga la mayor puntuación.

Criterios de selección.

A. Energía activa total: señala la cuantía de energía que es suministrada por el circuito, su peso en la elección es de 10% y su escala va de 0 a 2, siendo cero una carga menor a 1MW, uno la carga entre 1 a 3 MW y dos la carga mayor a 3 MW.

B. Pérdidas de energía en la línea: indica la cantidad de energía que se pierde a través del circuito, su peso en la elección es de 5% y su escala va de 0 a 2, siendo cero una pérdida menor a 25KW, uno la pérdida entre 25 a 50KW y dos la pérdida mayor a 50 KW.

C. Caída de tensión máxima: indica la cantidad de voltaje que se pierde a través del circuito, su peso en la elección es de 22% y su escala va de 0 a 2, siendo cero una caída menor a 5%, uno la caída entre 5 a 10 % y dos la caída mayor a 10 %.

D. Porcentaje de pérdidas de energía en la línea: indica la relación entre la carga y las pérdidas que se dan en el circuito, su peso en la elección es de 19% y su escala va de 0 a 2, siendo cero un porcentaje menor a 1, uno el porcentaje entre 1 a 3 y dos el porcentaje mayor a 3.

E. Longitud de la red: indica la extensión del alimentador en el circuito, su peso en la elección es de 5% y su escala va de 0 a 2, siendo cero una longitud menor a 30km, uno la longitud entre 30 a 50km y dos la longitud mayor 50km.

F. Posibilidad de ser ampliado: indica si es factible la ampliación del circuito, su peso en la elección es de 7% y su escala va de 0 a 2, siendo cero si la posibilidad es baja, uno si es media y dos si es alta.

G. Proyecciones a futuro: indica si el circuito ha sido construido para el incremento de la demanda, su peso en la elección es de 12% y su escala va de 0 a 2, siendo cero si la probabilidad es baja, uno si es media y dos si es alta.

H. Ambiente: indica si el circuito está en un ambiente favorable esto está relacionado a su ubicación, su peso en la elección es de 1% y su escala va de 0 a 2, siendo cero ambientes desfavorables por ejemplo zonas salitrosas, uno para ambientes regulares y dos para ambiente propicios.

I. Fuentes alternativa para generar energía: indica la cantidad de fuentes energéticas cercanas al circuito que pueden ser utilizadas para obtener energía eléctrica, su peso en la elección es de 8% y su escala va de 0 a 2, siendo cero cuando existe una sola fuente, uno cuando hay 2 fuentes y dos cuando existen 3 fuentes.

J. Antigüedad: indica la cantidad de años que posee el circuito, su peso en la elección es de 5% y su escala va de 0 a 2, siendo cero para más de 15 años, uno entre 10 y 15 años y 2 para alimentadores menores de 10 años.

K. Densidad: indica la relación entre la carga y el área del circuito, su peso en la elección es de 5% y su escala va de 0 a 3, siendo cero para valores entre 0,25 a 1,5 MW/K m², uno para valores entre 1,5 a 2,5 MW/Km², dos para valores entre 2,5 a 4 MW/Km², tres para valores mayores a 4 MW/ Km².

L. Protecciones: indica el estado de las protecciones del circuito, su peso en la elección es de 1% y su escala va de 0 a 2, siendo cero cuando no posee, uno cuando son antiguas y dos cuando son nuevas.

Se debe tener en cuenta que sumando los pesos de todos los criterios deben resultar 1 que corresponde al 100%, se muestra el resumen de los criterios de selección en la siguiente tabla:

Tabla 5. Criterios de selección

N°	Importancia	Criterio	Descripción	Valor que puede tomar
1	0.1	Energía Activa total	<1 MW	0
			1-3 MW	1
			3> MW	2
2	0.05	Pérdida de Energía en la Línea	<25 KW	0
			25-50 KW	1
			50> KW	2
3	0.22	Caída de Tensión Máxima (%)	<5 %	0
			5-10 %	1
			10% >	2
4	0.19	Porcentaje de Pérdidas (%)	<1 %	0
			1-3 %	1
			3 % >	2
5	0.05	Longitud de red (Km)	<30 Km	0
			30-50 Km	1
			50 > Km	2
6	0.07	Posibilidad de ser ampliado	baja	0
			media	1
			alta	2
7	0.12	Proyecciones a futuro	baja	0

			media	1
			alta	2
8	0.01	Ambiente	desfavorable	0
			regular	1
			propicio	2
9	0.08	Fuente alternativa para generar energía	un tipo	0
			dos tipos	1
			3 tipos	2
10	0.05	Antigüedad	más de 15 años	0
			de 15 a 10 años	1
			menos a 10 años	2
11	0.05	Densidad (MW/Km2)	0.25-1.5	0
			1.5-2.5	1
			2.5-4	2
			4 a más	3
12	0.01	Protecciones	no cuenta	0
			antiguas	1
			nuevas	2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Método de Análisis cualitativo por puntos

#	SET	ALIMENTADORES	Criterios											Total	
			Energía Activa total	Pérdida de energía en la línea	Caída de tensión Máxima	Porcentaje de pérdidas	Longitud de Red	Posibilidad de ser ampliado	Proyecciones a futuro	Ambiente	Fuente alternativa para generar energía	Antigüedad	Densidad		Protecciones
1	Chiclayo Oeste	C-211	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0.28
2	Chiclayo Oeste	C-212	1	2	1	1	2	2	0	0	2	1	0	1	1.07
3	Chiclayo Oeste	C-214	1	0	0	0	0	2	1	0	2	1	0	0	0.57
4	Chiclayo Oeste	C-21S	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0.22
5	Chiclayo Oeste	C-216	1	1	1	1	2	1	2	1	0	1	0	0	1.03
6	Chiclayo Oeste	C-217	2	2	2	2	0	2	2	2	1	2	0	0	1.70
7	Chiclayo Oeste	C-218	1	0	0	1	0	1	2	1	0	2	0	2	0.73
8	Chiclayo Oeste	C-219	1	1	1	1	0	2	2	1	0	2	1	0	1.10
9	Chiclayo Oeste	C-221	1	1	0	1	0	0	2	1	0	2	1	1	0.75
10	Chiclayo Oeste	C-223	1	0	0	0	0	1	2	1	0	2	0	2	0.54
11	Chiclayo Oeste	C-224	1	0	0	0	2	1	2	1	0	2	0	2	0.64
12	Chiclayo Norte	C-233	1	1	1	1	0	0	0	1	0	2	2	1	0.78
13	Chiclayo Norte	C-234	1	1	0	1	0	0	2	1	0	1	2	0	0.74
14	Chiclayo Norte	C-236	1	0	0	1	0	0	1	1	1	2	3	1	0.76
15	Chiclayo Norte	C-237	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	1	0.44
16	Chiclayo Norte	C-238	1	0	0	1	0	0	1	1	0	2	1	0	0.57
17	Chiclayo Norte	C-244	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	2	0	0.49
18	Chiclayo Norte	C-245	1	1	0	1	0	0	0	2	0	2	2	1	0.57

19	Chiclayo Norte	C-246	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	0	1.10
20	Chiclayo Norte	C-247	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	0.38
21	Chiclayo Norte	C-248	1	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2	1	0.51
22	Chiclayo Norte	C-249	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0.29
23	Chiclayo Norte	C-250	2	1	0	1	0	0	0	1	0	2	2	0	0.65
24	Chiclayo Norte	C-251	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	0.38
25	Chiclayo Norte	N-110	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0.29
26	Chiclayo Norte	N111	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	0.26
27	Chiclayo Norte	0-110	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0.80

Fuente: Elaboración propia

Se determina el alimentador C-217 como el más factible, perteneciente al sistema eléctrico de Chiclayo oeste (SECHO), la cuantificación de su valor es de 1,70, siendo el valor más alto entre todos. Los datos que se utilizaron para determinar el AMT se encuentran en el anexo 24.

4.2.- IDENTIFICAR EL TIPO DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA MÁS ADECUADO PARA CONECTARSE AL ALIMENTADOR SELECCIONADO DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.

La generación distribuida en el Perú está dividida por micro generación (hasta los 200kW) y generación mediana a partir de 200 kW hasta 10 MW, los tipos de energía que se pueden utilizar son eólica, solar, mini hidráulica, cogeneración, etc. Es decir que el tipo de GD depende la potencia de la planta, por otro lado, el tipo de energía depende sobre todo de la ubicación de la planta.

Para la evaluación se seguirán los siguientes pasos: un análisis de la máxima demanda para determinar la energía que se inyectara al alimentador de media tensión encontrado en el apartado anterior, luego se procederá a realizar alternativas del emplazamiento de la planta de generación distribuida en relación a la ubicación del AMT 217, teniendo en cuenta estos parámetros se realiza una ponderación para decidir qué tecnología (eólica o solar) es más factible de instalar, después en función de la tecnología se realiza el dimensionamiento de la planta.

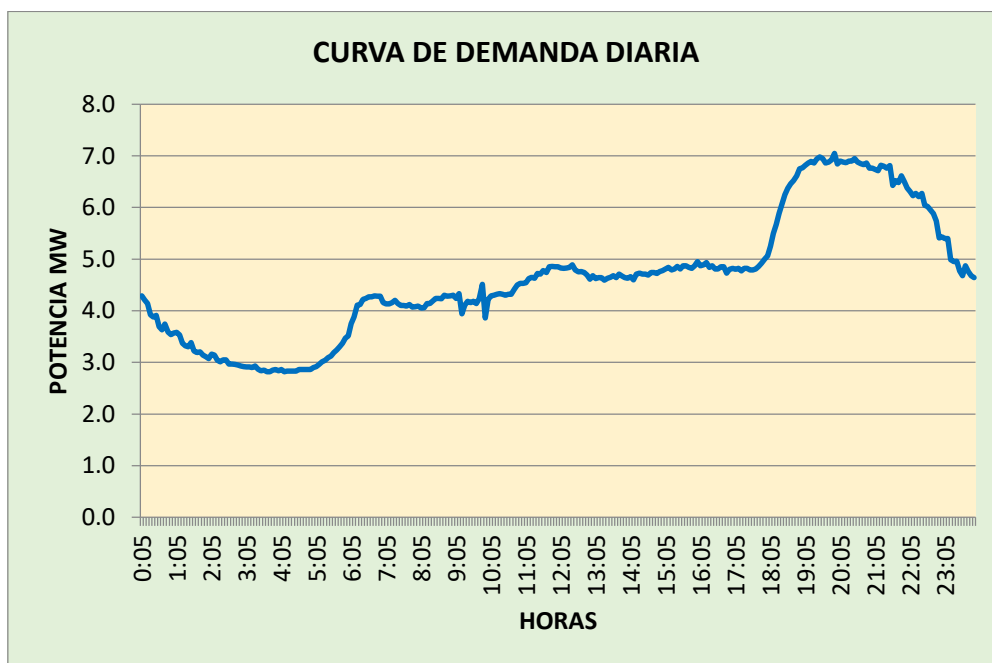


Figura 41. Potencia vs. Tiempo-2/5/2019

Fuente: Elaboración propia

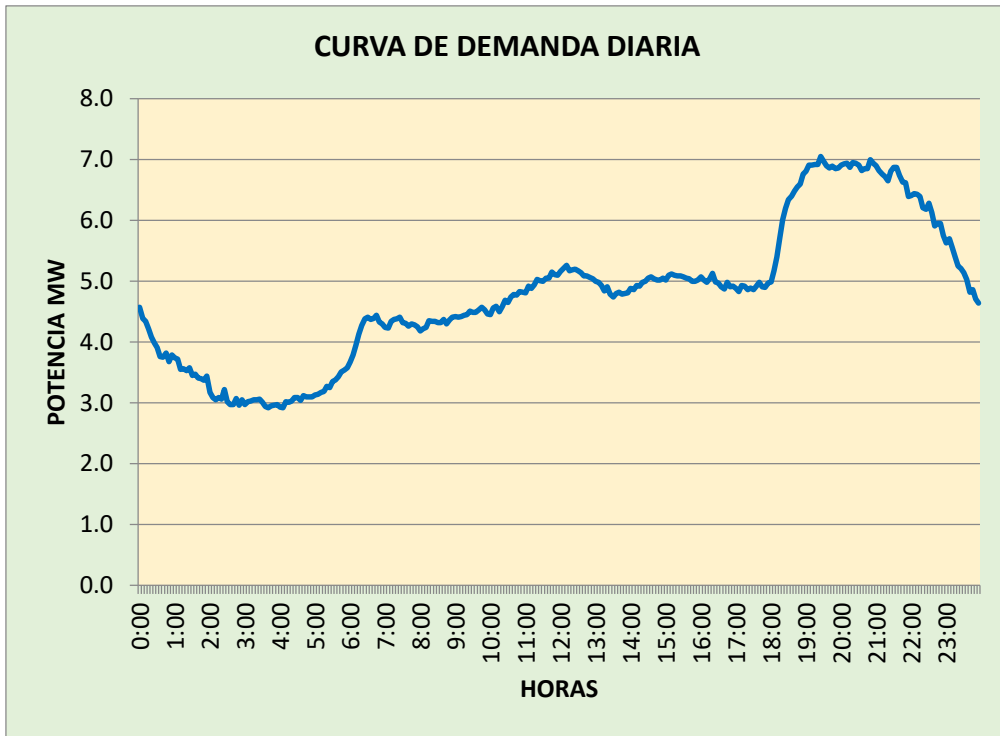


Figura 42. Frecuencia vs. Tiempo-3/5/2019

Fuente: Elaboración propia

La máxima demanda o pico es aproximadamente 7MW y está registrada 19:30 horas es decir 7:30 de la noche.

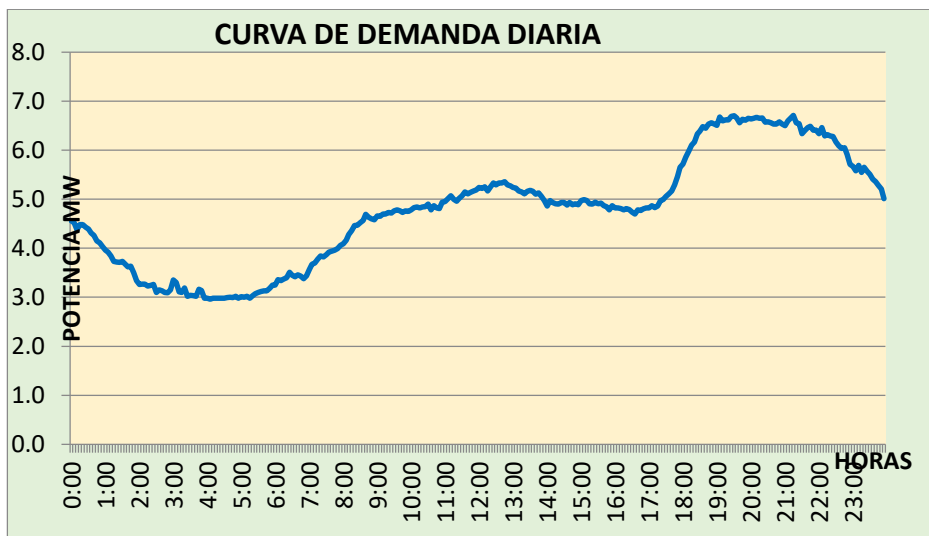


Figura 43. Potencia vs. Tiempo-4/5/2019

Fuente: Elaboración propia

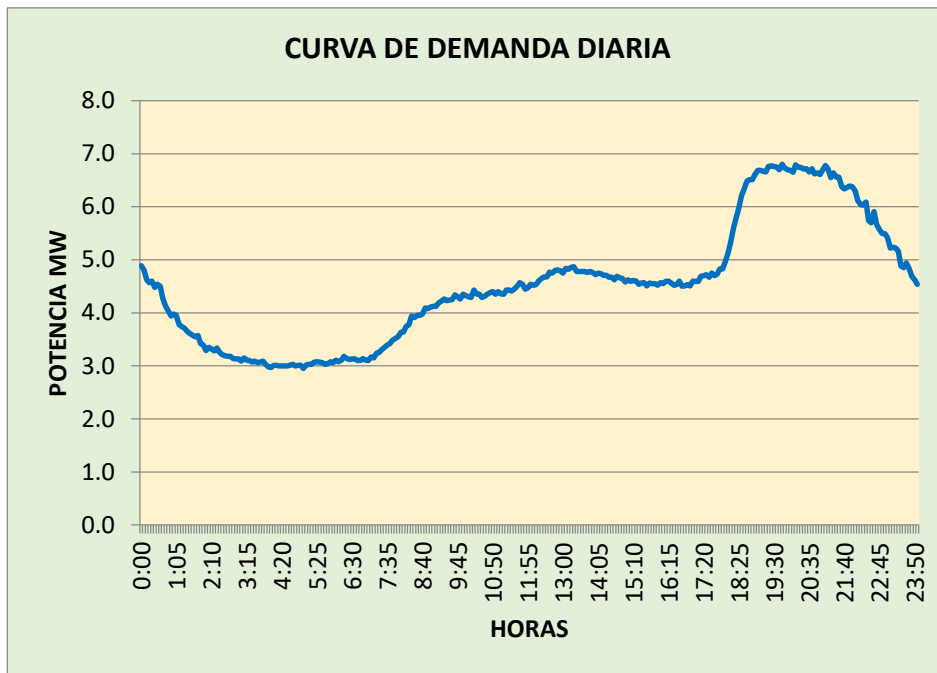


Figura 44. Potencia vs. Tiempo-5/5/2019

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia leves alteraciones en la apariencia de las curvas, y se denota que la potencia de mayor incidencia es 3 MW.

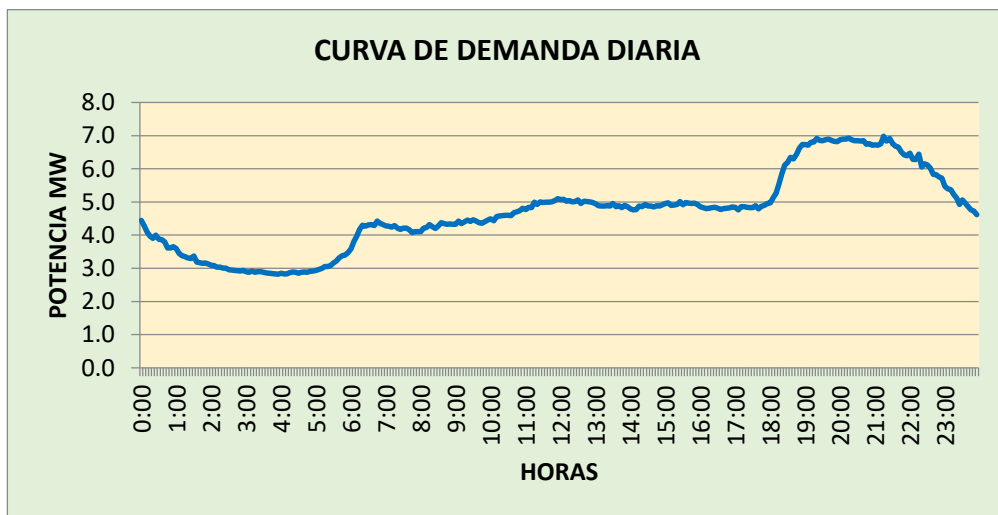


Figura 45. Potencia vs. Tiempo-6/5/2019

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo un total de 288 datos por día registrando valores cada 5 minutos, tomando como referencia los días 2,3,4,5,6 del mes mayo del 2019. De donde

se infiere de acuerdo a las gráficas que el valor de energía más incidente en la curva de demanda es 3 MWH, la cual se utilizara para realizar la proyección a 10 años.

Para la proyección a 10 años se tomará en consideración el cuadro de la tasa de crecimiento del sistema eléctrico de Chiclayo **anexo 25**, mencionado en el informe número 6, Estudio de planificación de los sistemas de distribución de electro norte, que consta de 7 volúmenes. El procedimiento que se sigue es multiplicar la demanda por tasa de crecimiento de cada año sucesivamente. La Tabla 9 presenta los resultados obtenidos:

Tabla 7. Proyección de la demanda

ALIMENTADOR	AÑO	PROYECCIÓN (AÑOS)	CARGA PROYECTADA
C-217	2018	0	3,000.00
C-217	2019	1	3,207.65
C-217	2020	2	3,428.33
C-217	2021	3	3,658.68
C-217	2022	4	3,794.61
C-217	2023	5	3,931.68
C-217	2024	6	4,069.85
C-217	2025	7	4,209.08
C-217	2026	8	4,349.33
C-217	2027	9	4,490.56
C-217	2028	10	4,632.75

Fuente: Elaboración propia

El alimentador C-217 posee una carga de 4,6 MWH a 10 años, la carga de diseño para la central de generación se calcula sumando la carga proyectada más un

25% la carga actual. La energía que se necesita satisfacer es de 5.38 MWH, para tener una confiabilidad de abastecer al sistema de manera óptima.

Tabla 8. Cálculo de la carga proyectada

CARGA DE DISEÑO=CARGA PROYECTADA+0.25 (CARGA ACTUAL)		
CP	4,632.75	KWH
CA	3,000.00	KWH
CD en KWH	5,382.75	KWH
CD en MWH	5.383	MWH

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Ubicación

Mediante la página web de Osinergmin si puede ubicar el recorrido del alimentador C-217, la cual se muestra en la figura 44 mediante el pentágono de color rojo:

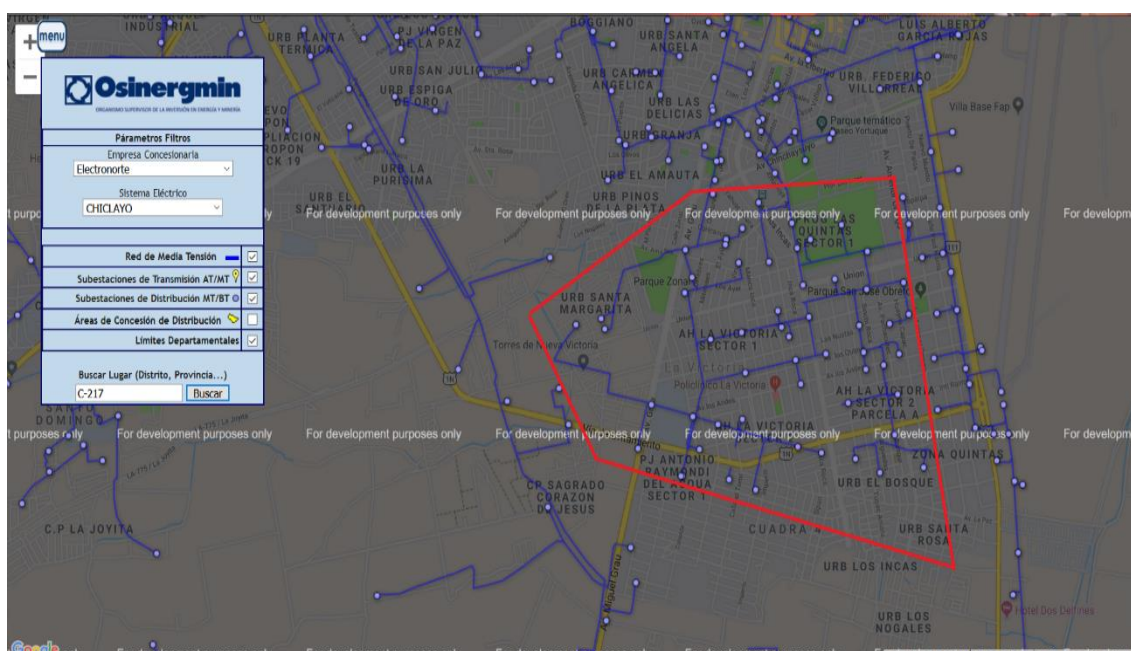


Figura 46. Polígono de alimentador C-217

Fuente: Elaborado por OSINERGIM.

Como se puede apreciar en la figura 46 el trazado de la red tiene un desfase en mapa, por lo cual se hace una aproximación, de donde se deduce que el final de la línea del alimentador se encuentra en el distrito de la Victoria-Cahuide.

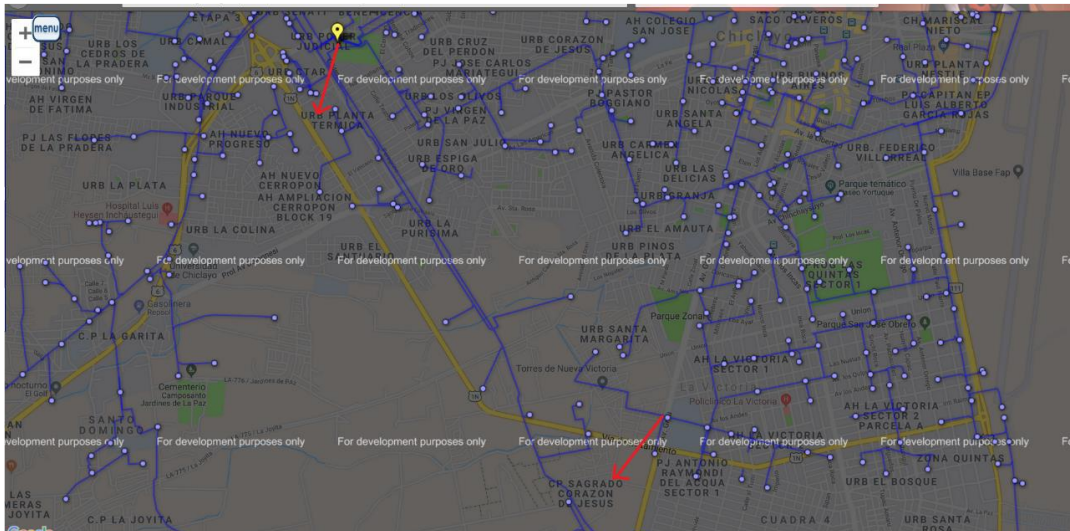


Figura 47. Desfase de planos de Osinergmin

Nota: Elaborado por OSINERGMIN

Y a través de Google Maps, se ubica Cahuide y se identifica posibles terrenos para la instalación:



Figura 48. Selección de posible ubicación por Google maps

Fuente: Elaboración propia

El software Google Earth pro, es de gran utilidad para marcar los posibles terrenos, hallando su latitud, longitud y área.

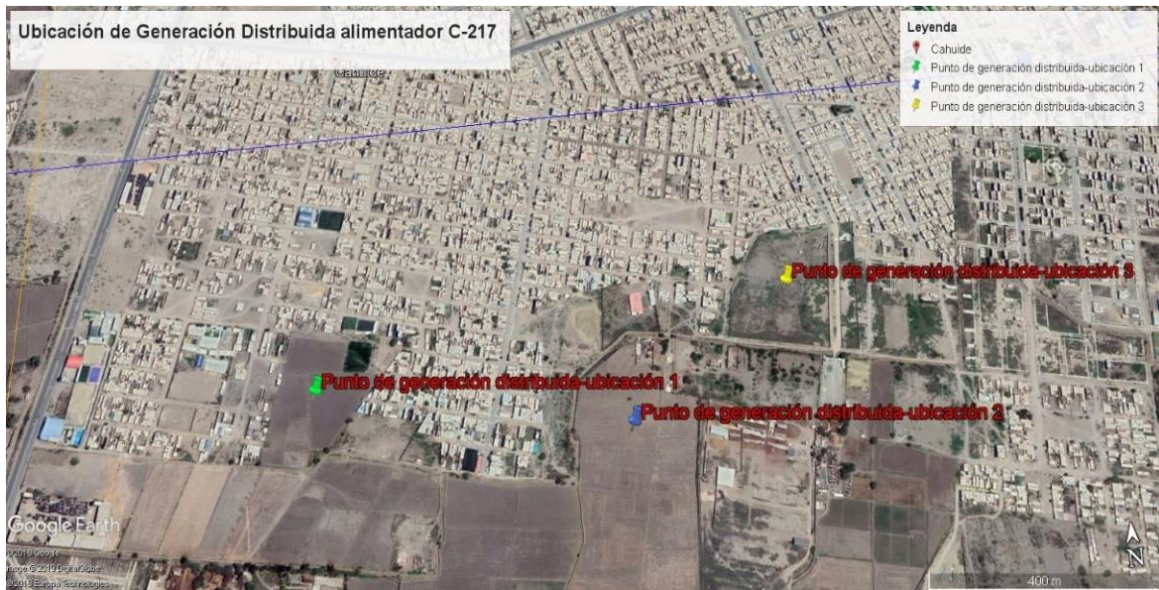


Figura 49. Selección de posible ubicación por Google maps

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Características de los puntos de generación distribuida.

P-GD-SFCR	1	2	3
Zona	17M	17M	17M
mE	627369	627946	628272
mS	9247254	9247133	9247363
Latitud (°)	-6.804546	-6.809648	-6.808298
Longitud (°)	-	-	-
Área(m2)	34512.47	101466.45	38509.67

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Tecnología de generación energética

A continuación, se presentan los criterios de selección y posterior los resultados del proceso.

Criterios de selección.

- **Tamaño de planta:** indica la dimensión física de la planta de generación para diversas tecnologías, su peso en la elección es de 10% y su escala va de 0 a 2, siendo cero una planta grande, uno una planta mediana y dos una central pequeña, esto debido a que a mayor tamaño se incrementa el costo de la planta.
- **Costo de la tecnología de captación en función de la inversión:** la tecnología de captación en este caso son las turbinas y los paneles solares, este criterio indica la repercusión que tiene sobre el coste de la inversión, su peso en la elección es de 25% y su escala va de 0 a 1, siendo cero un costo mayor al 50% del total de la inversión y uno cuando su costo es menor al 50 %.
- **Requerimiento de mantenimiento:** indica que tan exigido y necesario es el mantenimiento, su peso en la elección es de 15% y su escala va de 0 a 2, siendo cero cuando es altamente exigido, uno cuando es intermedio y dos ante una necesidad baja.
- **Disponibilidad de equipos:** indica si los equipos necesarios como turbinas o paneles solares se disponen en el Perú o se tienen que importar, su peso en la elección es de 20% y su escala va de 0 a 1, siendo cero si la tecnología es necesaria importarla y uno si se pueden conseguir dentro de Perú, esto debido al costo extra de traer los equipos al país.
- **Montaje de equipos electromecánicos:** indica el grado de complejidad de la instalación, su peso en la elección es de 15% y su escala va de 0 a 2, siendo cero cuando es difícil, uno cuando es moderado y dos la instalación fácil.
- **Impacto ambiental:** indica el grado de contaminación que puede generar las diversas tecnologías, su peso en la elección es de 15% y su escala va de 0 a 2, siendo cero si es significativo, uno si es moderado y dos si es leve.

Tabla 10. Criterios de selección

#	Importancia	Criterio	Descripción	valor que puede tomar
1	0,1	Tamaño de planta	GRANDE	0
			MEDIANA	1
			PEQUEÑA	2
2	0,25	Costo de la tecnología de captación en función de la inversión	>50%	0
			<50%	1
3	0.15	Requerimiento de mantenimiento	Alto	0
			intermedio	1
			Bajo	2
5	0,2	Disponibilidad de equipos	Extranjeros	0
			Nacionales	1
6	0,15	Montaje de equipos electromecánicos	difícil	0
			moderado	1
			fácil	2
7	0,15	Impacto ambiental	significativo	0
			moderado	1
			leve	2

Fuente: Elaboración propia

Los sistemas que se han considerado en esta evaluación son: sistema eólico, fotovoltaico e híbrido que corresponde a la combinación de los dos anteriores.

Tabla 11. Resultados del método de ponderación

#	Sistema	Criterios						Total
		Tamaño de planta	Costo de la tecnología de capacitación en función de la inversión	Requerimiento de mantenimiento	Disponibilidad de equipos	Montaje de equipos electromecánicos	Impacto ambiental	
1	Sistema eólico	1	0	1	0	0	0	0.25
2	Sistema fotovoltaico	1	1	2	1	2	2	1.45
3	Sistema Híbrido eólico - fotovoltaico	0	1	1	0	0	1	0.55

Fuente: Elaboración propia

El sistema fotovoltaico es el más factible para la instalación, con una puntuación de 1,45. A continuación se procede a dimensionar la planta fotovoltaica.

4.3. DETERMINAR LOS COMPONENTES ESENCIALES DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA EN TÉRMINOS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA.

4.3.1. Sistema fotovoltaico conectado a la Red

El principal componente de un sistema fotovoltaico enlazado a la red consta de paneles fotovoltaicos monocristalinos o policristalinos, transformadores de tensión, dispositivos protectores y transformadores, cuya elección comienza con la determinación de la capacidad del sistema. Se debe determinar el máximo de horas solares, y esto se hace usando coordenadas de latitud y longitud a través del Atlas Solar Peruano y el sitio web de la NASA. En la tabla presentada a continuación, el valor HSP se establece en 4,47, según el método del mes más bajo y haciendo uso de datos obtenidos de la NASA para un mayor rigor.

Tabla 12. *Calcular el tiempo solar máximo (hsp).*

MES	AT (Kwh/m2/dia)	SFCR (Kwh/m2/dia)
Enero	5.5	5.70
Febrero	5.5	5.55
Marzo	5	5.84
Abril	5	5.38
Mayo	5	4.89
Junio	5.5	4.47
Julio	5.5	4.48
Agosto	6	4.91
Setiembre	6	5.59
Octubre	6	5.95
Noviembre	6	5.98
Diciembre	6	5.86

Promedio	5.58	5.38
MAX	6	5.98
MIN	5	4.47

Fuente: <https://www.nasa.gov/>

Potencia del sistema fotovoltaico

Para complacer a una determinada demanda, la potencia requerida se calcula de la siguiente manera:

$$P_{teorica} = \frac{CD}{HSP}, \quad \text{se considera } 1HSP = 1000Wh/m^2 \quad \text{Ecu. 4}$$

Sustituimos:

Tabla 13. Potencia del sistema fotovoltaico

Carga de diseño	Cd	5 382,7	KWH/día	5 382 749,22	WH/día
Radiación promedio anual	Rpa	4,47	KWH/m2/día		
Hora solar pico	Hsp	4,47	h		
Potencia	Pt	1 204,19	KW	1,20	MW

Fuente: Elaboración propia

La capacidad del sistema o red generadora de energía debe ser igual o superior a 1,2 MW. Se seleccionaron los módulos solares monocristalinos de la marca PEIMAR de 360W por un 20% más de eficiencia y menor costo en comparativa con otros módulos iguales, y se utilizaron inversores de 630kW. La data técnica se da en los Anexos 26 y 27, respectivamente.

Bloques de topología y estabilización

La cadena de eslabones entre las placas para formar la cadena de transmisión del inversor se especifica a continuación:

$$N_{m\acute{a}x} = \frac{U_{m\acute{a}x}}{U_{OC}} \quad \text{Ecu. 5}$$

Siendo:

U_{oc} : tensión en circuito abierto de los paneles fotovoltaicos(V)

$U_{m\acute{a}x}$ inv: tensión de entrada máxima en el inversor (V)

$N_{m\acute{a}x}$: número máximo de paneles por string

En su lugar, obtenemos:

Tabla 14. *Bloques de topología y estabilización*

$U_{m\acute{a}x}$ inv	1000
U_{oc}	46,60
$N_{m\acute{a}x}$	21

Fuente: Elaboración propia

Se debe verificar para que la cantidad de placas de inversor pueda operar en el ápice máximo potencia, PMP. Los exámenes que se realizarán serán:

$$N_{ps} * U_{pmp} < U_{pmpi} \quad \text{Ecu. 6}$$

Siendo:

N_{ps} : Número de paneles por string

U_{pmp} : Tensión en el lugar de máxima potencia sobre un panel (V)

U_{pmpi} : Tensión máxima del inversor para realizar el seguimiento de potencia máxima (V).

Reemplazando se obtiene:

Tabla 15. Cantidad de placas de inversor

Nps	21
Upmp	38
Upmpi	800
Nps*Upmp	798

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el control se lleva a cabo porque $798 < 800$ (V).

El conjunto de cadenas paralelas para activar el accionamiento vendrá determinado por la ecuación:

$$N_{m\acute{a}x\ str} = \frac{P_{inv}}{(N_{ps} * P_p)} \quad \text{Ecu. 7}$$

Teniendo:

Nmáx str: número máximo de strings en paralelo para atacar a un inversor

P inv: potencia del inversor kW

Nps: número de paneles en serie por string

Pp: potencia pico de un panel fotovoltaico kW

En su lugar, obtenemos:

Tabla 16. Resultados de fórmula de número máximo de strings

P inv	630
Nps	19
Pp	0,36
Nmáx str	83

Fuente: Elaboración propia

Los conjuntos en paralelo consisten en lo que comúnmente se conoce como "tablas de CC de nivel I", Apéndice 28. Estas tarjetas son adecuadas para conectar muchos circuitos de CC en paralelo, con fusibles de protección para cada entrada negativa y positiva para cada serie, conecte los circuitos a todas las salidas combinadas y presione un interruptor de desconexión Úselo para salir o separar este conjunto del resto de la instalación. Las matrices de primer nivel contienen un número estándar de entradas (8, 16, 24). Sabiendo que estas colecciones paralelas se realizan en 2 niveles de emparejamiento, se determina utilizar los cuadros de 16 canales considerando tener una agrupación uniforme, por lo que serán necesarios 5 de estos cuadros para atacar al inversor:

$$P_{pico\ inv} = N_{string} * N_{ps} * P_p \quad \text{Ecu. 8}$$

Siendo:

P pico inv: potencia pico de cada inversor kW

Nstring: número de string

Nps: número de paneles en serie por string

Pp: potencia pico de un panel fotovoltaico kW

Reemplazando se obtiene:

Tabla 17. Resultado de Ecuación 9

# cuadros	5
# de canales por cuadro	16
N strings	80
N ps	21
P p	0,36
Ppic inv	605

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra los siguientes resultados:

Tabla 18. Juegos de paneles para atacar la unidad.

	paneles/canales/cuadros	I máx cc	I pmp	V máx abierto	V pmp	pot kw
1 string/canal	21 paneles	10,09	9,48	990	798	7,56
cuadro I	16 canales	161,44	151,68	990	798	120,96
1 inversor 630MS	5 cuadros I	807,2	758,4	990	798	605

Fuente: <https://www.nasa.gov/>

El nivel 2 estará compuesto por una DCBox 06Bprotec (Anexo 29), una caja de fusibles bipolar adaptada a la corriente de entrada. Desde esta caja se pueden tender los cables sobre los elementos protectores del inversor.

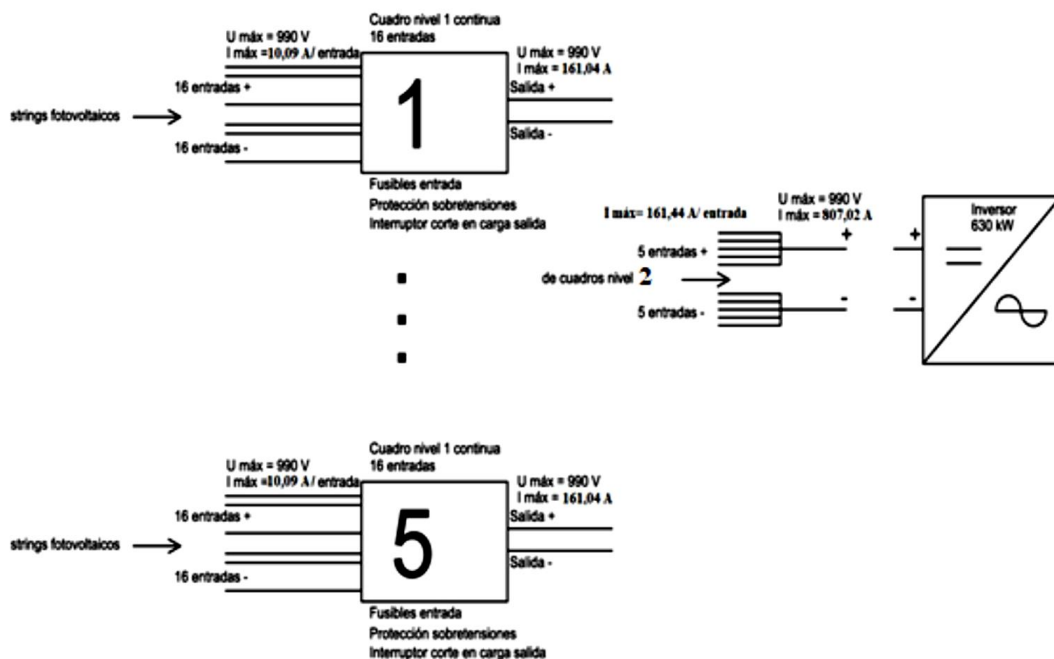


Figura 50. Grupo de Cuerdas Paralelas, Nivel Uno y Dos

Fuente: elaboración propia.

El grupo de inversores y transformadores viene determinado por la potencia pico del inversor, en este caso 605kW, por lo que para toda la instalación de 630kW

se necesitarán 2 inversores y un transformador de 1260kVA con 2 bobinas de baja tensión conectadas a la salida. El inversor y el tercer devanado convertirán la tensión de salida al nivel de tensión de la red de media tensión, 10 kV. Hay varias características del transformador usado que deben ser únicas:

- Los armónicos generados por el inversor en tensión crean un aumento en la pérdida sin carga, así como un aumento en el nivel de ruido. También puede causar saturación del corazón. Así que tienes que ir más allá del tamaño básico.
- Los armónicos generados por el inversor en la corriente generada afectan la pérdida de carga, así como el calentamiento adicional. Por lo tanto, las dimensiones del transformador deben especificarse para obtener una capacitancia equivalente más alta.
- Para evitar el acoplamiento capacitivo en el lado de la baja y alta tensión y para proteger los componentes electrónicos del inversor de posibles sobretensiones en el lado de alta, se debe instalar una pantalla electrostática entre los devanados de alta y baja tensión.
- Los transformadores centrales a menudo tienen niveles de voltaje de salida inusuales. El inversor seleccionado para este proyecto tiene una tensión nominal de salida de fase a fase de 350 voltios. De hecho, para optimizar el diseño de la electrónica de potencia del inversor, el voltaje óptimo dependerá de cada circuito específico para obtener la máxima potencia. Los componentes de potencia utilizados tienen limitaciones de corriente, voltaje, voltaje inverso, aumento de temperatura, etc. Para topologías y componentes específicos, el fabricante del inversor especifica el voltaje de salida de CA de acuerdo con este diseño. Esta es otra razón por la que los transformadores estándar para una aplicación fotovoltaica no se pueden utilizar con
- En el caso de la serie PV Minera seleccionada del fabricante Schneider, se trata de inversores destinados a sistemas fotovoltaicos conectados a red con una capacidad de hasta 3,2 MVA, 36 Kv, Anexo 30. La configuración de bloques del sistema se encuentra en la siguiente figura:

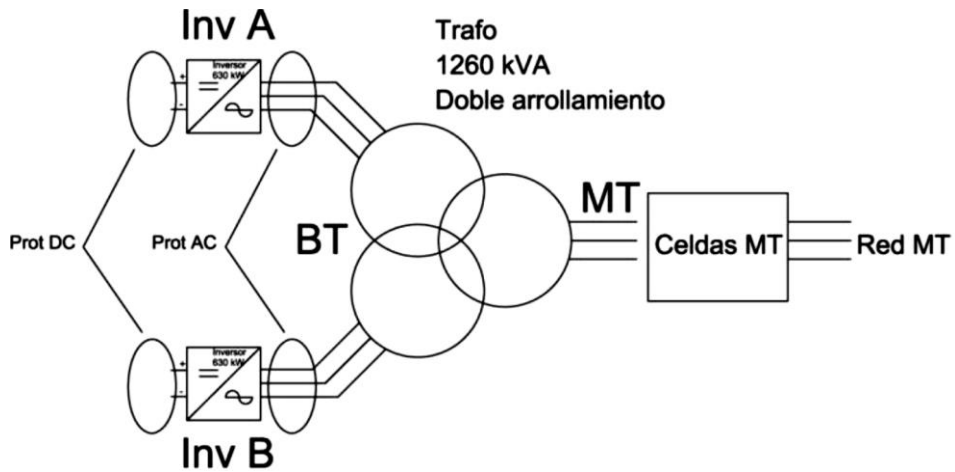


Figura 51. Agrupación de inversores con transformador de 3 devanados

Fuente: elaboración propia.

Las características del transformador seleccionado se encuentran en la siguiente tabla

Tabla 19. Características del transformador.

Datos técnicos del transformador PV		
Fabricante		Schneider
Denominación		Minera PV-1260
potencia	kV A	1260
tensión primaria entre fases	V	2x350
Tensión secundaria	kV	10
Nivel de tensión de aislamiento (primario)	kV	15
Rango de regulación	%	-5, -2,5, 0, +2,5, +5
Grupo de conexión		DY11Y11
Pérdidas en vacío	w	1350

Pérdidas en plena carga	w	11000
Tensión de cortocircuito	%	6
Tipo de refrigerante		aceite mineral
Estándar		N 50464-1, EN 60076-1 hasta 10
Peso de aceite	kg	1150
Peso total	kg	4200

Fuente: Ficha técnica de transformador PV 1260 Schneider.

Disposición física, espacio entre filas de tablas y estructuras de soporte

Cálculo del ángulo de inclinación:

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 * |\Phi| = 8,39, \text{ donde } \Phi \text{ es latitud} \quad \text{Ecu. 9}$$

Debido a la ubicación del sistema, la elección del ángulo de 15 grados, recomendado en la Guía de instalación del sistema fotovoltaico del Departamento de Energía y Minerales del Estado, es un problema de seguridad.

El documento de especificación de instalaciones conectadas a la red de IDEA en el punto 5 del Anexo 3 establece que “la distancia d, medida horizontalmente, es entre filas de módulos o entre una fila, y si un obstáculo de altura h puede proyectar una sombra, se recomienda que haber alrededor de 4 horas de sol al mediodía en el solsticio de invierno.

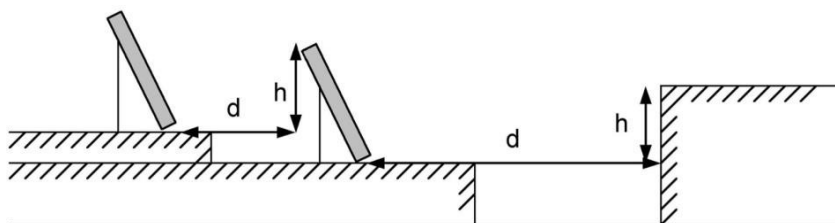


Figura 52. Separación entre filas de paneles

Fuente: elaboración propia.

La Figura 50 muestra este aspecto, donde, en todos los casos, d debe ser al menos igual a h * k, donde k es un coeficiente adimensional definido por:

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} \quad \text{Ecu. 10}$$

Dado que las filas de tablas deben tener esta operación, la distribución elegida es colocar las filas de dos tablas en altura, obteniendo 0.8 m.

Tabla 20. Separación entre filas de paneles

Datos paneles y latitud		k resultante	Disposición	Resultados	
Alto panel(m)	1,957	0.4079	Panel en altura	h(m)	d(m)
Ancho panel(m)	0,992		1 panel vertical	1,2726133	0,51909897
Inclinación (°)	15		1 panel horizontal	0,64508554	0,26313039
Latitud (°)	6,804546		2 paneles en vertical	1,957	0,7982603

Fuente: elaboración propia.

La distancia resultante es de aproximadamente 1 m, pero para distribuir la instalación se opta por trabajar a una distancia de 3 metros para que el camión grúa pueda realizar el trabajo de instalación.

El soporte de panel solar serán fijos, se utilizarán 3 racks para un bloque de 2 hilos, cada hilo tiene una personalización de 2x7, los materiales de las estructuras son todos de una alta calidad de aluminio, mientras que la tornillería y los herrajes son de acero inoxidable. Las patas están fabricadas en acero galvanizado en caliente. Con el chasis, se incluyen abrazaderas laterales y abrazaderas centrales y son responsables de asegurar cada módulo solar a través de su marco de aluminio en la forma del chasis. La empresa de coches solares ofrece la posibilidad de ajustar fácilmente el soporte para cualquier

tamaño de panel, aunque con las siguientes limitaciones, la estructura no debe superar los 3 m de altura y los 20° de inclinación, para poder soportar cargas de hasta 200 N/m², y cargas de viento 29 m/w. El Anexo 31 presenta las características del soporte.

No se considera el uso de un seguidor debido a la desventaja de ser más costoso que un chasis fijo, requiere un mantenimiento adicional, una instalación más compleja y requiere espacio entre grupos de paneles, no solo filas. Su uso complicaría la distribución de hilos en el suelo que requerirá más espacio.

Cálculo de la sección transversal del conductor de corriente continua

La forma del cableado se encuentra dividido en 3 niveles en la parte de corriente continua de esta instalación. Al elegir los conductores, se deberá de hacer por el criterio de caída de tensión, ya que esta diferencia entre el generador y el punto de conexión de la red pública de distribución no será superior al 1,5%, para la corriente nominal. La expresión aplicada al cálculo será la siguiente:

$$\Delta V = \frac{I_{pmp} * \rho * 2 * L}{S} \quad \text{Ecu. 11}$$

Siendo:

ΔV : es la variación de tensión en voltios

I_{pmp} : es la intensidad circulante en el tramo considerado, para el punto de máxima potencia.

ρ : es la resistividad del cobre.

S: es la sección del cable (Los cables serán seleccionados de INDECO por ser una marca comercial).

Cables desde strings hasta los cuadros de nivel I. Reemplazando se obtiene:

Tabla 21. *Cálculo de conductor entre string y cuadros nivel I.*

PRIMER TRAMO		
Símbolos	Magnitud	unidades
V	722	V

Ipmp	9,48	A
P	0,017	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
L	127	m
ΔV	0,015	
S	3,42	mm

Fuente: elaboración propia.

Seleccionamos el conductor N2XY UNIPOLAR 0,6/1 kV de 10 mm^2 , cada string requiere dos conductores, uno para la polaridad positiva y otro para la polaridad negativa, **anexo 32**.

Cables desde cuadros de nivel I hasta la DC Box II

Reemplazando se obtiene:

Tabla 22. Cálculo de conductor entre cuadros nivel I y DC Box II.

SEGUNDO TRAMO		
Símbolos	Magnitud	unidades
V	722	V
Ipmp	151,68	A
P	0,017	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
L	44,46	m
ΔV	0,015	
S	19,16	mm

Fuente: elaboración propia.

El conductor seleccionado es el N2XY UNIPOLAR 0,6/1 kV 25mm^2 , por cumplir con el voltaje y amperaje requerido, **anexo 32**.

Cables desde la DC Box II hasta el inversor: para este cálculo se asume que la caída de tensión desde la DC Box II hasta el inversor, así como en la parte de alterna, va a ser despreciable, puesto que las DC Box II, los inversores y los transformadores están muy próximos entre sí. El proceso se simplifica utilizando la corriente del punto de máxima potencia multiplicada por 1,25, el resultado servirá para seleccionar el conductor.

$$I_d = I_{pmp} * 1,25 \quad \text{Ecu. 12}$$

Siendo:

I_d : corriente de diseño

I_{pmp} : es la intensidad circulante en el tramo considerado, para el punto de máxima potencia.

Reemplazando se obtiene:

Tabla 23. Cálculo de conductor entre DC Box II y el inversor.

TERCER TRAMO		
Simbos	Magnitud	unidades
I_{pmp}	758,4	A
a	1,25	
I_d	948	A

Fuente: elaboración propia.

Hemos elegido N2XY UNIPOLAR 0.6/1 kV 400 mm², porque tiene los valores de tensión y corriente requeridos, en este tramo se necesitarán 2 cables para acceder al inversor. anexo 32.

Calcular la sección transversal del conductor en corriente alterna

- Cables del inversor al transformador:

Los parámetros que debe soportar el cable son los siguientes: una tensión trifásica sin neutro de 350 V entre fases a 60 Hz y una corriente de 1040 amperios a la salida del inversor. De la misma forma que en el punto anterior, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 24. *Cálculo de los cables entre el inversor y el transformador.*

QUINTO TRAMO		
Simbos	Magnitud	unidades
Ipmp	1040	A
A	1,25	
Id	1300	A

Fuente: elaboración propia.

Se opta por dos conductores N2XY UNIPOLAR 0,6/1 kV de 240 mm^2 por cada una de las tres fases de salida del inversor, **anexo 32**.

- Cables desde el transformador hasta la red:

Los parámetros que debe soportar el cable son los siguientes, una tensión trifásica de 10 kV voltios a 60 hz y una corriente de 126 amperios procedentes de la salida del transformador. Procediendo del mismo modo que en el punto anterior, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 25. *Cálculo de conductor entre transformador hasta la red.*

SEXTO TRAMO		
Simbos	Magnitud	unidades
Ipmp	126	A
a	1.25	
Id	157.5	A

Fuente: elaboración propia.

Se opta por uno conductor NA2XSA2Y-S 6/10 Kv 3x1 de 35 mm^2 por cada una de las tres fases de salida del transformador, aunque el conductor posea un

amperaje de 3 unidades menos al requerido esto no es problema porque la corriente real que conducirá será menor por que la potencia de paneles que atacara al inversor será menor a la potencia nominal de este, **anexo 33**.

Protección en tramo de corriente continua

Paneles de clase 1.

En instalaciones fotovoltaicas que utilicen una configuración en serie, se debe tener en cuenta la corriente inversa, ya que puede dañar esta serie por calentamiento local. La siguiente figura muestra cómo funciona la corriente inversa durante un cortocircuito:

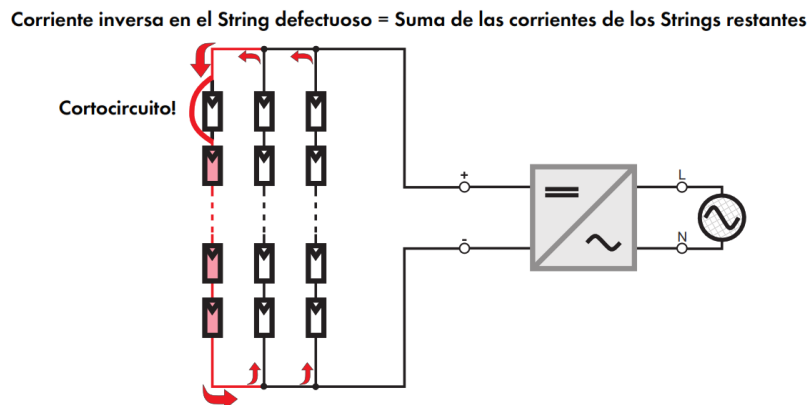


Figura 53. Corriente inversa en la generación de energía

Fuente: elaboración propia.

En el Anexo 26 se muestran los datos técnicos de los paneles solares, donde se especifica el modo fusible hasta 15 A, la opción es utilizar un fusible de 10 A. Esto permitirá que la placa funcione en un punto de máxima potencia de 9,48 amperios y proteja contra cortocircuitos cuando la corriente alcance los 10,04 amperios, el tamaño del fusible y el voltaje sean de 10x38 mm, 1000 respectivamente. Vdc (Apéndice 34), recomendado por el cuadro de matriz en la hoja de datos.

El fenómeno atmosférico provoca tensiones transitorias (sobretensiones) por lo que la Comisión recomienda utilizar un pararrayos Clase 2 1000 VDC, con un máximo de 40 kA. En la siguiente figura se muestra el equipo utilizado y sus especificaciones en el Anexo 35:

El dispositivo de protección contra sobrecarga o cortocircuito tendrá también la función de enchufar y desconectar, manualmente o por comando eléctrico, será un interruptor pulsador NSX160 TM DC PV, con la cualidad de soportar la corriente nominal de 160 amperios y 1000 voltios, Anexo 36.

Cuadros de Nivel II.

En los DC Box llegan los conductores procedentes de 5 cuadros de nivel 1, cada uno con una corriente de máxima potencia y de cortocircuito de 151,68 y 161,44 amperios respectivamente, por lo que se opta por fusibles de 160 A. del tipo NH1 1000VD, con capacidad de apertura de 30kA, **anexo 37**. Esta sección contará con la misma protección de sobretensión de 1000Vdc que los cuadros de nivel I.

Antes que la energía ingrese al inversor se dispondrá un vigilante de aislamiento que cuente con 2 relés, uno actuara sobre el elemento de apertura y otro que actúe en el elemento de cierre. La selección del elemento está determinada por el voltaje que soportara en este caso se elige trabajar el ISO-CHECK PV1000 (**anexo 38**) y dos interruptores NSX 1000 NA DC PV (**anexo 39**) con capacidad de 1000 voltios y 1000 amperios.

La siguiente figura muestra la descripción del elemento y su conexión:

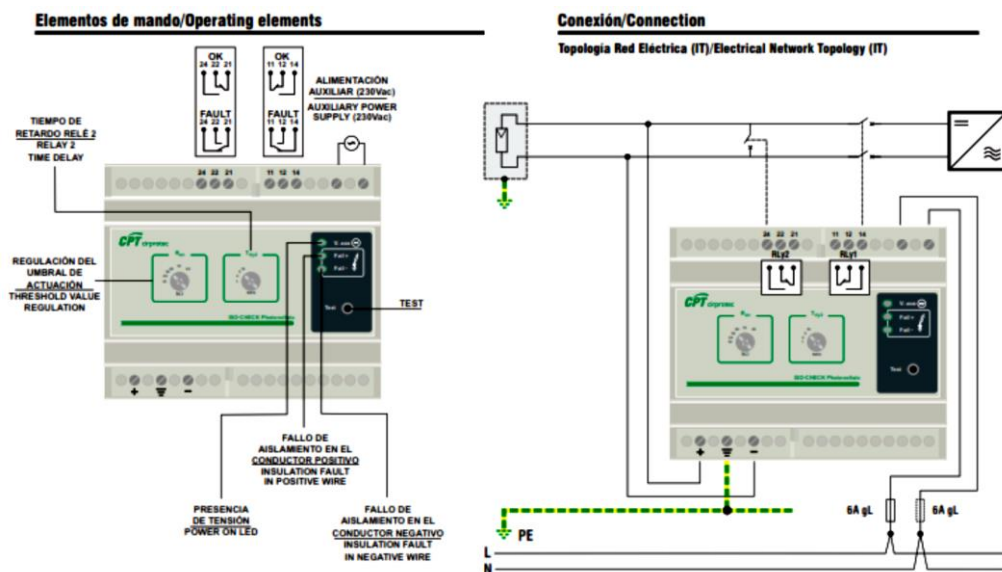


Figura 54. Vigilante de aislamiento PV1000

Fuente: Schneider Electric

El primer interruptor sera con bobina de disparo y el segundo actuara mediante un motor de accionamiento.



Figura 55. Interruptor Schneider Electric

Nota: Schneider Electric

Protección en tramo de corriente Alterna

Inversor y transformador.

El enlace entre estos elementos tiene que disponer de equipos de protección de sobre tensión y por sobre corriente, atiendo a la configuración del inversor y los pañales se deben considerar los siguientes parámetros:

- Una tensión entre fase de 350 V.
- Una corriente nominal igual a:

$$I_n = \frac{P_{inv}}{V_n * \sqrt{3}}$$

Ecu. 13

Siendo:

I_n : corriente nominal A.

P_{inv} : potencia del inversor (630kW).

V_n : tensión nominal.

Obteniendo como resultado una corriente de 1,04 kA.

- Corriente de cortocircuito es igual:

$$I_{cc} = \frac{I_n}{\varepsilon_{cc}} \quad \text{Ecu. 14}$$

Siendo:

I_n : corriente nominal en A.

I_{cc} : corriente de cortocircuito en A.

ε_{cc} : tensión de cortocircuito del transformador (6 %).

Obteniendo como resultado una corriente de cortocircuito de 17,3 kA.

Con estos lineamientos establecidos se escoge un protector contra sobre tensión PSM3-40/400 TNC (**anexo 40**) y un vigilador de aislamiento ISO-Check 230V (**anexo 41**) quien dispone de una tensión de vigilancia de hasta 440V, su representación se muestra en la siguiente figura:



Figura 56. Vigilador de aislamiento ISO-Check 230V

Nota: Schneider Electric

El vigilador tendrá acción por medio de un interruptor compacto NS1250N - Micrologic 6.0 (**anexo 42**) que funciona con una corriente nominal de 1250

amperios y una capacidad máxima de ruptura de 50kA rms con un sistema de 400V a 60 Hz. La

Las piezas como transformadores, inversores, DC Box estarán contenidas en el PV Box ST 1260 (**anexo 43**), una solución eficiente para los equipos seleccionados. La disposición física de la instalación se presenta en el **anexo 44** y su diagrama unifilar en el **anexo 45**.

Finalmente, con la implementación de la generación distribuida en el alimentador C-217, la nueva confiabilidad aumentará en 0,75.

4.4. EVALUAR LA VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA INVERSIÓN NECESARIA PARA IMPLEMENTAR LA ESTRATEGIA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN CHICLAYO

En esta evaluación se tomará en cuenta los índices económicos el VAN y TIR, para determinar la factibilidad del proyecto.

Análisis de la inversión

Los parámetros más relevantes en el análisis son:

- Utilidad en vida del sistema.
- Inversión del proyecto.
- Precio del KWh
- Tasa de descuento
- Costes de operación y mantenimiento

A. EGRESOS

El coste de poner en funcionamiento la planta fotovoltaica se resume en la siguiente tabla, los costos unitarios se pueden observar en el **anexo 44**.

Tabla 26. Resumen de presupuesto base

RESUMEN DEL PRESUPUESTO BASE						
PLANTA FOTOVOLTAICA DE 1,2 MW-CHICLAYO						
Departamento	: LAMBAYEQUE					
Provincia	: CHICLAYO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	1	2	3	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	4,436,017.10	423,815.01	103,992.62	4,963,824.73	4,963,824.73
B	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	16,000.00	16,000.00	16,000.00	48,000.00	48,000.00
C	TRANSPORTE	221,800.86	21,190.75	5,199.63	248,191.24	248,191.24
	COSTO DIRECTO (A+B+C)	4,673,817.96	461,005.76	125,192.25	5,260,015.97	5,260,015.97
	GASTOS GENERALES y UTILIDADES	934,763.59	92,201.15	25,038.45	1,052,003.19	1,052,003.19
	COSTO DE OBRA (sin IGV)	5,608,581.55	0.00	0.00	5,608,581.55	6,312,019.16
PRECIO	COSTO DE OBRA (CON IGV)	6,674,212.04	0.00	0.00	6,674,212.04	6,674,212.04

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto tiene un costo total de S/. 6 674 212,04 millones de soles.

El costo del mantenimiento durante la vida útil del proyecto será % 0.01 del coste de la inversión siendo este:

Tabla 27. Costos de mantenimiento

COSTO DE MANTENIMIENTO	
Mantenimiento de equipos (0.1%)	S/.6,674.21

Fuente: Elaboración propia.

B. INGRESOS

El bono de carbono es una práctica beneficiosa para disminuir la emisión de gases que provocan el efecto invernadero. Se encuentra mediante el cálculo, considerando el factor de emisión igual a 0.385 kg de CO₂ eq/KWh.

Electricidad	3423543,40	KWh
Factor de emisión	0,39	Kg de CO ₂ eq/KWh
Kg de CO2 eq	1318064,21	Kg

BENEFICIO	\$	S./
1T de CO2	S/.27,40	S/.93,71
MONTO	S/.123 513,16	

Por otra parte, se considera inyección de energía al sistema eléctrico:

ACTIVIDAD	kW	Horas	PRECIO DE kWh	TOTAL
Generación	1204	11	2,6	S/.1 067 466,40

4.2.2. Resultado de índices económicos

A partir de los datos anteriores expuesto se crea un flujo de caja teniendo como referencia una utilidad de 20 años, los resultados se aprecian en el **anexo 44**. Teniendo como valor de COP igual a 10%, se calcula el VAN y TIR:

Tabla 28: Índices Económicos

VAN	S/.12,205,819.30
TIR	14%

El proyecto resulta ser rentable, obteniendo un valor actual neto igual a 12 millones de soles y tasa interna de retorno mayor al 12%, ante esto el proyecto se puede llevar a cabo sin problema.

Resumen Detallado Evaluación Económica del Proyecto de Planta Fotovoltaica en Chiclayo

1. Inversión Inicial:

- Costo total del proyecto: S/. 6,674,212.04 millones de soles.
- Detalles de los costos: Suministro de materiales, montaje electromecánico, transporte, gastos generales y utilidades.
- Costo de obra sin IGV: S/. 5,608,581.55 millones de soles.
- Costo de obra con IGV: S/. 6,674,212.04 millones de soles.

2. Costos de Mantenimiento:

- Mantenimiento de equipos: 0.1% del costo de inversión, S/6,674.21.

3. Ingresos del Proyecto:

- Bono de carbono: Genera un beneficio de S/.123,513.16 por la reducción de emisiones.
- Inyección de energía al sistema eléctrico: Generación de 1,204 kW durante 11 horas a un precio de S/.2.6 por kWh, con un total de S/.1,067,466.40.

4. Flujo de Caja:

- Se establece un flujo de caja a lo largo de 20 años.

5. Índices Económicos:

- VAN (Valor Actual Neto): S/.12,205,819.30 millones de soles.
- TIR (Tasa Interna de Retorno):14%.

6. Análisis de los Resultados:

- El VAN positivo indica que el proyecto generará un rendimiento económico positivo.

- La TIR del 14% es superior al costo de oportunidad (tasa de descuento del 10%).

V. DISCUSIÓN

- Es importante destacar que este es un enfoque general y que cada situación puede requerir consideraciones específicas adicionales. Además, la colaboración con expertos en energía, reguladores y partes interesadas locales será crucial para el éxito de este proyecto.
- Para el estudio de la tecnología de distribución distribuida, se debe investigar y comprender a fondo las tecnologías y metodologías asociadas con la distribución distribuida. Esto puede incluir sistemas de generación distribuida como paneles solares, turbinas eólicas, generadores de cogeneración, etc.
- Se debe investigar y comprender a fondo las tecnologías y metodologías asociadas con la distribución distribuida. Esto puede incluir sistemas de generación distribuida como paneles solares, turbinas eólicas, generadores de cogeneración, etc.
- El problema de investigación planteado se centra en mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico de Chiclayo a través de la aplicación de distribución distribuida. La distribución distribuida se refiere a la generación y distribución de energía eléctrica a través de múltiples fuentes de generación ubicadas cerca de los puntos de consumo, en contraposición al modelo tradicional de generación centralizada.
- Una vez diseñado el sistema, se debe crear un plan detallado para su implementación gradual. También se deben establecer mecanismos de monitoreo y evaluación para asegurar que el sistema cumple con los objetivos de confiabilidad y calidad del servicio.
- Para evaluación continua y ajustes, a medida que se implementa el sistema de distribución distribuida, es importante llevar a cabo una evaluación continua para identificar áreas de mejora y realizar ajustes según sea necesario.

- Capacidad de generación, se debe determinar la capacidad total de generación de energía eléctrica en Chiclayo. Esto incluye tanto la generación centralizada proporcionada por Electronorte SA como cualquier generación distribuida existente (por ejemplo, paneles solares en edificios o instalaciones comerciales).
- Para la red de distribución, se analiza la red de distribución de energía de media y baja tensión. Esto implica mapear la ubicación de subestaciones, líneas de transmisión y distribución, así como la forma en que están conectadas a los consumidores finales.
- En calidad del servicio, se evaluará la calidad del suministro eléctrico en términos de continuidad, estabilidad de voltaje, frecuencia y otros parámetros importantes. Esto puede incluir el análisis de datos históricos de interrupciones y fluctuaciones de voltaje.
- Para los puntos de congestión y pérdidas de energía, se identificarán los puntos en la red donde se producen congestiones, así como las áreas donde se experimentan mayores pérdidas de energía durante la transmisión y distribución.
- En fiabilidad y seguridad, se examina la confiabilidad del sistema en términos de la disponibilidad de suministro eléctrico durante periodos críticos. También se evalúan las medidas de seguridad implementadas para prevenir accidentes y garantizar la protección de los trabajadores y la población en general.
- Para la demanda de energía, se analiza la demanda actual y proyectada de energía en Chiclayo. Esto implica entender los patrones de consumo, identificar áreas de mayor demanda y anticipar posibles aumentos en la demanda en el futuro. En capacidad de integración de fuentes renovables, se evalúa la capacidad del sistema actual para integrar fuentes de energía

renovable, como la energía solar o eólica, en caso de que se considere en el plan de mejora.

- En costos operativos y mantenimiento, se deberá estudiar los costos asociados con la operación y mantenimiento de la infraestructura eléctrica existente, incluyendo gastos en equipos, personal y otros recursos necesarios.
- El análisis del estado actual proporciona una base sólida para la toma de decisiones sobre las mejoras necesarias en el sistema eléctrico.
- Los datos recopilados permiten identificar áreas críticas que requieren atención y sirven como punto de partida para el diseño e implementación de soluciones que busquen mejorar la confiabilidad y calidad del servicio eléctrico en Chiclayo.
- El enfoque estratégico no solo se justifica desde una perspectiva técnica y económica, respaldada por la hipótesis que sugiere un aumento de la confiabilidad mediante la generación distribuida, sino que también se presenta como una respuesta a las demandas sociales. La mejora del acceso a la electricidad, especialmente en áreas remotas, se vislumbra como una ruta para potenciar el desarrollo local, generar empleo y mejorar los servicios esenciales como educación y salud. En este sentido, la presente investigación se erige como un paso significativo hacia un sistema eléctrico más eficiente, sostenible y socialmente inclusivo en Chiclayo.
- Se plantea la interrogante de cómo la generación distribuida, basada en la investigación de Batlle (2014), puede influir en la confiabilidad del sistema eléctrico regional. ¿Qué impacto podría tener en la estabilidad y calidad del suministro eléctrico en comparación con modelos más centralizados?
- La Ley N° 28832 de OSINERGMIN (2006) establece restricciones específicas para la generación distribuida. ¿Cómo estas limitaciones afectan

la viabilidad y aplicabilidad de la generación distribuida en Chiclayo?
¿Existen oportunidades para revisar y actualizar estas regulaciones en beneficio de la implementación de nuevas tecnologías?

- La descripción de la situación en Lambayeque destaca problemas críticos en la red eléctrica, incluyendo la baja potencia y conexiones ilegales. ¿En qué medida la generación distribuida podría abordar estos problemas específicos? ¿Existen ejemplos exitosos en otras regiones que puedan servir como modelos?
- Los objetivos específicos incluyen la evaluación de la viabilidad técnica y económica de la generación distribuida. ¿Cuáles son los costos y beneficios asociados con la implementación de esta estrategia en Chiclayo? ¿Cómo se comparan estos aspectos con alternativas más tradicionales?
- Se destaca la importancia de la generación distribuida en términos de desarrollo social y sostenibilidad ambiental. ¿Cómo podría la implementación de esta estrategia contribuir a la mejora de la calidad de vida, la creación de empleo y el acceso a servicios básicos en áreas remotas? ¿Cuáles serían los posibles impactos ambientales y cómo podrían mitigarse?
- Considerando las proyecciones sobre el excedente de suministro de energía y la necesidad de encontrar formas más limpias y eficientes de generación, ¿cómo podría la generación distribuida adaptarse a futuras demandas y cambios en la infraestructura eléctrica? ¿Existen tecnologías emergentes que podrían influir en la implementación de esta estrategia?

VI. CONCLUSIONES

- El proyecto de la planta fotovoltaica en Chiclayo es rentable y factible desde el punto de vista económico. Este resumen proporciona una visión detallada de los costos, ingresos y resultados económicos del proyecto, respaldando la viabilidad financiera de la inversión en la planta fotovoltaica.
- Las redes de media tensión de SE Chiclayo han crecido de manera desordenada en el tiempo, su topología actual es radial básicamente, con poca capacidad de transferencia de carga, en las zonas periféricas, las redes no tienen secciones uniformes, sino cónicas haciendo más compleja su operatividad.
- Mediante el método de ponderados se determinó el alimentador C-217 con un puntaje igual a 1,7 unidades para ello se tomaron en cuenta 12 criterios de selección entre los cuales se destacan la caída de tensión, porcentaje de pérdidas, energía total y proyección por tener mayor importancia en la elección. Además, la confiabilidad de dicho alimentador es de 0,44.
- La tecnología de generación será mediante el sistema fotovoltaico por tener una puntuación de 1,45 ante las demás, su potencia es igual a 1,2 MW entrando en la categoría de mediana generación distribuida de acuerdo a la Ley 28832, entre los principales componentes de la planta se encuentran 3360 paneles fotovoltaicos de 360W, 2 inversores de 630KW y un transformador trifásico de 3devanados de 1,5 MVA con relación de voltaje de 350 V a 10 KV.
- La evaluación económica se realizó para un periodo de 20 años, con una inversión inicial de S/.6 674 212,04, un COP del 10%, los resultados muestran que es proyecto viable técnica y económicamente por valores positivos en los índices económicos, de 12 millones de soles en el VAN y de un TIR de 14%. Además, la nueva confiabilidad del alimentador será de 0.75.

VII. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda llevar a cabo el proyecto dada la favorable TIR y el VAN positivo.
- Se debe llevar a cabo una evaluación detallada de la infraestructura eléctrica existente en la ciudad, identificando sus puntos fuertes y debilidades. Esto incluye la disponibilidad de sistemas de energía de media y baja tensión, así como la calidad del servicio proporcionado por Electronorte SA.
- Evaluar la generadora distribuida en todos los alimentadores que constituyen el Sistema de Distribución Eléctrica Conformado el Alimentador Sistema Chiclayo.
- Se debe investigar y comprender a fondo las tecnologías y metodologías asociadas con la distribución distribuida. Esto puede incluir sistemas de generación distribuida como paneles solares, turbinas eólicas, generadores de cogeneración, etc.
- Se debe realizar un análisis detallado de los costos asociados con la implementación de sistemas de distribución distribuida en Chiclayo, así como los beneficios esperados en términos de confiabilidad y calidad del servicio eléctrico.
- Basado en la evaluación de viabilidad, se debe diseñar un sistema de distribución distribuida específico para Chiclayo. Esto incluirá la selección de fuentes de generación, la ubicación de las mismas, la planificación de la red de distribución y la integración con la infraestructura existente.
- Es importante investigar y comprender las regulaciones y políticas locales, regionales y nacionales que puedan afectar la implementación de un sistema de distribución distribuida en Chiclayo. Esto incluye permisos, estándares de seguridad y requisitos de interconexión.

REFERENCIAS

Bravo, V. Y., & Gamarra, D. J. (2016). Diseño de un sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda de energía de los laboratorios de Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

CALDERON, F. (2016). Los Data Center en el Sector Público. Lima, Perú.

Chuzón, J., & Del Castillo, M. (2016). Desarrollo de una fuente de energía alternativa a través de la modificación de paneles fotovoltaicos para dispositivos móviles. Chiclayo: Universidad de Lambayeque.

Cieza, J. C. (2017). Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para las instalaciones eléctricas de alumbrado en el hostel Lancelot ubicado en Chiclayo-Chiclayo-Lambayeque. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

COMSTOR, C. (2015). El enfriamiento en Data Centers Pequeños. México.dreamstime. (s.f.). dreamstime. Recuperado el 30 de Setiembre de 2019, de <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-la-planta-del-biog%C3%A1s-image85285782>

GONZALES SERRANO, A. (2015). Diseño de un sistema SCADA para la planta de tratamiento del ITESM CCM. Colombia: Universidad de Cali.

Henao, D., Báez, A. C., & Pedroza, J. B. (2018). Metodología para determinar la viabilidad de generación de energía eléctrica por medio del recurso eólico. Investigación e innovación en ingenierías, 6(2), 6-15.

HERNANDEZ, L., & AREVALO, J. (2015). Desde el comienzo de los Data Centers modernos. Madrid, España.

KUO, B. C. (2015). Sistemas de Control Automático. Barcelona, España: Editorial Pearson.

YARLAQUE, J. A. (2018). Estudio de confiabilidad de alimentadores de la subestacion de Chiclayo oeste utilizando el metodo probabilistico de simulacion

Monte

Carlo.

https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1830/1/TL_TrigosoYarlaqueJhair.pdf. UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Chiclayo, Peru.

Marco Antonio Meche y Willy Ferrer Vargas (2015). Ampliación Del Sistema Eléctrico Y Mejoramiento De La Confiabilidad Del Alimentador SM- 03, Vilcabamba, La ConvenciónCusco"

L. A. CHUSIN CAYO y B. S. ESCOBAR GUANOLUISA, «ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA CON PENETRACIÓN DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA.,» Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2015.

Albuja Jaramillo, G. (2019). CÁLCULO DE ÍNDICES DE CONFIABILIDAD UTILIZANDO SIMULACIÓN MONTECARLO Y UBICACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE ALGORITMOS GENÉTICOS. Quito: Repositorio de la Escuela Politécnica Nacional.

Simeon Pucuhuayla, F. (2019). UBICACIÓN ÓPTIMA DEL SECCIONADOR FUSIBLE PARA MEJORAR LOS INDICADORES SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL DE AYACUCHO. Huancayo: Respositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

SINGELEC. (2021). CONFIABILIDAD EN SISTEMAS ELECTRICOS DE DISTRIBUCION. Lima: SINGELEC. 135

Tapia Taramuel, C. L. (2019). ESTUDIO DE CONFIABILIDAD EN LOS ALIMENTADORES DE LA SUBESTACIÓN CAYAMBE. Ibarra - Ecuador: Repositorio de la Universidad Técnica del Norte. Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. (2015). Conceptos básicos de Sistemas de Potencia. En Conceptos básicos de Sistemas de Potencia (págs. 1- 32). México: Repositorio - UNAM.

Vargas Jiménez, D. (2015). Estudio de indicadores de calidad del suministro de energía eléctrica de una red de distribución a 13.2 kV. Manizales-Colombia: Repositorio de la Universidad Nacional de Colombia.

Muñoz Saucedo, J. (2018). EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN DE SEÑALIZADORES DE FALLAS PARA INCREMENTAR LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD EN UNA RED DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA TENSIÓN. Chiclayo: Repositorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Quispe Chavez, M. J. (2019). REDUCCIÓN DE LAS INTERRUPCIONES ELÉCTRICAS POR UBICACIÓN ADECUADA DE RECONECTADORES AUTOMÁTICOS EN EL SISTEMA ELÉCTRICO RURAL EN 22.9 kV – SATIPO. Huancayo: Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Quispe Huaranga, W. (2019). MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD MEDIANTE LA REUBICACIÓN DE SECCIONADORES EN EL ALIMENTADOR A4803 DE LA SUBESTACIÓN CHANCHAMAYO. Huancayo: Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú

Pareja Espinoza, J., & Pérez Pineda, R. (2017). LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN CON GENERACIÓN DISTRIBUIDA USANDO MÁQUINAS DE SOPORTE VECTORIAL. Quito: Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana.

Salazar, G., Chusin , L., & Escobar, B. (2015). Análisis de Confiabilidad de Sistemas de Distribución Eléctrica con Penetración de Generación Distribuida. Quito - Ecuador: Repositorio de la Escuela Politecnica Nacional - Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Mechán Pisfil, J. (2019). SUMINISTRO, TRANSPORTE, MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE EQUIPOS DE PROTECCION EN LA LÍNEA DE 132 MEDIA TENSIÓN 22,9 KV, EN EL FUNDO LOTE NORTE - ARENA VERDE S.A.C., OLMOS LAMBAYEQUE. Lambayeque - Perú: Repositorio - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Morales Pazmiño, M. (2018). SELECCIÓN Y UBICACIÓN ÓPTIMA DE DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN EN ALIMENTADORES PRIMARIOS COMO UNA ESTRATEGIA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

DE DISTRIBUCIÓN. Quito - Ecuador: Repositorio de la Escuela Politécnica Nacional.

Ayala Arciniegas, N. (2018). OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE SECCIONAMIENTO EN REDES DE DISTRIBUCIÓN USANDO ALGORITMO DE COLONIA DE HORMIGAS. Quito: Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana.

Baca Cussi, C. D., & Loyaga Valdeiglesias, S. R. (2016). ESTUDIO DE MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD DEL ALIMENTADOR EN MEDIA TENSIÓN TINTAYA 01, EN LA PROVINCIA DE ESPINAR. Cusco: Repositorio de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Baena Paz, G. (2017). Metodología de Investigación. México: Grupo Editorial Patria.

Contreras Yáñez, M., & Jara Ramírez, M. (2017). Actualidad en índices de confiabilidad de sistema y cliente, a nivel nacional e internacional en el área de sistemas 130 eléctricos de distribución. Concepcion - Chile: Repositorio de la Universidad Del Bío - Bío.

Cueva Rios, P. (2019). EVALUACIÓN DE INDICES DE CONFIABILIDAD EN REDES DE ELECTROCENTRO S.A. PARA MEJORAR LA CALIDAD DE SERVICIO UTILIZANDO REDES NEURONALES. Callao: Repositorio de la Universidad Nacional del Callao.

Flores Marcelo, J. (2015). EVALUACIÓN DE LA CONFIABILIDAD DEL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN UNA REFINERÍA DE HIDROCARBUROS. Piura: Repositorio de la Universidad de Piura.

Duque Posada, B. S. (2016). DISEÑO DE RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA (BAJA TENSIÓN) PARA UN SECTOR DE 250 VIVIENDAS CORALES -CUBA. Pereira: Repositorio de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Chamorro Orbe, C. G. (2017). LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE RECONECTADORES CON CRITERIOS DE CONFIABILIDAD EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE DISTRIBUCIÓN RADIAL. Quito - Ecuador: Repositorio - Escuela Politécnica Nacional

Aquino Paco, S. (2018). APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE RECONFIGURACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA REDUCIR PÉRDIDAS RESISTIVAS EN LA LÍNEA. Arequipa: Repositorio de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Roldán Fernández, J., & Riquelme Santos, J. (2016). Instalación eléctrica de un aeropuerto. Sevilla .

La República. (02 de Abril de 2019). Lambayeque: más de 50 familias y colegio con conexiones eléctricas irregulares. (Diario La República) Recuperado el 11 de Abril de 2019, de <https://larepublica.pe/sociedad/1442268-lambayeque-50-familias-colegio-conexiones-electricas-irregulares>

LARA JÁUREGUI, K. A. (2015). Diseño e Implementación de un Sistema de Control microclimático para la preservación de orquídeas microclimático para la preservación de orquídeas. Lima, Perú: Universidad Católica del Perú.

Piscoya, L. (30 de Octubre de 2018). Invertirán S/ 57 millones en redes eléctricas en Cajamarca y Lambayeque. (Agencia Peruana de Noticias ANDINA) Recuperado el 11 de Abril de 2019, de <https://andina.pe/agencia/noticia-invertiran-s-57-millones-redes-electricas-cajamarca-y-lambayeque-731194.aspx>

REYES MARQUEZ, J. A. (2015). Sistema de control y monitoreo de temperatura para la conservación de granos en Silos. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.

Vásquez, A., Tamayo, J., & Salvador, J. (2017). La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático. Lima: Osinergmin.

worldenergytrade. (s.f.). worldenergytrade-Biomasa, un residuo de la naturaleza que es necesario aprovechar . Recuperado el 30 de Setiembre de 2019, de <https://www.worldenergytrade.com/index.php/m-news-alternative-energy/97-news-biomasa/4116-biomasa-un-residuo-de-la-naturaleza-que-es-necesario-aprovechar>

worldenergytrade. (s.f.). worldenergytrade-Europa agrega 4.9 GW de capacidad de energía eólica en 1S 2019. Recuperado el 30 de Setiembre de 2019, de <https://www.worldenergytrade.com/index.php/m-news-alternative-energy/99->

news-energia-eolica/4065-europa-agrega-4-9-gw-de-capacidad-de-energia-eolica-en-1s-2019

Electronorte. (2017). Memoria anual 2017. Chiclayo: Ensa.

Henao, D., Báez, A. C., & Pedroza, J. B. (2018). Metodología para determinar la viabilidad de generación de energía eléctrica por medio del recurso eólico. Investigación e innovación en ingenierías, 6(2), 6-15.

La República. (02 de Abril de 2019). Lambayeque: más de 50 familias y colegio con conexiones eléctricas irregulares. (Diario La República) Recuperado el 11 de Abril de 2019, de <https://larepublica.pe/sociedad/1442268-lambayeque-50-familias-colegio-conexiones-electricas-irregulares>

Moubray, J. (2019). Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Santiago de Chile: Industrial Press Inc. .

ANEXOS

Anexo 01.- Matriz de Operacionalización de variables.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>. Sistema de distribución de eléctrica de alimentador sistema chiclayo.</p>	<p>Un sistema de la generación de energía distribuida, también conocida como generación instantánea, o energía combinada, ó generación de energía descentralizada, generación de energía distribuida, es básicamente la producción de electricidad por varias fuentes de energía pequeñas en diferentes ubicaciones. Poner lo más cerca posible de los puntos de carga. (Patel, 2014).</p>	<p>Se realiza un estudio para determinar la ubicación del Sistema de generación distribuida..</p>	<p>Parámetros eléctricos</p>	<p>Potencia</p> <p>Voltaje</p> <p>Intensidad de Corriente eléctrica</p>	<p>Razón</p> <p>Intervalo</p> <p>Razón</p>
<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Mejorar la confiabilidad</p>	<p>Es la característica que exhibe el sistema de satisfacer permanentemente la demanda de potencia demandada por el consumidor y mantener su velocidad de operación dentro de los límites predeterminados de los modos y condiciones de operación. Una función particular. (Aquilino Rodríguez, 2014)</p>	<p>Se determina las energías pérdidas en un suministro eléctrico.</p>	<p>Indicadores de Confiabilidad</p>	<p>SAIFI</p> <p>SAIDI</p>	<p>Razón</p>

Anexo 2.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN PROPIA - ENSA

Ensa cuenta con autorización ministerial para la generación de energía; tiene dos tipos de generación dentro de su concesión:

- Centrales Termoeléctricas
- Centrales Hidráulicas

Durante el período 2018, entre las principales centrales térmicas que estuvieron en funcionamiento son CT, Chota y Cutervo con sus grupos electrógenos y la central hidráulica de Guineamayo, tales se muestran en el cuadro N°1 y 2.

Cuadro N°1: Características de la Centrales de Generación-Hidroeléctricas.

Centrales Hidroeléctricas - ENSA 2018

CENTRAL	Grupo		Potencia	
	Nombre Número	Estado	Instalada (MW)	Efectiva (MW)
C. H. Guineamayo	TURBINA1	OP	0,400	0,400
C. H. Guineamayo	TURBINA2	OP	0,400	0,400
C. H. Guineamayo	TURBINA3	OP	0,500	0,500
Total Central Guineamayo		3	1,300	1,300
C. H. Buenos Aires Niepos	TURBINA1	OP	0,540	0,450
C. H. Buenos Aires Niepos	TURBINA2	OP	0,540	0,450
Total Central Buenos Aires Niepos		2	1,080	0,900
C. H. Chiriconga	TURBINA1	OP	1,000	0,800
C. H. Chiriconga	TURBINA2	OP	1,000	0,800
Total Central Chiriconga		2	2,000	1,600
C.H. Querocoto	TURBINA1	OP	0,340	0,340
C.H. Querocoto	TURBINA2	OP	0,400	0,400
Total Central Querocoto		2	0,740	0,740
CH Namballe	KUBOTA DVL	NO	0,000	0,000
Total Central Namballe		1	0,000	0,000
C.H. Tabaconas	T1 KUBOTA	OP	0,060	0,000
C.H. Tabaconas	T2 KUBOTA	OP	0,060	0,000
Total Central Tabaconas		2	0,120	0,000
Total General Hidráulica			5,24	4,54

Cuadro N°2: Características de la Centrales de Generación-térmicas.

Centrales Térmicas - ENSA 2018

CENTRAL	Grupo		Potencia	
	Nombre Número	Estado	Instalada (MW)	Efectiva (MW)
C. T. Chota	Caterpillar-351	NO	0,500	0,460
C. T. Chota	Detroit G.E.	OP	0,750	0,000
Total Central		2	1,250	0,460
C. T. Cutervo	Caterp-3512	OP	0,500	0,500
Total Central		2	0,500	0,500
C.T. Santa Cruz	CATERP-3512	OP	0,500	0,400
Total Central		1	0,500	0,400
Grupo móvil Caterpillar-Jayanca	CAT C27	OP	0,700	0,600
Grupo móvil Detroit-Illimo(Carh)	DETROIT	OP	0,500	0,500
Total Central		2	0,700	0,600
Total General Térmica			2,95	1,96

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE TRANSMISIÓN - ENSA

1.2. Líneas de Transmisión - ENSA

ENSA, posee 19 Líneas de Transmisión distribuidos para atender todos sus sistemas eléctricos, de las cuales, según el nivel de tensión, dos están a 138 kV y 17 a 60 kV; tal como se indica en el cuadro N°3.

Cuadro N°3: Líneas de Transmisión ENSA – Año 2018

Ítem	Código	Barra Inicio	Barra Fin	Propiedad	Tensión (kV)	Longitud (Km)
1	L-1130	Carhuaquero	Espina Colorada	Ensa	138	40.8
2	L-1135	Espina Colorada	Cutervo	Ensa	138	23.2
3	L-6012	Chiclayo Oeste	Chiclayo Norte	Ensa	60	6.7
4	L-6022	Chiclayo Oeste	Chiclayo Norte	Ensa	60	6.7
5	L-6030	La Viña	Nueva Motupe	Ensa	60	24.72
6	L-6032	Chiclayo Oeste	Illimo	Ensa	60	35.47
7	L-6033	Chiclayo Oeste	Illimo	Ensa	60	35.47
8	L-6036	La Viña	Motupe	Ensa	60	20.94
9	L-6036(1)	Motupe	Olmos	Ensa	60	17.62
10	L-6036(2)	Olmos	Occidente	Ensa	60	21.71
11	L-6037	Chiclayo Oeste	Lambayaque Sur	Ensa	60	9.16
12	L-6038	Lambayaque Sur	Lambayaque	Ensa	60	4.06
13	L-6039	Lambayaque	Illimo	Ensa	60	27.2
14	L-6051	Chiclayo Norte	Pomalca	Ensa	60	7.25
15	L-6052	Pomalca	Tuman	Ensa	60	8.45
16	L-6053	Tuman	Cayalti	Ensa	60	23.86
17	L-6054	Nueva Motupe	Pampa Pañala	Ensa	60	28.11
18	L-6034	Illimo	La Viña	Ensa	60	21.63
19	L-6035	Illimo	La Viña	Ensa	60	21.63
Total Longitud de Líneas de Transmisión						384.68

1.2.1. Cargabilidad de las líneas de transmisión y transformadores de Potencia

En ENSA, se han identificado transformadores de potencia que estarían operando por encima del 90% de su capacidad nominal en el momento de máxima demanda, estos transformadores son:

- ✓ SET Chiclayo Oeste (TP6001, TP6002)
- ✓ SET Chiclayo Norte (TP6003)
- ✓ SET Motupe

1.2.2. Centros de Transformación – ENSA 2018

El Sistema de Transmisión de ENSA está conformado por 23 subestaciones de transformación AT/MT en servicio tal como se indica en el cuadro N°4.

Cuadro N°4: Potencia Instalada - Subestaciones de Propiedad de – Año

Ítem	SET	Código Transformador	Propiedad	Potencia Instalada (MVA)
1	Lambayeque	-	PEOT	8.75
2	Viña	Viña1	PEOT	5
3	Viña	Viña2	Ensa	14
4	Chiclayo Oeste	TP6001	Ensa	14
5	Chiclayo Oeste	TP6002	Ensa	14
6	Chiclayo Oeste	TP6018	Ensa	30
7	Chiclayo Norte	TP6003	Ensa	14
8	Chiclayo Norte	TP6004	Ensa	14
9	Chiclayo Norte	TP6015	Ensa	25
10	Carhuaquero	-	Ensa	35
11	Cayalti	-	Ensa	9
12	Cutervo	-	Ensa	8
13	Illimo	ILLIMO 2	Ensa	9
14	Illimo	ILLIMO 1	PEOT	6
15	Lambayeque Sur	-	Ensa	25
16	Motupe	-	Ensa	9
17	Nueva Motupe	-	Ensa	20
18	Occidente	-	PEOT	7
19	Olmos	-	Ensa	9
20	Pampa Pañala	-	Ensa	30
21	Pomalca	-	Ensa	20
22	Tuman	-	Ensa	9
23	Cerro Corona	-	Ensa	15
Potencia Instalada en Transformación (Mva)				349.75

1.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

1.3.1. Redes de Media Tensión

Tomando como base la información de los 81 alimentadores de Ensa diciembre 2018. En el cuadro N°5 se presenta los alimentadores existentes por cada sistema eléctrico.

Cuadro N°5: Alimentadores ENSA – Año 2018

ITEM	Nombre Sistema Eléctrico	SET	Compra	Transformador	Barra (2)	Alimentador
1	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6018	SECHO10	C-213
2	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6018	SECHO10	C-218
3	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6018	SECHO23	C-212
4	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6018	SECHO23	C-223
5	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6018	SECHO23	C-224
6	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6002	SECHO10A	C-219
7	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6002	SECHO10A	C-221
8	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6002	SECHO10A	C-211
9	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6001	SECHO10B	C-217
10	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6002	SECHO10B	C-216
11	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6003	SECHO10B	C-215
12	Chiclayo	CHICLAYO OESTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6004	SECHO10B	C-214
13	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6003	CHICN010	C-245
14	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6003	CHICN010	C-234
15	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6003	CHICN010	C-246
16	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6003	CHICN010	C-237
17	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6004	CHICN010A	C-233
18	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6004	CHICN010A	C-248
19	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6004	CHICN010A	C-238
20	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6004	CHICN010A	C-236
21	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6015	CHICN010B	C-249
22	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6015	CHICN010B	C-250
23	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6015	CHICN010B	C-251
24	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6015	CHICN010B	C-247
25	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6015	CHICN010B	C-244
26	Chiclayo	CHICLAYO NORTE	SE CHICLAYO 60 KV	TP6016	CHICN010B	N110
27	Chiclayo	LAMBAYEQUE	SE CHICLAYO 60 KV	Sin Cod	LAMBA10A	LAM102
28	Chiclayo	LAMBAYEQUE	SE CHICLAYO 60 KV	Sin Cod	LAMBA10A	LAM103
29	Chiclayo	LAMBAYEQUE	SE CHICLAYO 60 KV	Sin Cod	LAMBA10A	LAM101
30	Chiclayo	LAMBAYEQUE SUR	SE CHICLAYO 60 KV	Sin Cod	LAMBA10B	LS103
31	Chiclayo	LAMBAYEQUE SUR	SE CHICLAYO 60 KV	Sin Cod	LAMBA10B	LS102
32	Chiclayo	LAMBAYEQUE SUR	SE CHICLAYO 60 KV	Sin Cod	LAMBA10B	LS101
33	Chota, Chongoyape, Chota Rural y San Ignacio Rural	CARHUAQUERO	CERRO CORONA 220KV	TPB011	CARH023	CAR201
34	Chota, Chongoyape, Chota Rural y San Ignacio Rural	CARHUAQUERO	CERRO CORONA 220KV	TPB011	CARH023	CAR202
35	Chota, Chongoyape, Chota Rural y San Ignacio Rural	CARHUAQUERO	CERRO CORONA 220KV	ENLACE	CARH023	CAR301
36	Bambamarca y SER Bambamarca	CERRO CORONA	SE CHICLAYO 60 KV	ENLACE	CORON023	COR201
37	Bambamarca y SER Bambamarca	CERRO CORONA	SE CHICLAYO 60 KV	ENLACE	CORON023	COR202
38	Bambamarca y SER Bambamarca	CERRO CORONA	SE CHICLAYO 60 KV		CORON023	COR203
39	Chiclayo Baja Densidad	CAYALTI	SE CHICLAYO 60 KV	ENLACE	CAYAL023	CAY201
40	Chiclayo Baja Densidad	CAYALTI	SE CHICLAYO 60 KV		CAYAL023	CAY202
42	Chiclayo Baja Densidad	ILLIMO	SE CHICLAYO 60 KV		ILLIM010	ILL101
43	Chiclayo Baja Densidad	ILLIMO	SE CHICLAYO 60 KV		ILLIM023	ILL201
44	Chiclayo Baja Densidad	ILLIMO	SE CHICLAYO 60 KV		ILLIM010A	ILL202
45	Chiclayo Baja Densidad	ILLIMO	SE CHICLAYO 60 KV		ILLIM010A	COELVISAC
46	Chiclayo Baja Densidad	ILLIMO	SE CHICLAYO 60 KV		ILLIM023A	ILL102
47	Chiclayo Baja Densidad	ILLIMO	SE CHICLAYO 60 KV		ILLIM023A	ILL103
48	Chiclayo Baja Densidad	MOTUPE	SE CHICLAYO 60 KV		MOTUP010	MOT101
49	Chiclayo Baja Densidad	MOTUPE	SE CHICLAYO 60 KV		MOTUP023	MOT103
50	Chiclayo Baja Densidad	MOTUPE	SE CHICLAYO 60 KV		MOTUP023	MOT102
51	Chiclayo Baja Densidad	NUEVA MOTUPE	SE CHICLAYO 60 KV	2TP6021	Sin Datos	Salida _4
52	Chiclayo Baja Densidad	NUEVA MOTUPE	SE CHICLAYO 60 KV	2TP6021	Sin Datos	NMOT203
53	Chiclayo Baja Densidad	NUEVA MOTUPE	SE CHICLAYO 60 KV	2TP6021	Sin Datos	Salida _2
54	Chiclayo Baja Densidad	NUEVA MOTUPE	SE CHICLAYO 60 KV	2TP6021	Sin Datos	Salida _1
55	Chiclayo Baja Densidad	OCCIDENTE	SE CHICLAYO 60 KV		OCCID023	OCC201
56	Chiclayo Baja Densidad	OCCIDENTE	SE CHICLAYO 60 KV		OCCID023	OCC202
57	Chiclayo Baja Densidad	OCCIDENTE	SE CHICLAYO 60 KV		OCCID023	OCC203
58	Chiclayo Baja Densidad	OLMOS	SE CHICLAYO 60 KV		OLMOS010	OLM101
59	Chiclayo Baja Densidad	OLMOS	SE CHICLAYO 60 KV		OLMOS023	OLM201
60	Chiclayo Baja Densidad	PAMPA PAÑALA	SE CHICLAYO 60 KV	2TP6022	SIN DATOS	Salida _1
61	Chiclayo Baja Densidad	PAMPA PAÑALA	SE CHICLAYO 60 KV	2TP6022	SIN DATOS	Salida _2
62	Chiclayo Baja Densidad	PAMPA PAÑALA	SE CHICLAYO 60 KV	2TP6022	SIN DATOS	PPA203
63	Chiclayo Baja Densidad	PAMPA PAÑALA	SE CHICLAYO 60 KV	2TP6022	SIN DATOS	PPA204
65	Chiclayo Baja Densidad	POMALCA	SE CHICLAYO 60 KV		POMAL023	POM202
66	Chiclayo Baja Densidad	POMALCA	SE CHICLAYO 60 KV		POMAL023	POM201
67	Chiclayo Baja Densidad	TUMAN	SE CHICLAYO 60 KV		TUMAN010	TUM101
68	Chiclayo Baja Densidad	TUMAN	SE CHICLAYO 60 KV		TUMAN023	TUM201
69	Chiclayo Baja Densidad	TUMAN	SE CHICLAYO 60 KV		TUMAN023	TUM202
71	Chiclayo Baja Densidad	LA VIÑA	SE CHICLAYO 60 KV		LAVIN010	LAV104
72	Chiclayo Baja Densidad	LA VIÑA	SE CHICLAYO 60 KV		LAVIN010	LAV102
73	Chiclayo Baja Densidad	LA VIÑA	SE CHICLAYO 60 KV		LAVIN010A	LAV101
74	Chiclayo Baja Densidad	LA VIÑA	SE CHICLAYO 60 KV		LAVIN010A	LAV103
75	Cutervo y Querocoto	CUTERVO	SE CARUAQUERO 220KV	ENLACE	CUTER013	CUT101
76	Cutervo y Querocoto	CUTERVO	SE CARUAQUERO 220KV		CUTER023	CUT201
77	Cutervo y Querocoto	CUTERVO	SE CARUAQUERO 220KV		CUTER023	CUT202
78	Cutervo y Querocoto	CUTERVO	SE CARUAQUERO 220KV	ENLACE	CUTER023	CUT205
79	Cutervo y Querocoto	CUTERVO	SE CARUAQUERO 220KV		CUTER023	CUT203
80	Cutervo y Querocoto	CUTERVO	SE CARUAQUERO 220KV		CUTER023	CUT204
81	Cutervo y Querocoto	CUTERVO	SE CARUAQUERO 220KV		CUTER023	CUT206

1.3.2. Redes de Baja Tensión

Las redes de distribución secundaria son del tipo radial, sistema trifásico de 4 hilos 380/220 V. Que en relación con la longitud de redes que se contaban en el año anterior creció en 14.18% como se muestra en el cuadro N°6.

Cuadro N°6: Redes de Distribución Secundaria

Redes de Distribución	2016	2017
BT (Km)	7 554	7 560

1.3.2.1. Conductores

Las redes aéreas son predominantemente con conductores unipolares, en disposición vertical sobre aisladores tipo carrete. Las últimas ampliaciones de redes secundarias se ejecutan con cable trenzado auto soportado de aluminio.

Los conductores unipolares son de cobre con aislamiento para intemperie tipo WP, o similar, de secciones de 6, 10, 16, 25, 35, 50 y 70 mm². Los cables auto portantes son de aluminio, las disposiciones se muestran en el cuadro N°7.

Cuadro N°7: Conductores

Calibre de cables Autosoportados	
3x50+1x35	3x25+1x6
3x50+1x25	3x16+1x10
3x50+1x10	3x10+1x6
3x50+1x25	3x10+2x6
3x50+1x16	2x16+1x4

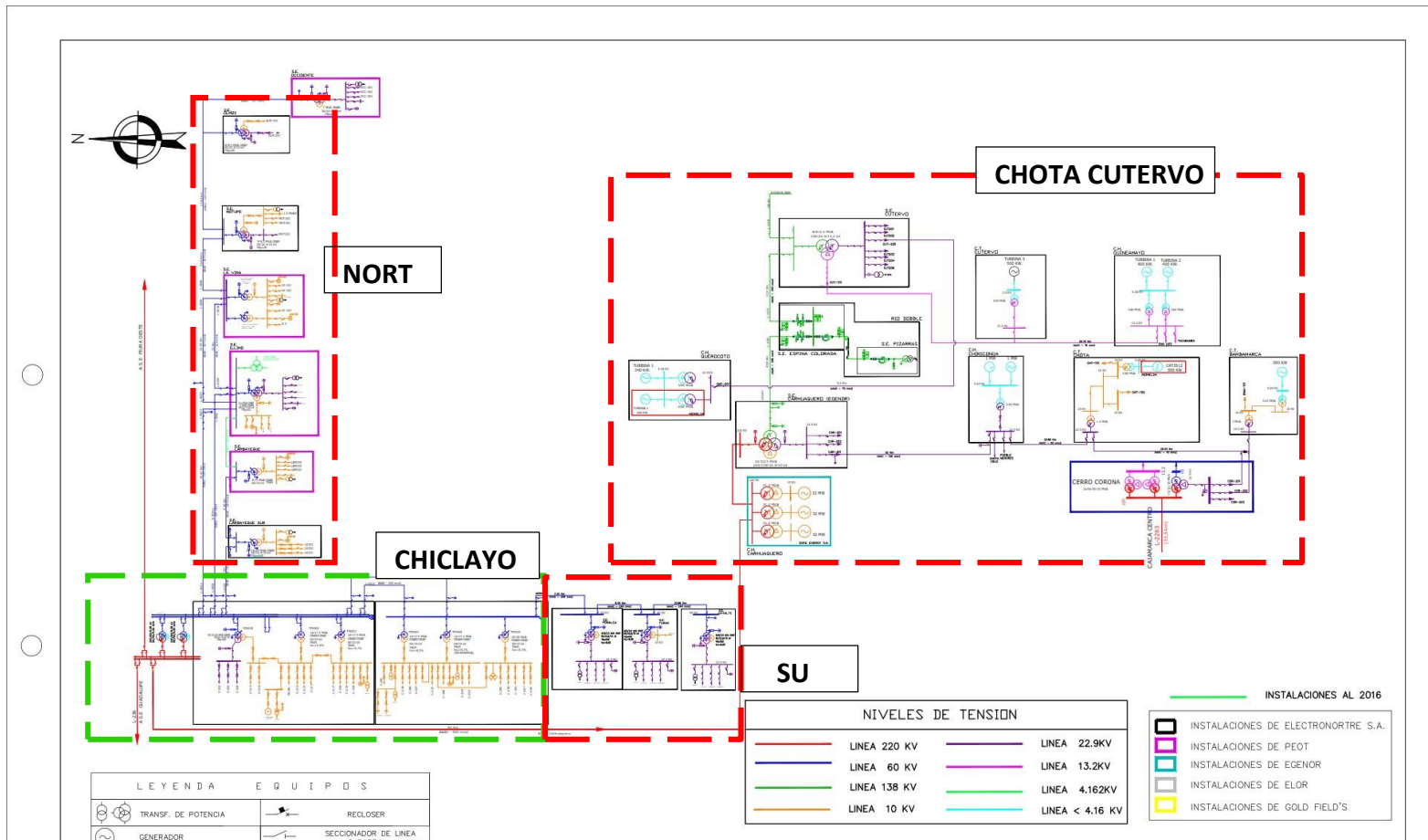
1.3.2.2. Acometidas

Se cuenta con una variedad de conductores usados para las acometidas de los clientes. Esta variedad se da básicamente por la antigüedad de las mismas que fueron instaladas con la tecnología existente en cada período.

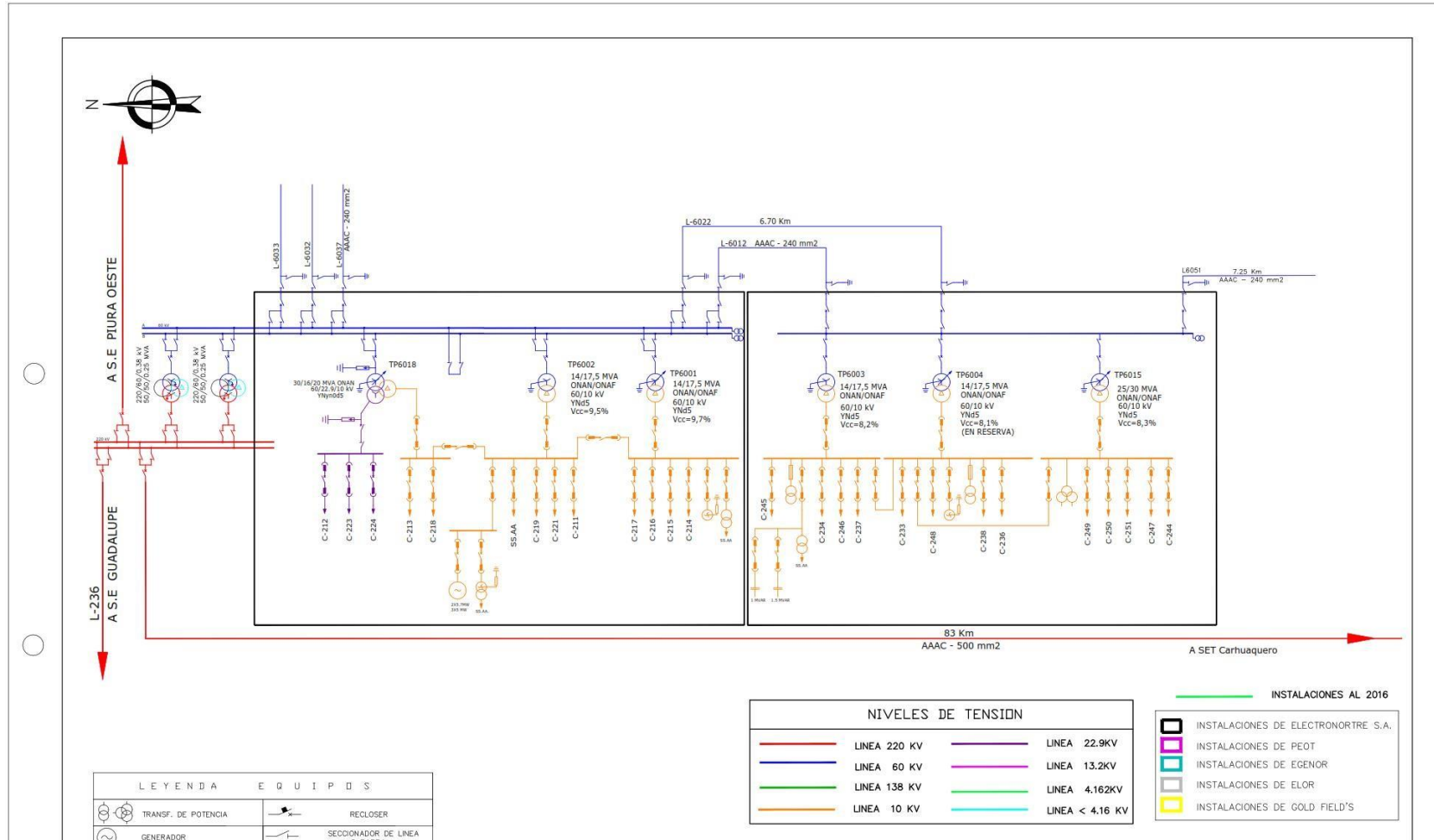
Entre las principales características de estos conductores podemos mencionar las siguientes:

- a) **Conexiones monofásicas:** Existen conexiones aéreas y subterráneas:
- **Conexión aérea**, para estas conexiones se usa cable del tipo concéntrico.
 - **Conexión subterránea**, conductor NYY y conductor NKY entre los principales.
- b) **Conexiones trifásicas:** Existen aéreas y subterráneas:
- **Conexión Aérea**, Se usa principalmente cable tetrapolar y cable concéntrico por fase.
 - **Conexión subterránea**, conductor NYY y conductor NKY principalmente.

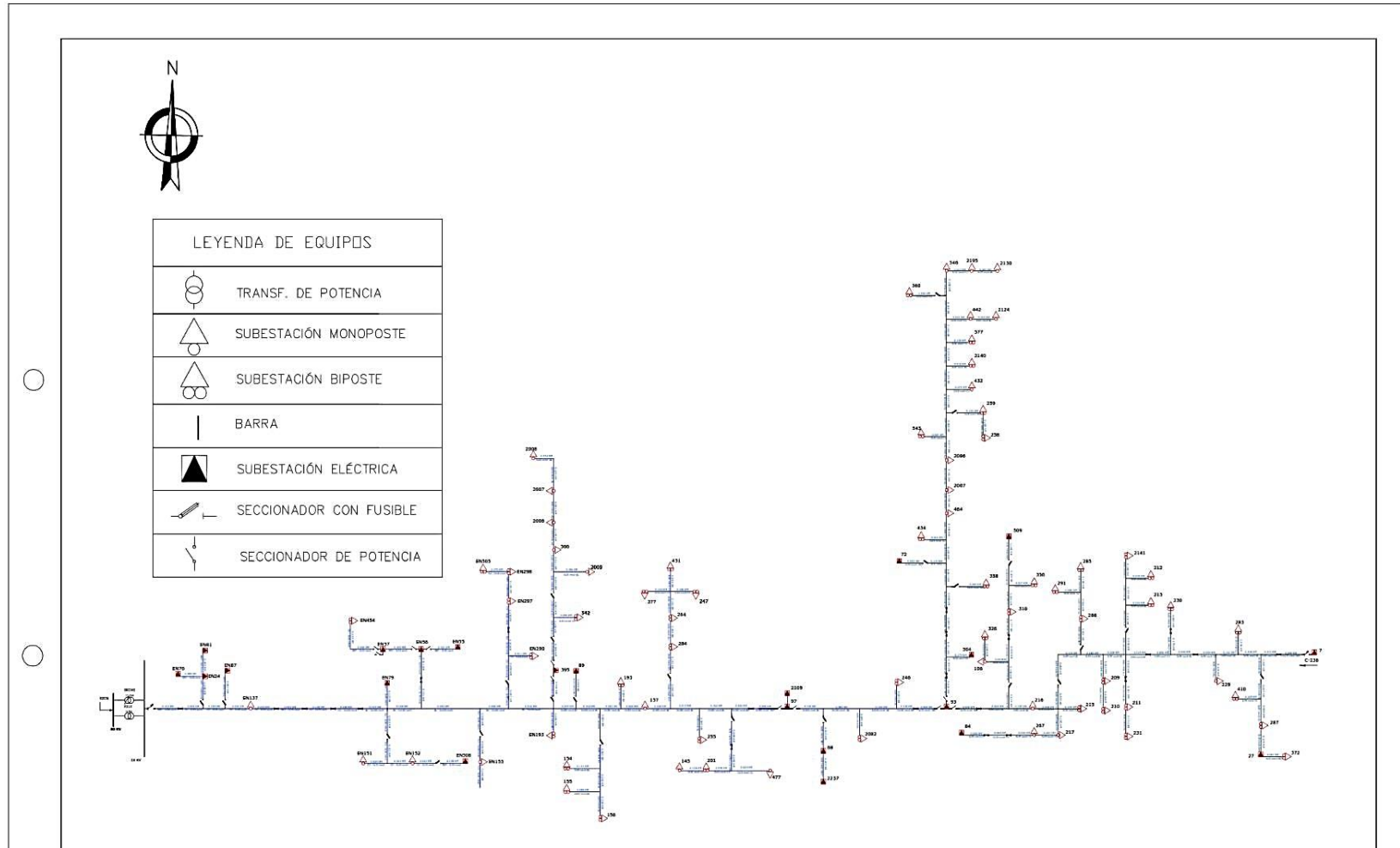
ANEXO 02: DIAGRAMAS DEL SISTEMA DE ENSA



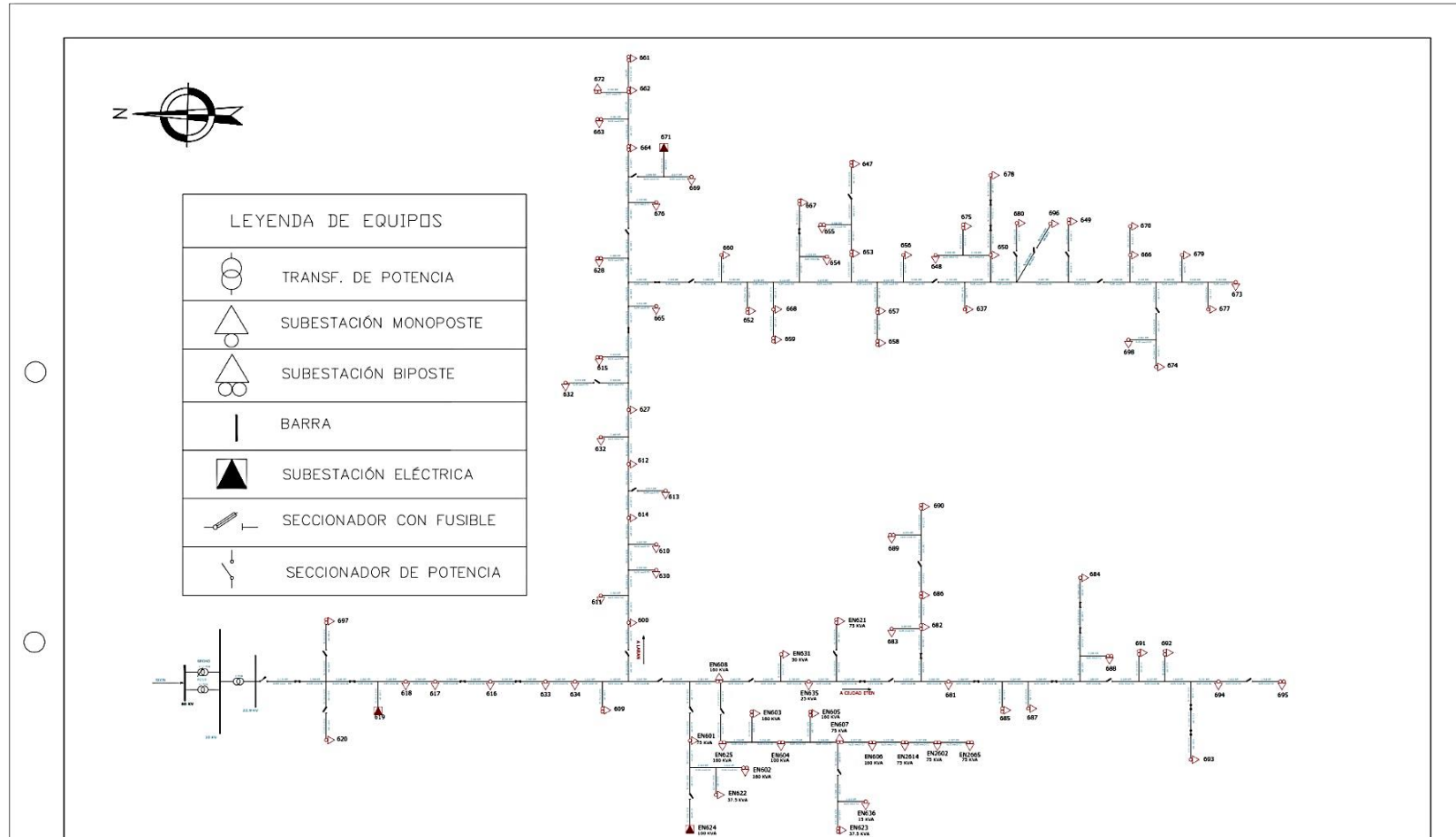
ANEXO 03: SISTEMA ENSA CHICLAYO



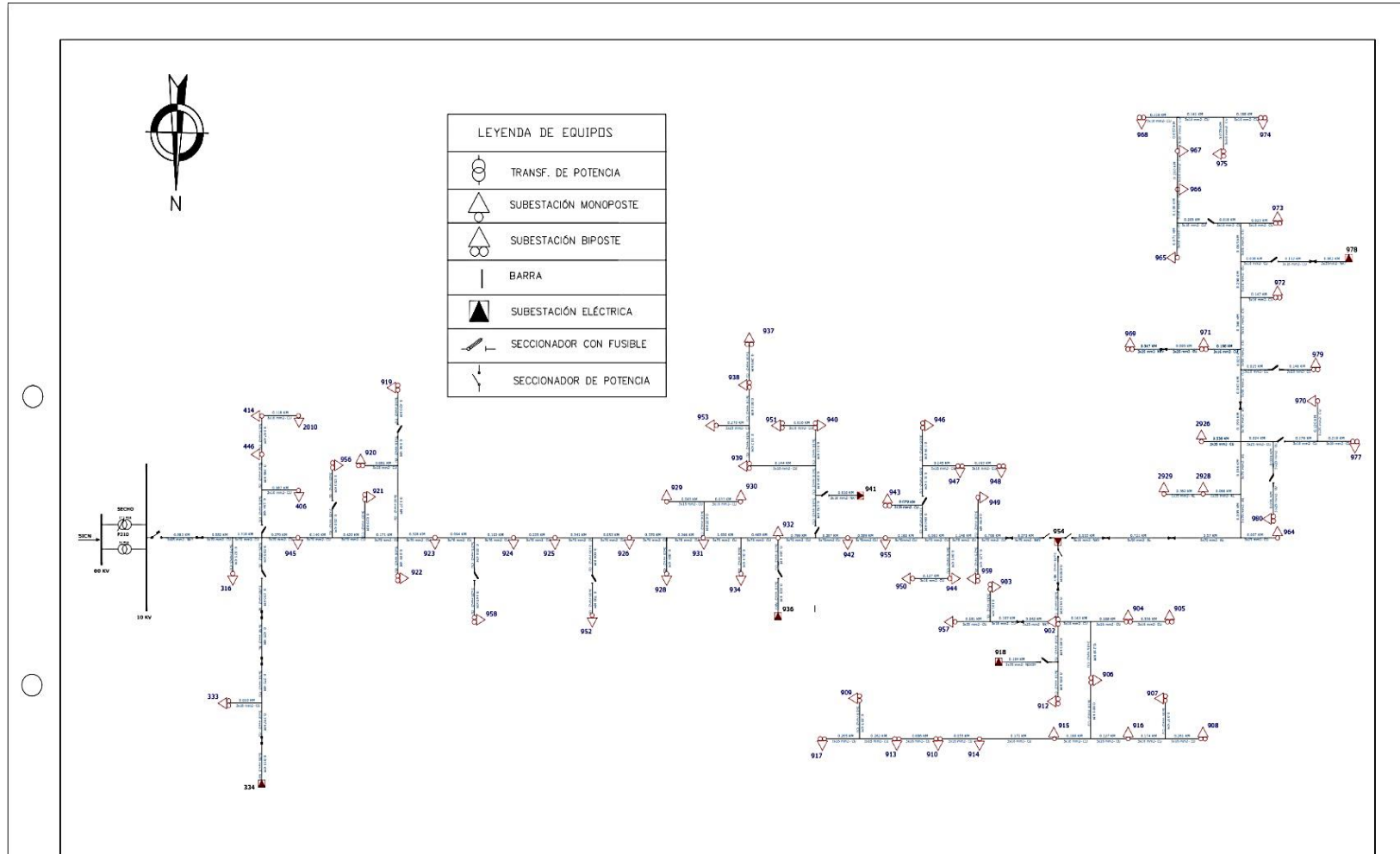
ANEXO 04: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-211



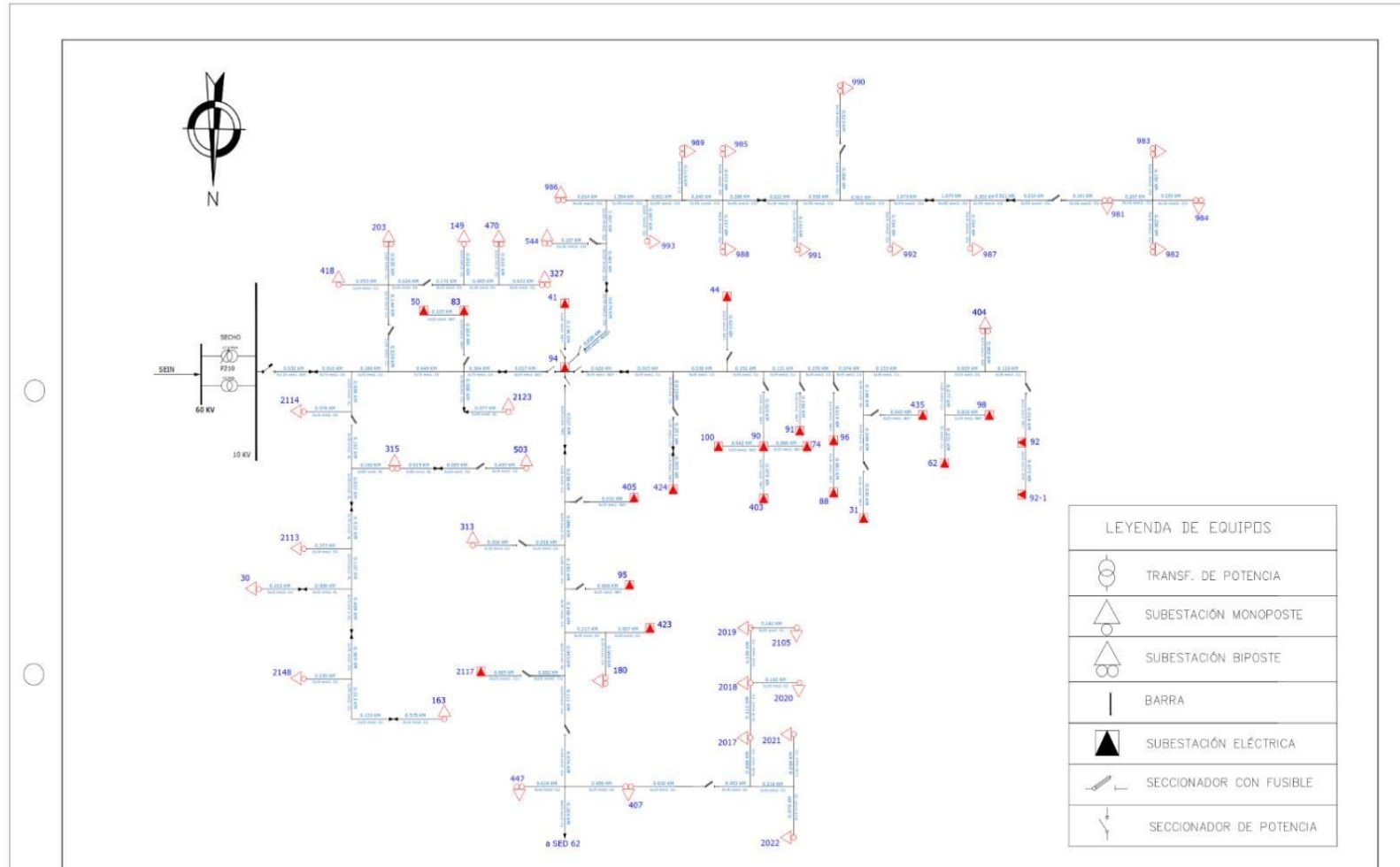
ANEXO 05: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-212



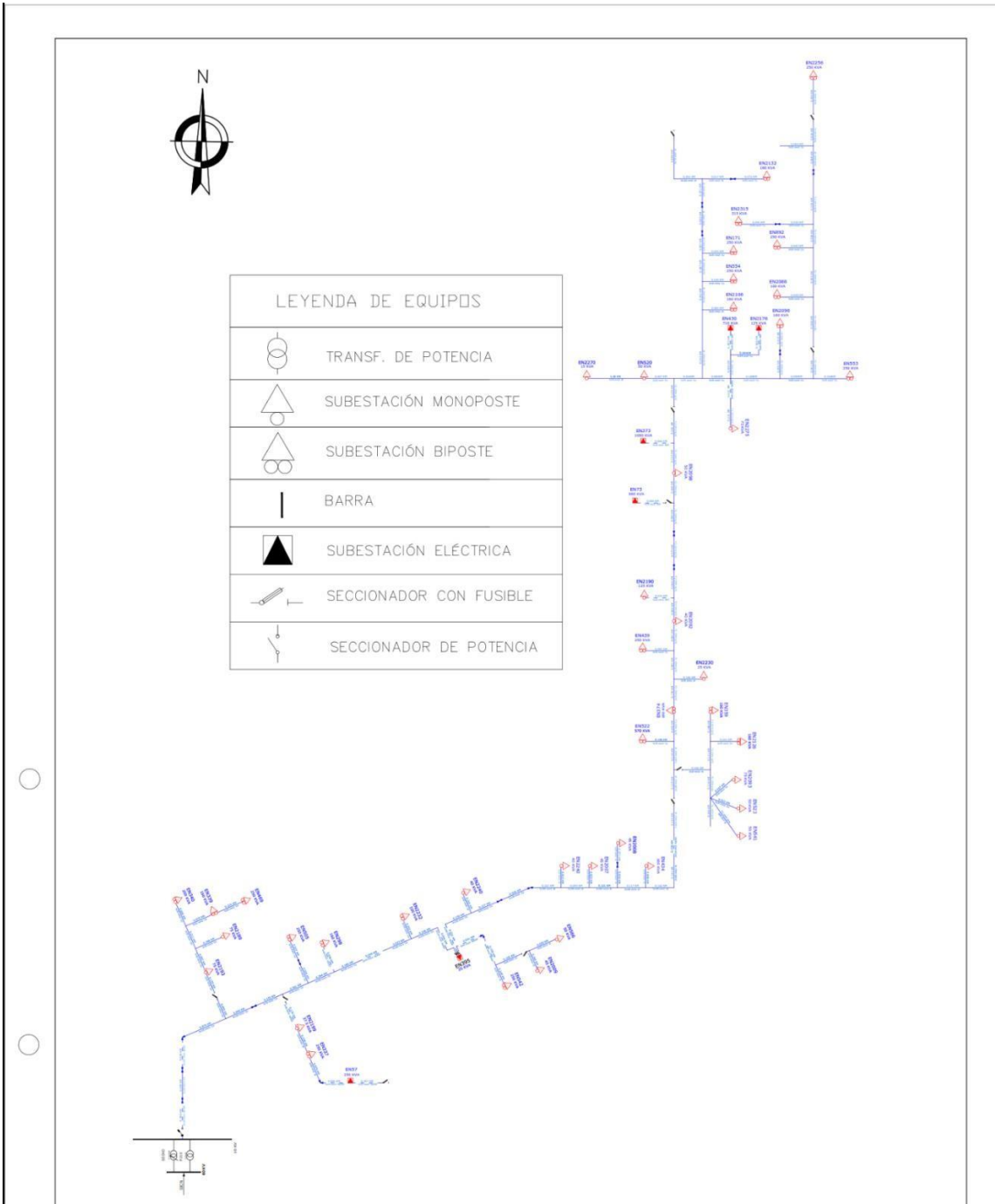
ANEXO 06: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-214



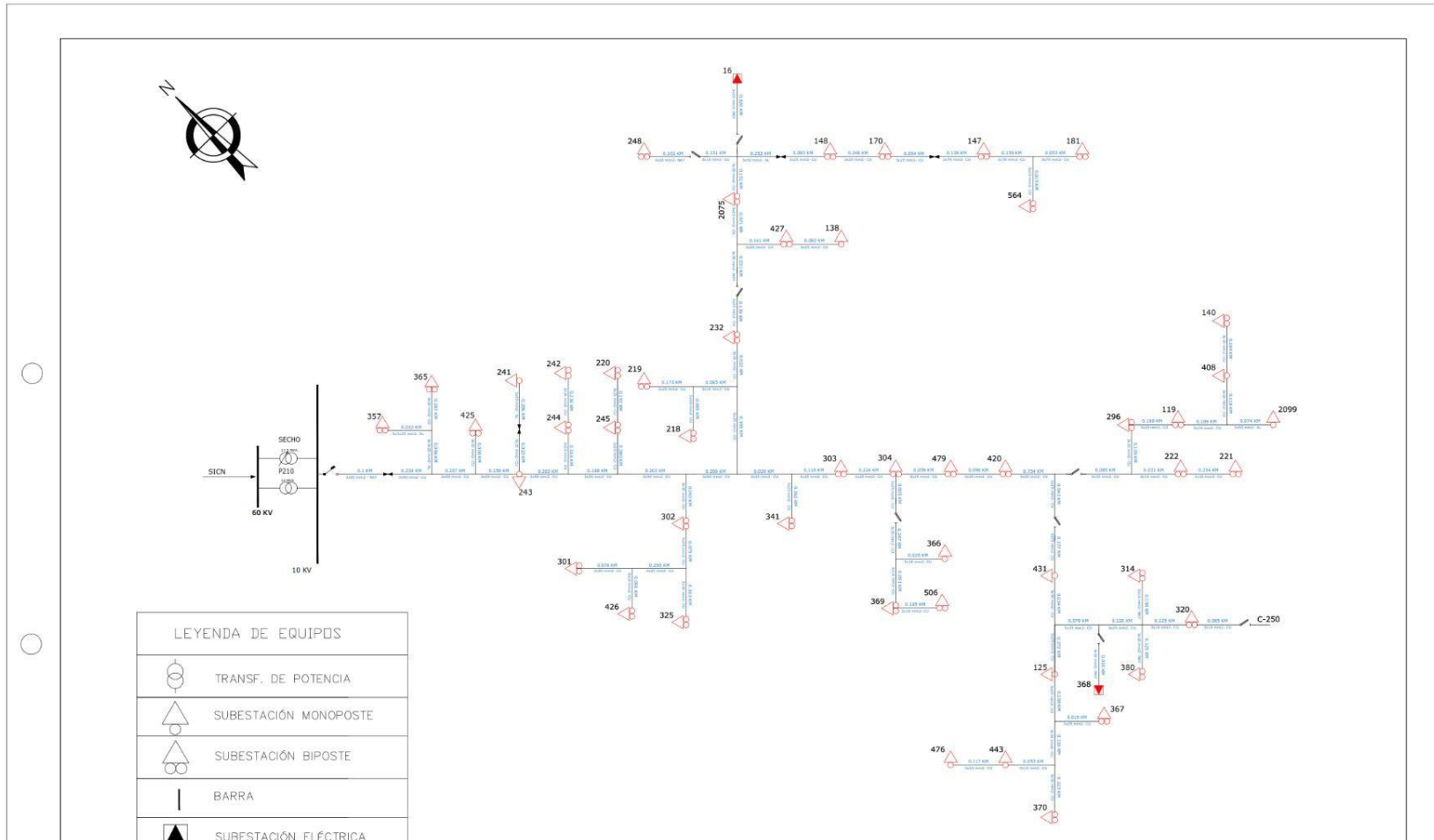
ANEXO 08: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-216



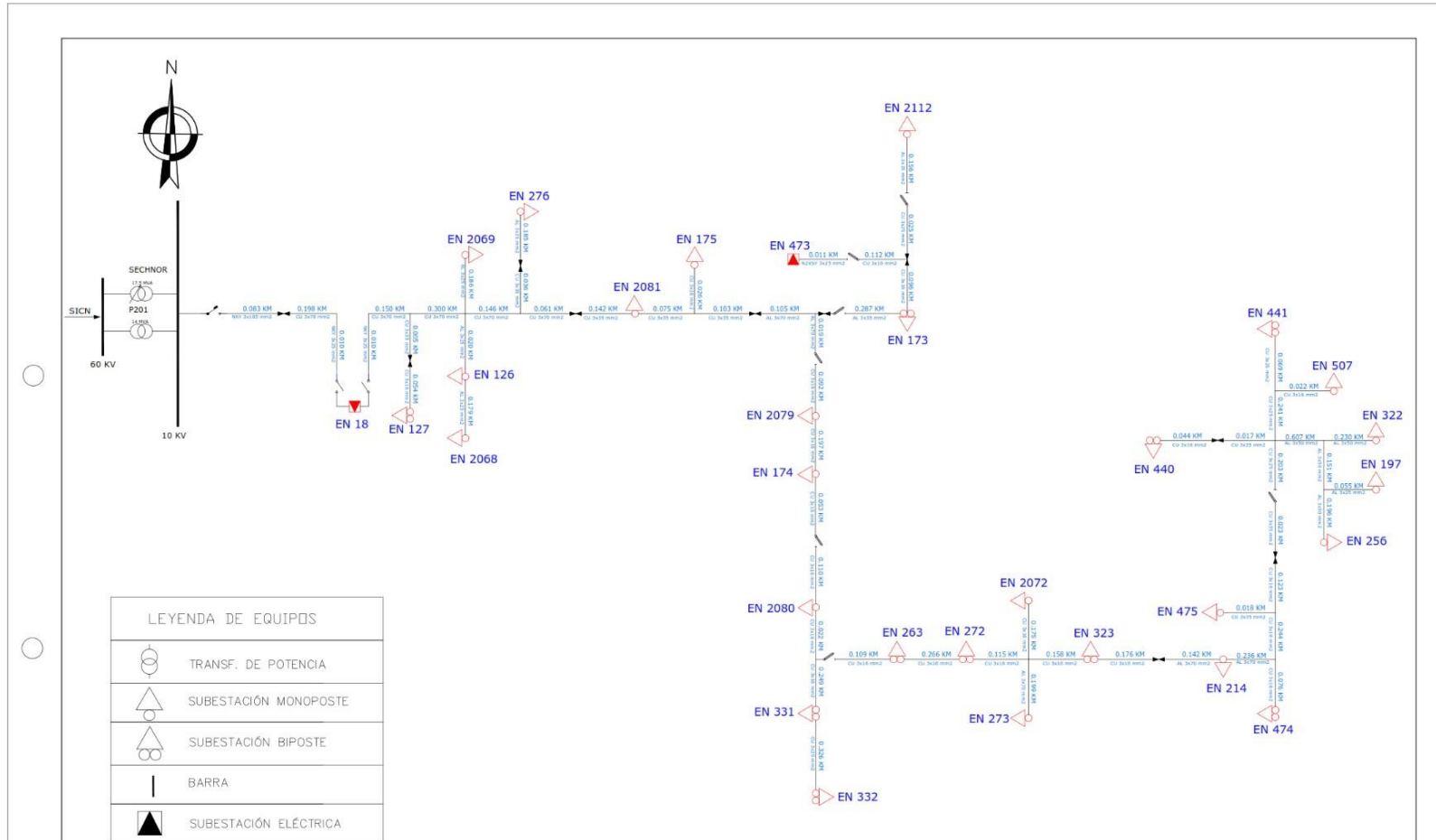
ANEXO 10: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-219



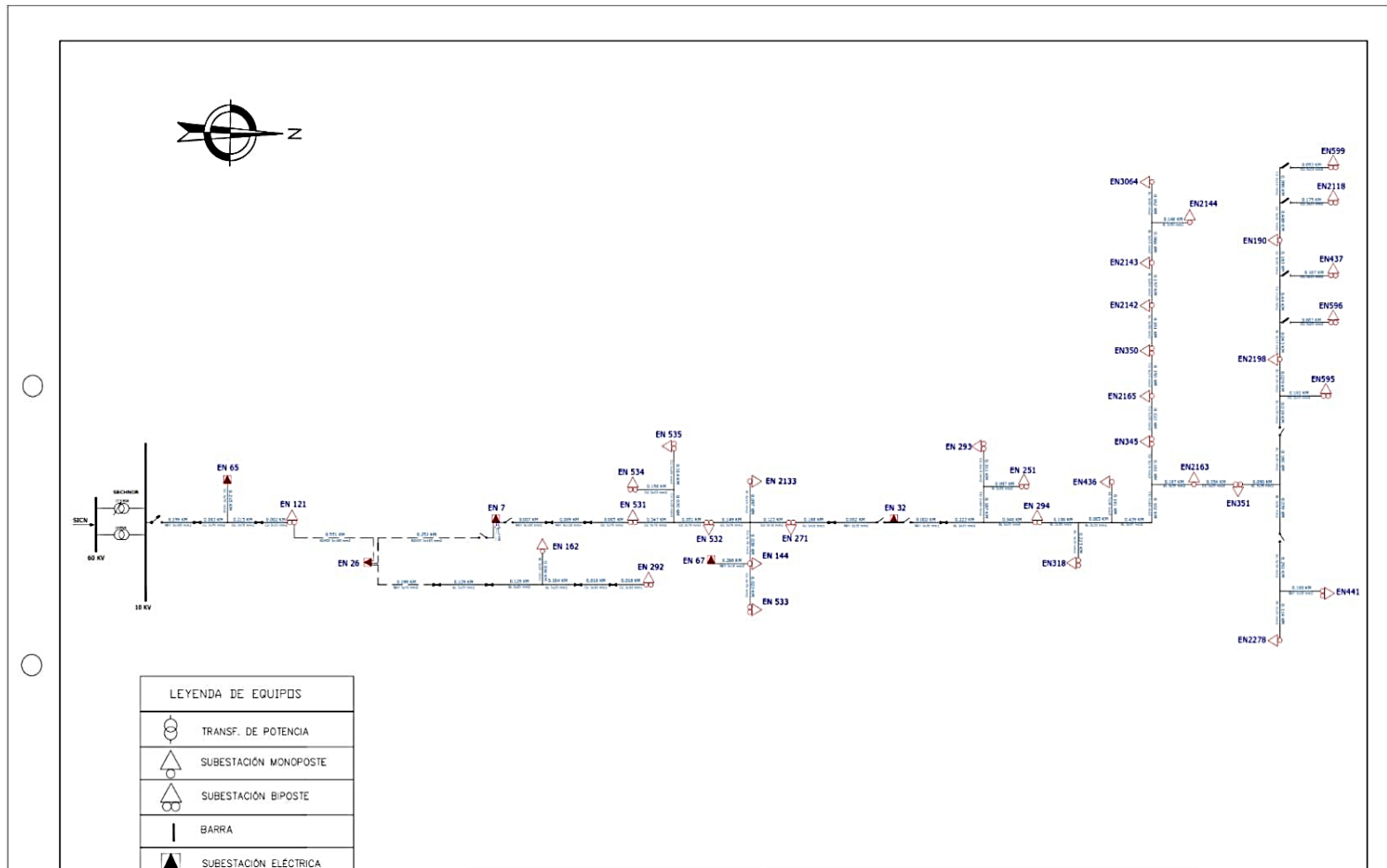
ANEXO 11: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-221



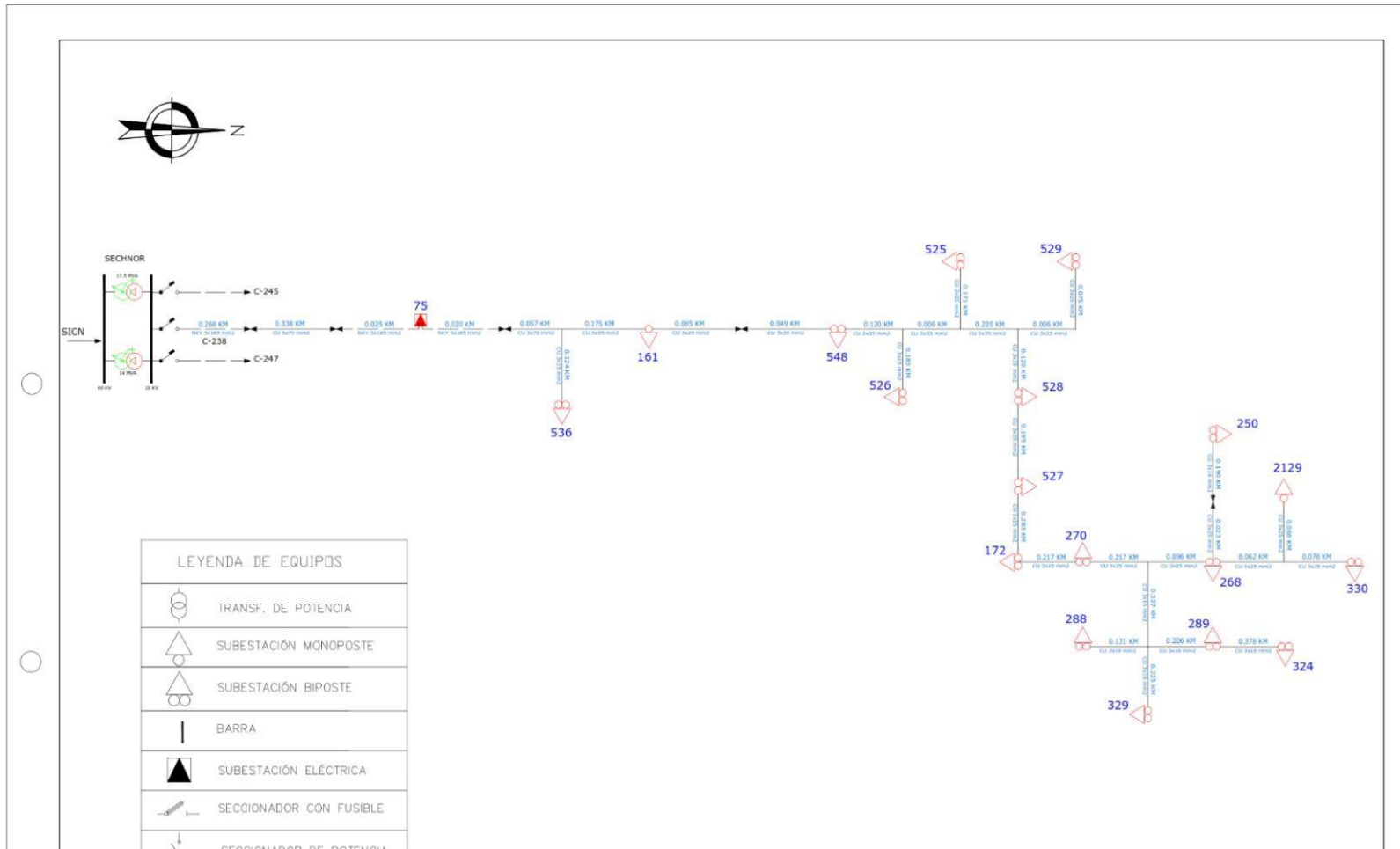
ANEXO 12: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-233



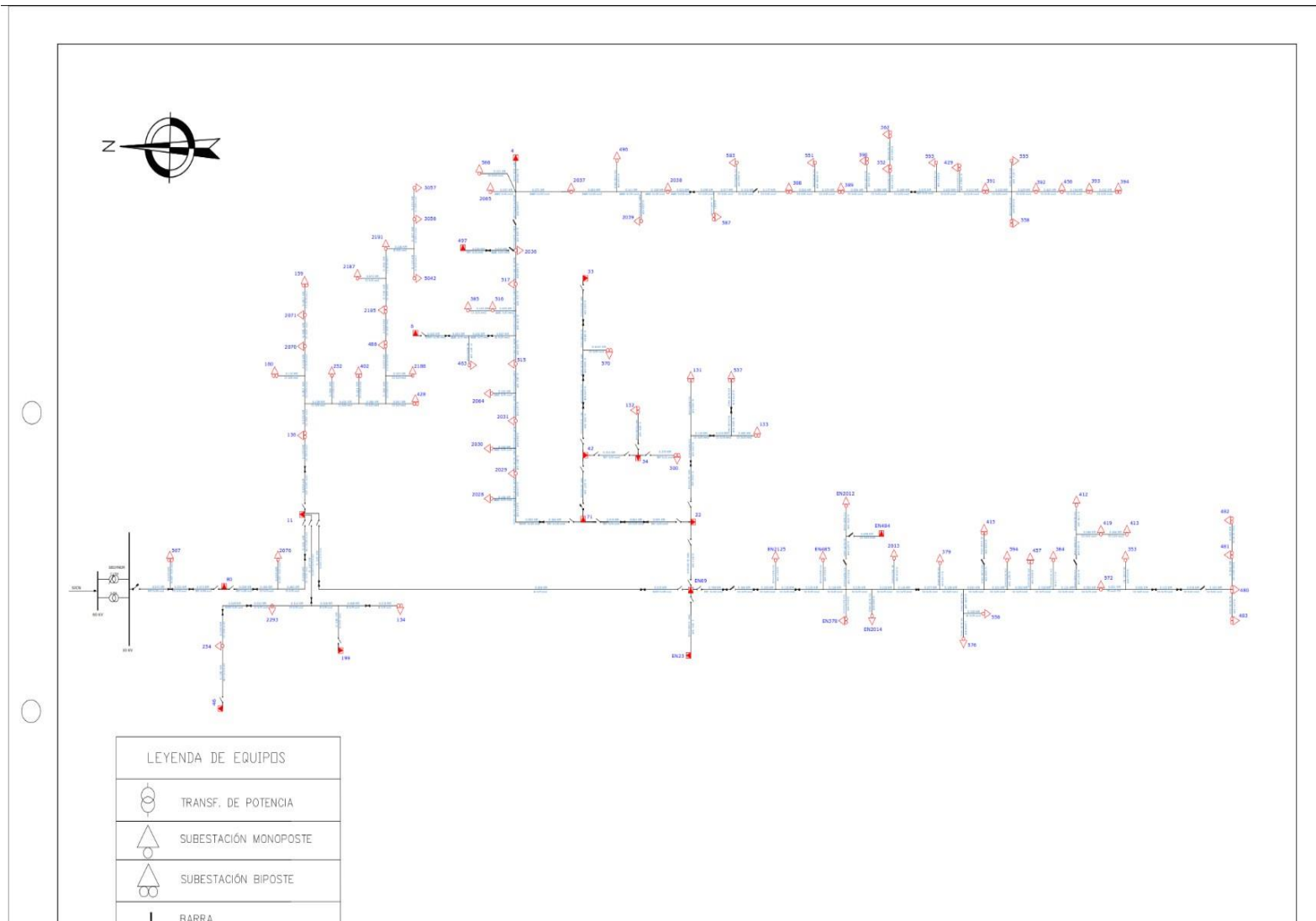
ANEXO 14: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-236



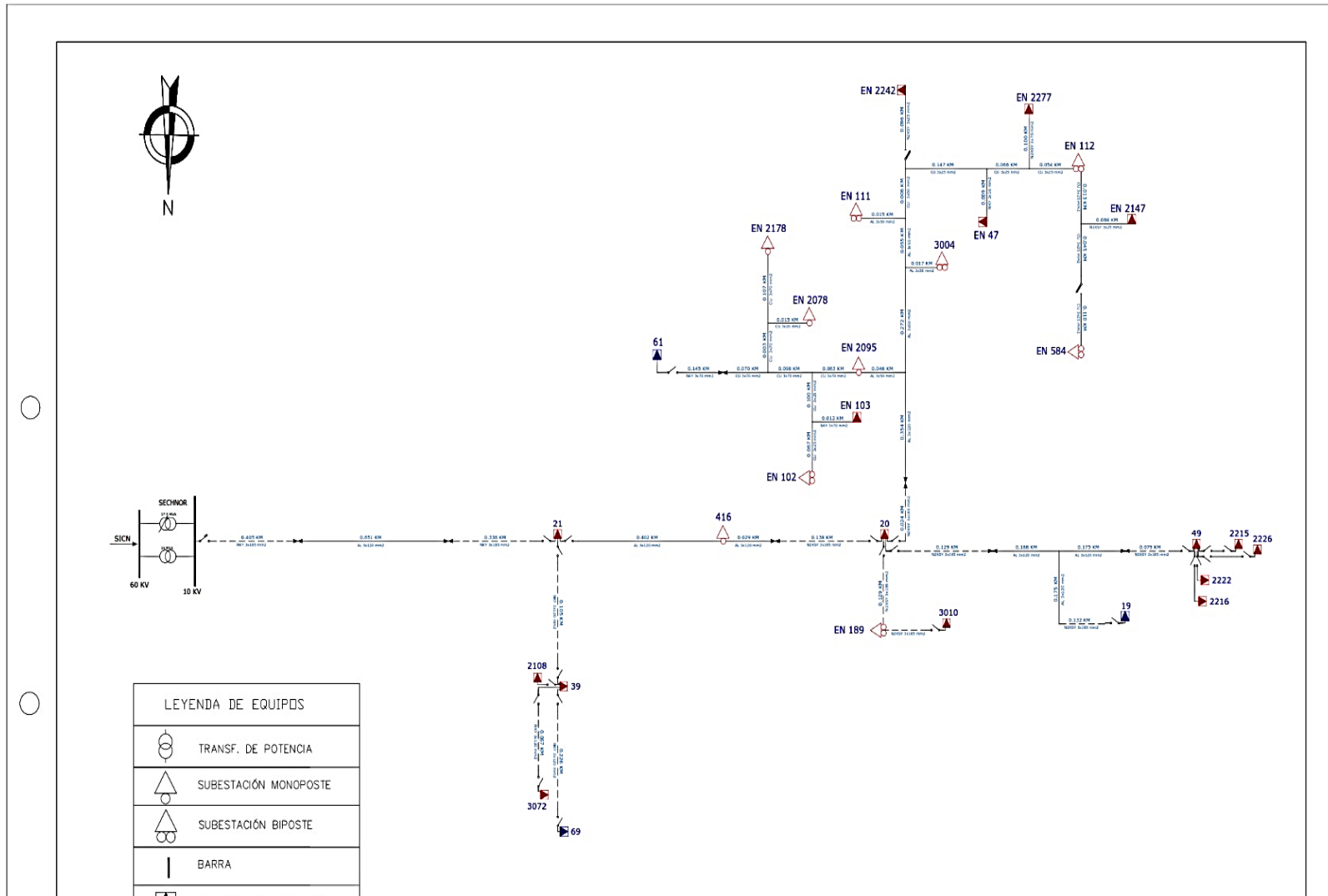
ANEXO 16: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-238



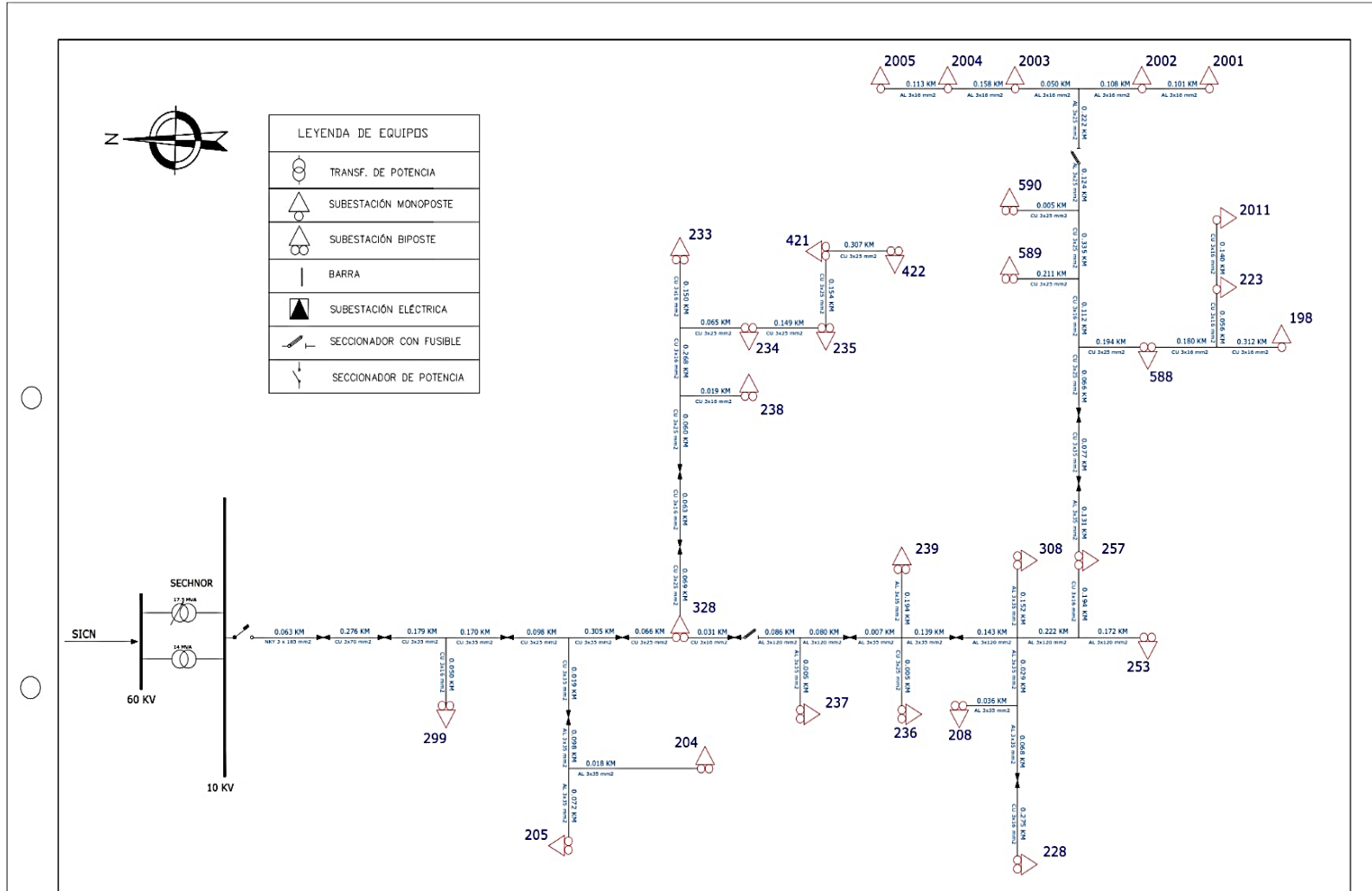
ANEXO 19: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-246



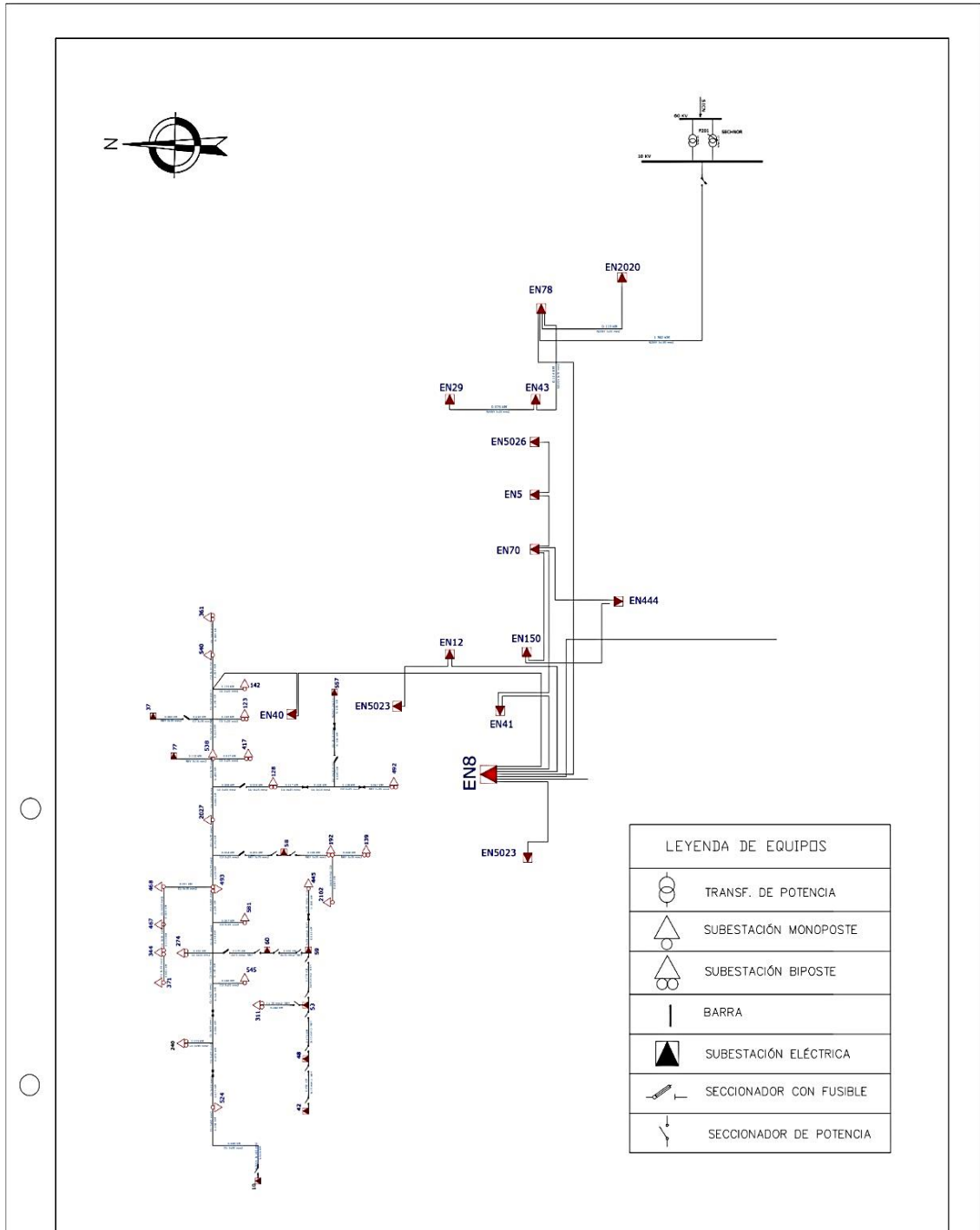
ANEXO 20: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-247



ANEXO 21: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-248



ANEXO 22: DIAGRAMA UNIFILAR ALIMENTADOR C-250



ANEXO 24: DATOS DE ALIMENTADORES

#	Alimentadores	Energía Activatotal (W-h)	Pérdida de Energía en la Línea (W-h)	Caída de Tensión Máxima (%)	Porcentaje de Pérdidas (%)	Longitud de red (Km)	Posibilidad de ser ampliado	Proyecciones a futuro	Ambiente	Fuente alternativa para generar energía	Antigüedad (años)	Densidad (MW/Km2)	Protecciones
1	C-211	1,302,494.75	7,728.61	1.81	0.59	11.21	baja	media	regular	SOLAR	14	0.25-1.5	antiguas
2	C-212	2,872,072.55	79,717.11	8.16	2.78	127.74	media	baja	desfavorable	SOLAR-EOLICO-BIOMASA	12	0.25-1.5	nuevas
3	C-214	1,139,745.40	6,395.70	1.87	0.56	20.74	media	media	desfavorable	SOLAR-EOLICO-BIOMASA	11	0.25-1.5	antiguas
4	C-215	1,158,099.19	4,286.90	1.78	0.37	7.76	baja	baja	regular	SOLAR	8	0.25-1.5	nuevas
5	C-216	2,579,935.66	34,888.60	6.03	1.35	59.71	media	alta	regular	SOLAR	9	0.25-1.5	antiguas
6	C-217	3,579,569.54	135,588.07	13.41	3.79	29.81	alta	alta	propicio	SOLAR	10	0.25-1.5	antiguas
7	C-218	1,207,430.65	17,585.91	3.86	1.46	9.64	media	alta	regular	SOLAR	5	0.25-1.5	nuevas
8	C-219	2,176,647.09	34,033.65	6.13	1.56	18.21	alta	alta	regular	SOLAR	9	1.5-2.5	antiguas
9	C-221	1,866,356.66	28,431.76	4.01	1.52	12.01	baja	alta	regular	SOLAR	9	1.5-2.5	nuevas
10	C-223	1,205,354.07	2,518.73	0.90	0.21	13.02	media	alta	regular	SOLAR	4	0.25-1.5	nuevas
11	C-224	1,501,090.72	4,476.74	1.41	0.30	56.79	media	alta	regular	SOLAR	3	0.25-1.5	nuevas
12	C-233	1,798,871.14	38,279.79	5.26	2.13	15.56	baja	baja	regular	SOLAR	8	2.5-4	nuevas
13	C-234	2,253,909.96	43,646.85	3.99	1.94	7.99	baja	alta	regular	SOLAR	8	2.5-4	antiguas
14	C-236	1,776,777.16	24,106.27	4.33	1.36	14.97	baja	media	regular	SOLAR-BIOMASA	10	4 a mas	nuevas
15	C-237	1,978,223.26	14,888.66	2.13	0.75	7.53	baja	media	regular	SOLAR	6	2.5-4	nuevas
16	C-238	1,270,532.52	16,607.54	3.15	1.31	6.05	baja	media	regular	SOLAR	5	1.5-2.5	antiguas
17	C-244	752,298.59	4,455.80	2.33	0.59	19.80	media	media	propicio	SOLAR-EOLICO	7	2.5-4	antiguas
18	C-245	1,950,435.95	29,107.63	3.39	1.49	7.50	baja	baja	propicio	SOLAR	9	2.5-4	nuevas

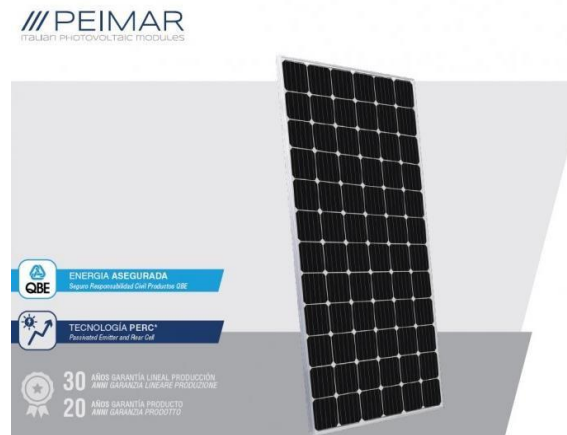
19	C-246	2,767,656.19	77,487.74	9.70	2.80	42.61	media	media	propicio	SOLAR-EOLICO	12	2.5-4	antiguas
20	C-247	1,585,070.36	12,268.84	1.99	0.77	4.48	baja	media	regular	SOLAR	8	1.5-2.5	antiguas
21	C-248	1,246,476.28	17,867.53	3.65	1.43	10.43	baja	baja	regular	SOLAR	9	2.5-4	nuevas
22	C-249	242,452.86	0.11	0.00	0.00	1.26	baja	media	regular	SOLAR	4	1.5-2.5	nuevas
23	C-250	3,145,917.80	39,163.71	3.65	1.24	13.41	baja	baja	regular	SOLAR	6	2.5-4	antiguas
24	C-251	1,276,938.62	3,210.01	0.52	0.25	4.39	baja	media	desfavorable	SOLAR	7	1.5-2.5	nuevas
25	N110	449,427.71	92.41	0.03	0.02	0.21	baja	media	regular	SOLAR	4	1.5-2.5	nuevas
26	N111	13,227.14	0.04	0.00	0.00	0.16	media	media	desfavorable	SOLAR	6	1.5-2.5	nuevas
27	O-110	6,523.85	0.00	0.00	0.00	0.06	baja	baja	regular	SOLAR	8	1.5-2.5	nuevas

ANEXO 25: TASA DE CRECIMIENTO

TASAS DE
CRECIMIENTO

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SISTEMA	NT	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2034
ÁREA 2	AT	107.9%	107.3%	107.2%	107.0%	104.3%	104.2%	104.0%	103.8%	103.7%	103.6%	103.4%	102.9%
Chiclayo	MT+BT	107.35%	106.92%	106.88%	106.72%	103.72%	103.61%	103.51%	103.42%	103.33%	103.25%	103.17%	102.75%
Chota, Chongoyape, Chota Rural y San Ignacio Rural	MT+BT	108.1%	107.5%	107.3%	107.0%	103.9%	103.7%	103.5%	103.4%	103.2%	103.1%	102.9%	102.3%
Chiclayo Baja Densidad	MT+BT	109.2%	108.5%	108.2%	107.8%	104.6%	104.3%	104.1%	103.9%	103.7%	103.5%	103.3%	102.6%
Cutervo y Querocoto	MT+BT	108.1%	107.5%	107.3%	107.0%	103.9%	103.7%	103.5%	103.4%	103.2%	103.1%	102.9%	102.3%
Bambamarca y SER Bambamarca	MT+BT	108.1%	107.5%	107.3%	107.0%	103.9%	103.7%	103.5%	103.4%	103.2%	103.1%	102.9%	

ANEXO 26: DATOS TÉCNICOS MÓDULOS SOLARES



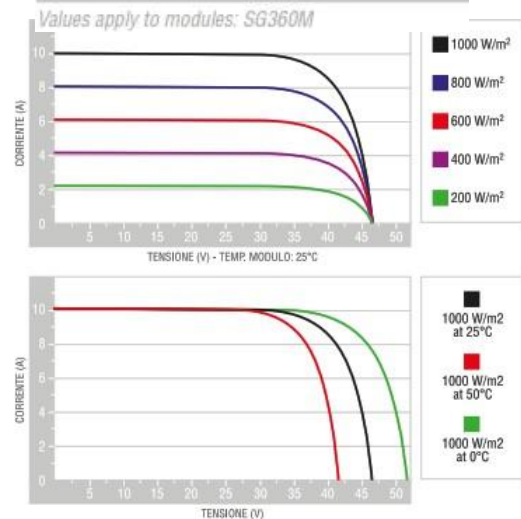
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (STC)*

	SG360M
Nominal Output (Pmax)	360 W
Flash Test Power Tolerance	0/+5 W
Voltage at Pmax (Vmp)	38 V
Current at Pmax (Imp)	9.48 A
Open Circuit Voltage (Voc)	46.6 V
Short Circuit Current (Isc)	10.09 A
Maximum System Voltage	1500 V
Maximum Series Fuse Rating	15 A
Module Efficiency	18.54%

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Solar Cells	72 (6x12) monocrystalline PERC
Solar Cells Size	156x156 mm / 6x6"
Front Cover	3.2 mm / 0.12" thick, low iron tempered glass
Back Cover	TPT (Tedlar-PET-Tedlar)
Encapsulant	EVA (Ethylene vinyl acetate)
Frame	Anodized aluminium alloy, double wall
Frame finishing	Silver
Backsheet finishing	White
Diodes	3 Bypass diodes serviceable
Junction Box	IP67 rated
Connector	MC4 or compatible connector
Cables Length	900 mm / 35.4"
Cables Section	4.0 mm ² / 0.006 in ²
Dimensions	1957x992x40 mm / 77x39x1.57"
Weight	22.5 Kg / 49.6 lbs
Max. Load	Certified to 5400 Pa

CURRENT/VOLTAGE CHARACTERISTICS



TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NOCT**	45±2 °C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.40 %/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.32 %/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.047 %/°C
Operating Temperature	-40 °C ~ +85°C

ANEXO 27: DATOS TÉCNICOS INVERSOR

Conext Core XC series

Device short name	XC 540	XC 630	XC 680
Electrical specifications			
Input (DC)			
Input voltage range, MPPT	440 - 800 V (at PF=1)	510 - 800 V (at PF=1)	550 - 800 V (at PF=1)
Static MPPT accuracy	>99.9%	>99.9%	>99.9%
	5% to 100% of nominal power	5% to 100% of nominal power	5% to 100% of nominal power
	Entire MPP (maximum power point) range; PV generator Fill Factor from 60-80%	Entire MPP (maximum power point) range; PV generator Fill Factor from 60-80%	Entire MPP (maximum power point) range; PV generator Fill Factor from 60-80%
Input voltage range, operating	440 - 885 V	510 - 885 V	550 - 885 V
Max. input voltage, open circuit	1000 V	1000 V	1000 V
Max. input current	1280 A	1280 A	1280 A
Max. input short circuit current	2000 A	2000 A	2000 A
Output (AC)			
Nominal output power	540 kVA	630 kVA	680 kVA
Real power	540 kW (at PF=1)	630 kW (at PF=1)	680 kW (at PF=1)
Reactive power range	+ / - 540 kVAr	+ / - 630 kVAr	+ / - 680 kVAr
Output voltage	300 V	350 V	380 V
Frequency	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
Nominal output current	1040 A	1040 A	1040 A
Power factor settable range (Ppf dispatch)	0.8 to 1.0 leading and lagging	0.8 to 1.0 leading and lagging	0.8 to 1.0 leading and lagging
Power factor range (PO dispatch)	0 to 1 leading and lagging	0 to 1 leading and lagging	0 to 1 leading and lagging
Harmonic distortion	< 3% at rated power	< 3% at rated power	< 3% at rated power
Efficiency (to IEC61683)			
Maximum (@ 50Hz)	98.5%	98.7%	98.9%
European (@ 50Hz)	98.3%	98.4%	98.6%
CEC (@ 60Hz)	98.5%	98.5%	98.7%
General specifications			
Power consumption, night time	< 100 W	< 100 W	< 100 W
IP degree of protection	IP20	IP20	IP20
Enclosure material	Steel	Steel	Steel
Seismic	IEEE-693-2005 High performance level*, ICC-ES AC156-2012**		
Product weight	1590.0 kg (3505.0 lb)	1590.0 kg (3505.0 lb)	1590.0 kg (3505.0 lb)
Product dimensions (H x W x D)	208.5 x 240.0 x 66.0 cm (82.0 x 94.5 x 26.0 in)	208.5 x 240.0 x 66.0 cm (82.0 x 94.5 x 26.0 in)	208.5 x 240.0 x 66.0 cm (82.0 x 94.5 x 26.0 in)
Ambient air temperature for operation	-10°C to 45°C (14°F to 113°F) full power. Power derating to 50°C		
Operating altitude	1000 m, derating for higher altitudes		
Relative humidity	0 to 95% non-condensing		
Features and options			
Type of cooling	Temperature-dependent forced convection cooling		
Display type	LCD multifunction removable display standard		
Communication interface	RS485/Modbus standard		
AC/DC disconnect	Load break rated DC disconnect and AC circuit breaker standard		
Ground fault detection/interruption	Optional isolation monitoring relay or GFDI with circuit breaker		
Sub-array combiner	Optional external combiners with various quantities and trip ratings		
Regulatory approvals			
Conext Core XC Series are CE marked for the EMC Directive (EN61000-6-2 and EN61000-6-4) and Low Voltage Directive (EN50178)			
Conext Core XC Series complies			
French order of April 23, 2008, IEC 61727, PO 12.3 (Spain), US-MV (FERC 661/661A, FRCC, WECC, NERC PRC-024-1), BDEW (Germany), RD1663/200 (Spain), RD661/2007 (Spain), CEI-016 (Italy), ANRE Order 30/2013 (Romania), PEA (Thailand)			



ANEXO 28: DATOS TÉCNICOS CUADRO I

Array Box

Device short name	AB08-160	AB16-160	AB16-300	AB24-300
Electrical specifications				
DC inputs				
Number of inputs	8	16	16	24
Max. voltage in open circuit	1000 Vdc	1000 Vdc	1000 Vdc	1000 Vdc
Max. input current in short circuit	25 A	25 A	25 A	25 A
Max. input current in short circuit at STC	20 A	20 A	20 A	20 A
DC output				
Max. output current in short circuit at ambient temperature $\leq 40^{\circ}\text{C}$	200 A	200 A	375 A	375 A
at ambient temperature $\leq 45^{\circ}\text{C}$	180 A	200 A	350 A	350 A
at ambient temperature $\leq 50^{\circ}\text{C}$	160 A	200 A	315 A	315 A
Max. output current in short circuit at STC at ambient temperature $\leq 40^{\circ}\text{C}$	160 A	160 A	300 A	300 A
at ambient temperature $\leq 45^{\circ}\text{C}$	145 A	160 A	280 A	260 A
at ambient temperature $\leq 50^{\circ}\text{C}$	125 A	160 A	250 A	250 A
AC supply*				
Voltage at 50/60 Hz	230 V + 10 / -15%	230 V + 10 / -15%	230 V + 10 / -15%	230 V + 10 / -15%
Environmental specifications (in operation)				
Ambient temperature	-25°C to +50°C, above*	-25°C to +50°C, above*	-25°C to +50°C, above*	-25°C to +50°C, above*
Relative humidity	0 to 100% condensing	0 to 100% condensing	0 to 100% condensing	0 to 100% condensing
Altitude	0 to 2000 m without derating	0 to 2000 m without derating	0 to 2000 m without derating	0 to 2000 m without derating
Mechanical specifications				
Enclosure				
Type	Outdoor use, full insulating cabinet (polyester reinforced with fiberglass)			
Fire withstand	Self-extinguishing (does not propagate fire during the glow-wire test at 960 °C), halogen-free			
Color	RAL 7032, grey	RAL 7032, grey	RAL 7032, grey	RAL 7032, grey
Product				
Dimensions (H x W x D)	84.7 x 63.6 x 30.0 cm (33.3 x 25.0 x 11.8 in)	105.6 x 85.2 x 35.0 cm (41.6 x 33.5 x 13.8 in)	105.6 x 85.2 x 35.0 cm (41.6 x 33.5 x 13.8 in)	105.6 x 85.2 x 35.0 cm (41.6 x 33.5 x 13.8 in)
Weight (protect / monitored / controlled)	33.0 / 37.0 / 40.0 kg (72.8 / 81.6 / 88.1 lb)	58.0 / 62.0 / 65.0 kg (127.9 / 136.7 / 143.3 lb)	63.0 / 67.0 / 71.0 kg (138.9 / 147.7 / 156.5 lb)	67.0 / 71.0 / 75.0 kg (147.7 / 156.5 / 165.3 lb)
Mounting	Floor-standing on support, wall-fixing or attached with lugs (must be installed protected from direct sunshine)			
Degrees of protection	IP54 (IP55 with optional covers), IK10			
Features				
Protection				
DC inputs overcurrent protection	Protection on both polarities, gPV fuses, size 10 x 38 (fuses not provided with product)			
DC overvoltage protection	Surge arrester, 1000 Vdc, type 2, I _{max} 40 KA			
AC supply overvoltage protection*	Surge arrester, 230 Vac, type 2, I _{max} 40 KA			
Electric shock protection	Class II equipment			
Monitoring and control*				
DC input currents*	0 to 30 A, accuracy +/- 0.5% full scale (one measurement per input)			
DC voltage*	0 to 1000 V, accuracy +/- 0.5%			
Internal temperature**	-30 to +120°C, accuracy +/- 1°C			
Temperature sensor input***	-30 to +120°C, accuracy +/- 1°C, for external PT1000 2 wires temperature sensor			
2 x irradiance sensor inputs***	0 to 1600 W/m ² , accuracy +/- 0.5% full scale, for external 4-20 mA irradiance sensor			
Communication**	Profibus DP / RS485 and Modbus RTU / RS485 link			
Switch disconnector remote control****	Motor pack and MX shunt release			
Compliance				
LV switchgear	IEC / EN 61439-1 and 61439-2			
CE marking	According LV directive 2006 / 95 / CE and EMC directive 2004 / 108 / CE			
Available models				
Protect: protection only	PVSAB31101	PVSAB31201	PVSAB31301	PVSAB31401
Monitored: protection and monitoring	PVSAB31111	PVSAB31211	PVSAB31311	PVSAB31411
Controlled: Protection, monitoring and switch control	PVSAB31121	PVSAB31221	PVSAB31321	PVSAB31421
Optional weather module*	PVSAB31021	PVSAB31021	PVSAB31021	PVSAB31021



ANEXO 29: DATOS TÉCNICOS CUADRO II

DC Box // PV array combiner box.

solar.schneider-electric.com | 2

Device short name	DC06B Protect	DC06B Monitored	DC10B Protect	DC10B Monitored
Electrical specifications				
Input (DC)				
Number of inputs	6	6	10	10
Max. voltage in open circuit	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
Max. input current in short circuit	375 A	375 A	200 A	200 A
Max. input current in short circuit @ STC	300 A	300 A	160 A	160 A
Output (DC)				
Max. output current in short circuit	2000 A	2000 A	2000 A	2000 A
Max. output current in short circuit @ SCT	1600 A	1600 A	1600 A	1600 A
Max. output current in operation	1280 A	1280 A	1280 A	1280 A
Max. thermal dissipation in operation @ 1280A ¹	250 W	300 W	250 W	300 W
AC supply				
Voltage at 50/60 Hz	-	230 V + 10/-15%	-	230 V + 10/-15%
Internal consumption	-	60 VA	-	60 VA
Additional consumption for heater	-	170 VA	-	170 VA
Environmental specifications (in operation)				
Ambient air temperature for operation	-10°C to 55°C (23°F to 131°F)	-10°C to 55°C (23°F to 131°F)	-10°C to 55°C (23°F to 131°F)	-10°C to 55°C (23°F to 131°F)
Operating altitude	0 to 2000 m without derating	0 to 2000 m without derating	0 to 2000 m without derating	0 to 2000 m without derating
Relative humidity	0 to 100%, condensing	0 to 100%, condensing, control of humidity by using an internal controlled heater	0 to 100%, condensing	0 to 100%, condensing, control of humidity by using an internal controlled heater
General specifications				
Enclosure				
Enclosure material	Indoor use, metallic cabinet with two doors			
Color	RAL 7035, grey			
Product				
Product weight	180.0 kg (396.8 lb)	190.0 kg (418.9 lb)	200.0 kg (440.9 lb)	210.0 kg (463.0 lb)
Product dimensions (H x W x D)	206.5 x 80.0 x 60.0 cm (81.3 x 31.5 x 23.6 in)			
Device mounting	Floor-standing			
Degrees of protection	IP20, IK10			
Features				
Protection				
DC input overcurrent protection ²	Protection on both polarities, gPV fuses			
Range of fuses (for other ratings, contact Schneider Electric)	315 A, 355 A, 400 A	315 A, 355 A, 400 A	160 A, 200 A, 250 A	160 A, 200 A, 250 A
Electric shock protection	Class I equipment			
Monitoring				
DC input currents (one measurement per input)	-	0 to 400 A, accuracy +/- 2% full scale	-	0 to 200 A, accuracy +/- 2% full scale
Communication interface	-	RS485 / Modbus RTU	-	RS485 / Modbus RTU
Relative humidity control by heater	-	Local setting range 20-80%	-	Local setting range 20-80%
Regulatory approvals				
Electrical safety	CE marked for the Low Voltage Directive 2006-95-EC			
EMC	CE marked for the EMC directive 2004-108-EC			
LV switchgear assemblies	IEC/EN 61439-1, IEC/EN 61439-2			
Available models				
Part number	PVSDC31101	PVSDC31111	PVSDC31201	PVSDC31211



ANEXO 30: MINERA PV TRANSFORMADORES PARA SISTEMAS FV

Minera PV transformers are the ideal solution for photovoltaic systems. The technology used along with the appropriate sizing of the core, the framework and the high quality materials used result to the most suitable product in terms of quality, reliability, efficiency and cost effectiveness.

Three-Winding Transformer features:

- Galvanic isolation between the solar inverter and the feeding network
- Voltage step-up from the inverter output to the MV feeding network
- Wound magnetic core for :
 - standard or low losses
 - minimum sound levels and low inrush current
- High mechanical strength LV windings comprise of two windings made of aluminium or copper both connected in wye (Y) with or without neutral point (i.e. Dy11y11 or Dyn11yn11)
- Natural or air-forced cooling system
- Robust and oil tight mechanical construction with customized overall dimensions
- Insulating liquid may be mineral or vegetable oil
- High quality surface protection
- Protection and monitoring with devices that offer oil level indication, gas detection, pressure and temperature control.

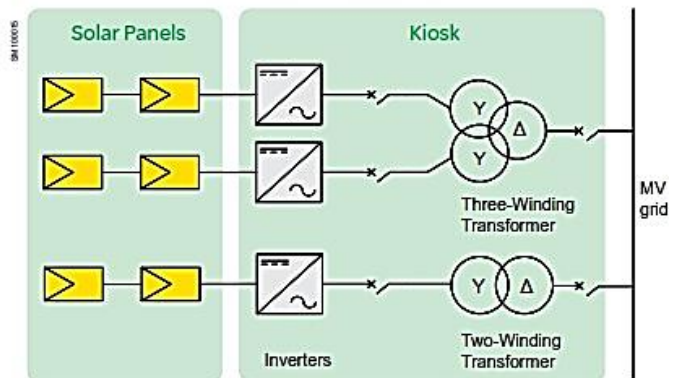


Transformer in PV box

Minera PV Transformers for photovoltaic systems

- Three-Winding
- Oil-immersed
- Voltages up to 36 kV
- Three phase 500, 1000, 1250 kVA *
- Standard or low losses
- Indoor or outdoor
- Sealed or conservator type

* other power ratings available upon customer's request



ANEXO 31: SOPORTE DE PANELES FOTOVOLTAICOS



- Fijación de la Estructura: Elevada 3 metros sobre el suelo. Fila doble
- Material de la Estructura: Aluminio
- Compatibilidad de los Paneles Solares: Para paneles de cualquier tamaño. Adjuntar las medidas del módulo solar en el pedido para procesarlo.
- Garantía de la Estructura: 10 años de garantía

La estructura elevada tipo ELV915 es indicada para ser utilizada sobre el propio suelo o cualquier cubierta plana. Le proporcionaremos a los paneles una inclinación de 20° respecto al suelo horizontal para tener una inclinación óptima. Hay que tener en cuenta que la orientación de la inclinación debe ser hacia el norte, por encontrarnos en el hemisferio sur. La Estructura Elevada ELV 2x7 Paneles 20° 3M está diseñada para poder soportar cargas de nieve de hasta 200N/m², y una carga de viento de 29 m/s. Para que La Estructura Elevada ELV 2x7 Paneles 20° 3M pueda soportar dichas cargas, es necesario que previamente se compruebe la fijación de la superficie sobre la que se ancla la estructura, y se compruebe que la misma es capaz de aguantar dichas cargas. No se debe instalar sobre un suelo arcilloso o inestable ya que la tensión provocada por el viento al pasar por debajo de los paneles puede provocar que el anclaje se salga por la fuerza vertical que provoca. Se aconseja que las patas se anclen a una superficie de hormigón o concreto para poder realizar una fijación fiable.

ANEXO 32: CABLE INDECO- N2XY

N2XY

Usos

Aplicación general como cable de energía. En redes eléctricas de distribución de baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra. En instalaciones fijas, en ambientes interiores y exteriores (en bandejas, canaletas, engrapadas, etc.). Se puede instalar en ductos

Descripción

Uno, dos, tres o cuatro conductores de cobre electrolítico recocido, sólido, cableado (comprimido, compactado o sectorial) o flexible. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), relleno de PVC y cubierta externa de PVC.

Características

Buenas propiedades eléctricas y mecánicas. El aislamiento de polietileno reticulado permite mayor capacidad de corriente en cualquier condición de operación, mínimas pérdidas dieléctricas, alta resistencia de aislamiento. La cubierta exterior de PVC le otorga una adecuada resistencia a los ácidos, grasas, aceites y a la abrasión. Facilita empalmes, derivaciones y terminaciones. Retardante a la llama.

Marca

INDECO S.A. N2XY 0.6/1 kV <Sección> <Año> <Metrado Secuencial>

Calibre

6 mm² - 500 mm²

Embalaje

En carretes de madera, en longitudes requeridas.

Colores

Aislamiento 1: Blanco, Negro, Rojo y Amarillo.
Cubierta exterior: Negro.



Normas de Fabricación
NTP-IEC 60502-1
Tensión de servicio
0.6/1 kV
Temperatura de operación
90° C

TABLA DE DATOS TECNICOS N2XY UNIPOLAR

CALIBRE	Nº HILOS	ESPEORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
Nº x mm ²		mm	mm	mm		A	A	A
1 x 10	7	0.7	1.4	7.9	144	115	90	95
1 x 16	7	0.7	1.4	9.0	204	155	125	125
1 x 25	7	0.9	1.4	10.6	309	200	160	160
1 x 35	7	0.9	1.4	11.7	406	240	200	195
1 x 50	19	1	1.4	13.1	529	280	240	230
1 x 70	19	1.1	1.4	14.9	738	345	305	275
1 x 95	19	1.1	1.5	16.9	1003	415	375	330
1 x 120	37	1.2	1.5	18.6	1246	470	435	380
1 x 150	37	1.4	1.6	20.7	1533	520	510	410
1 x 185	37	1.6	1.7	23.1	1919	590	575	450
1 x 240	37	1.7	1.8	25.9	2492	690	690	525
1 x 400	61	2	2	31.9	3143	895	955	680
1 x 500	61	2.2	2.1	35.5	5003	1010	1100	700

ANEXO 33: CABLE INDECO- NA2XSA2Y-S

NA2XSA2Y-S 6/10 kV; Resist. UV

Contacto

Ventas Local
ventas_peru@nexans.com
exportaciones_peru@nexans.com

Distribución aérea de energía en media tensión.

DESCRIPCIÓN

Aplicación

Distribución aérea de energía en media tensión. Alimentadores de transformadores, centrales eléctricas, instalaciones industriales y de maniobra, en lugares en los cuales no se pueda ejecutar el tendido de redes subterráneas, instalaciones mineras, zonas urbanas arboladas o con poco espacio.

Construcción

1. Conductor: Aluminio compactado 1350, clase 2.
2. Semi-conductor interno: Compuesto extruido.
3. Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE-TR (Tree retardant).
4. Semi-conductor externo: Compuesto extruido pelable.

Estos tres últimos componentes extruidos en CV (vulcanización continua) de triple extrusión.

5. Pantalla individual: Cintas de aluminio.
6. Cubierta externa individual: Polietileno lineal de baja densidad LLDPE-UV.
7. Cable mensajero: Cable de acero galvanizado con cubierta LLDPE-UV.

Principales características

Excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor. Resistencia a la abrasión, humedad y a los rayos solares. Buena resistencia a la tracción. La cubierta exterior tiene las siguientes características: baja emisión de humos densos y libre de halógenos. No propaga la llama.

Sección:

Desde 25 mm² hasta 120 mm².

Marcación:

INDECO S.A. NA2XSA2Y-S 6/10 kV - Nro. fases x 1 x Sección - Año - Metrado secuencial.

Embalaje:

En carretes de madera no retornables.

Color:



NORMA

Internacional IEC 60228;
IEC 60332-1-2; IEC 60502-2;
IEC 60684-2; IEC 60754-1;
IEC 60754-2; IEC 61034-2

Nacional ICEA S-93-639; NTP-
IEC 60228; NTP-IEC 60502-2;
UL 2556

DATOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS

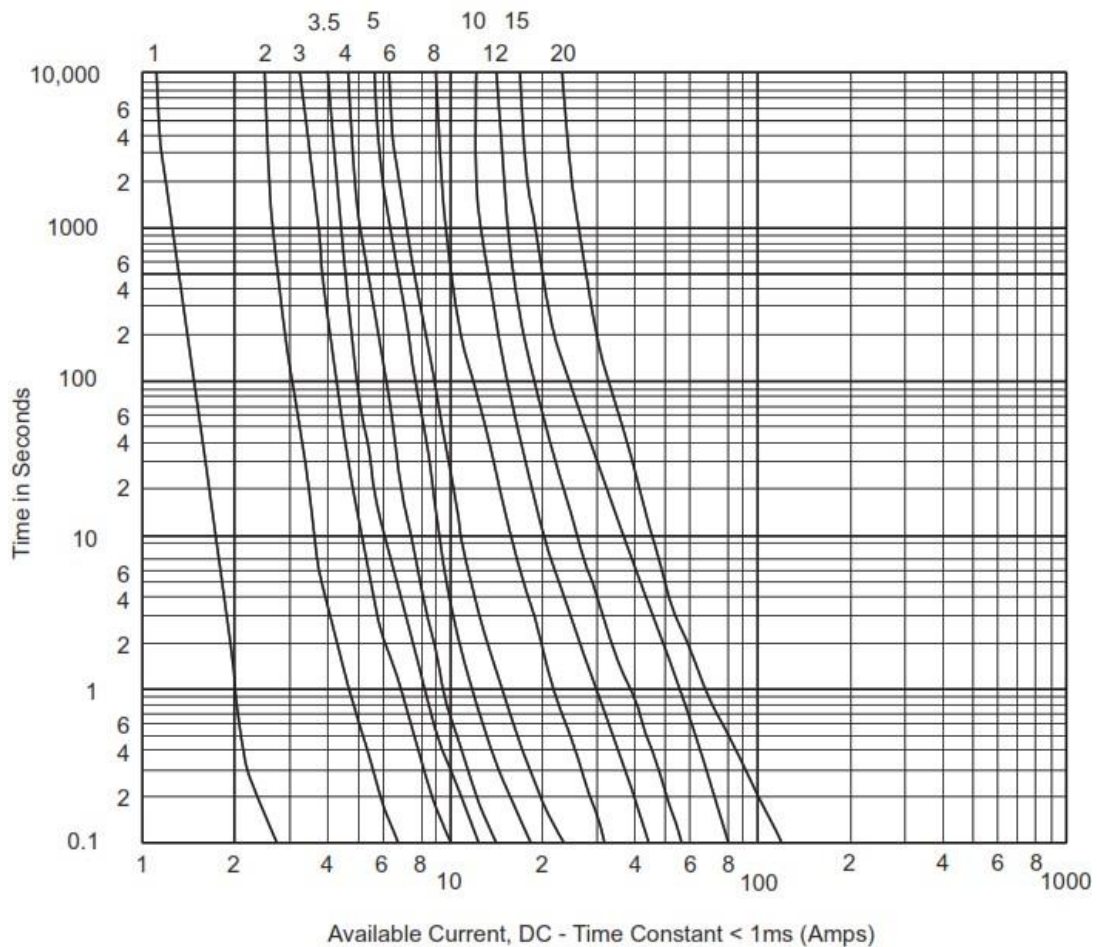
Nro.Fases	Sección [mm ²]	Diam. Cab. Mensajero [mm]	Carga de rotura mínima [kN]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]	Resist. Conduct. CA 90° C - form. triang. [Ohm/km]	React. Induct. 60 Hz - formac. triang. [Ohm/km]	Ampac. aire 30°C - formac. triang. [A]
3	25	7,9	49,82	1,2	1,5386	0,1532	127
3	35	7,9	49,82	0,868	1,113	0,1463	154
3	50	7,9	49,82	0,641	0,8221	0,1388	184
3	120	7,9	49,82	0,253	0,3252	0,1206	324

ANEXO 34: FUSIBLE FOTOVOLTAICO 1000 Vd,1-20A

Specifications:

Catalog numbers / configurations					Current rating (amps)	Voltage rating (Vdc)	Energy integrals I ² t (A ² s)		Watts loss (W)	
Cylindrical ferrule	Bolt fixing	PCB fixing		In-line with crimp terminal			Pre-arcing	Total @ 1000 V	0.8I _n	I _n
PV-1A10F	PV-1A10-T	PV-1A10-1P	PV-1A10-2P	PV-1A10F-CT	1	1000	0.15	0.4	0.8	1.5
PV-2A10F	PV-2A10-T	PV-2A10-1P	PV-2A10-2P	PV-2A10F-CT	2	1000	1.2	3.4	0.6	1.0
PV-3A10F	PV-3A10-T	PV-3A10-1P	PV-3A10-2P	PV-3A10F-CT	3	1000	4	11	0.8	1.3
PV-3-5A10F	PV-3-5A10-T	PV-3-5A10-1P	PV-3-5A10-2P	PV-3-5A10F-CT	3.5	1000	6.6	18	0.9	1.4
PV-4A10F	PV-4A10-T	PV-4A10-1P	PV-4A10-2P	PV-4A10F-CT	4	1000	9.5	26	1.0	1.5
PV-5A10F	PV-5A10-T	PV-5A10-1P	PV-5A10-2P	PV-5A10F-CT	5	1000	19	50	1.0	1.6
PV-6A10F	PV-6A10-T	PV-6A10-1P	PV-6A10-2P	PV-6A10F-CT	6	1000	30	90	1.1	1.8
PV-8A10F	PV-8A10-T	PV-8A10-1P	PV-8A10-2P	PV-8A10F-CT	8	1000	3	32	1.2	2.1
PV-10A10F	PV-10A10-T	PV-10A10-1P	PV-10A10-2P	PV-10A10F-CT	10	1000	7	70	1.2	2.3
PV-12A10F	PV-12A10-T	PV-12A10-1P	PV-12A10-2P	PV-12A10F-CT	12	1000	12	120	1.5	2.7
PV-15A10F	PV-15A10-T	PV-15A10-1P	PV-15A10-2P	PV-15A10F-CT	15	1000	22	220	1.7	2.9
PV-20A10F	PV-20A10-T	PV-20A10-1P	PV-20A10-2P	PV-20A10F-CT	20	1000	34	350	2.1	3.6

Time-current characteristics



ANEXO 35: PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES PSM40PV

PSM 40 PV

PSM 40 PV es la gama de dispositivos Tipo 2/Clase II para proteger contra sobretensiones transitorias inducidas (8/20 μ s) para instalaciones fotovoltaicas, según normas EN 50539-11 e IEC 61643-31. Producto certificado UL 1449 4th Ed.

Cirprotec utiliza el sistema de desconexión dinámica térmica optimizado para tensiones en DC con alto poder de corte. De esta forma no se requiere instalar un fusible previo de back up para interrumpir las corrientes de cortocircuito típicas de cualquier instalación fotovoltaica.

Estos dispositivos de protección contra sobretensiones son adecuados para todas las aplicaciones fotovoltaicas: plantas y huertas solares, cubiertas y autoconsumo (off-grid).

ESPECIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

- Corriente máxima de descarga (8/20 μ s): 40 kA
- Corriente nominal de descarga (8/20 μ s): 20 kA
- Ucpv: 65, 80, 660, 1060 Vdc y 1500 Vdc
- Iscpv: 10 kA (EN 50539-11), sin necesidad de fusible previo
- SCCR: 50 kA, 100 kA (UL 1449 4th Ed)
- Formato desenchufable carril DIN
- Indicación remota y visual del estado de vida del protector
- Chasis reversible para permitir la entrada de cables desde arriba o abajo
- Cartuchos codificados mecánicamente para evitar errores de sustitución



Vea el video en www.youtube.com/cptcirprotec



REFERENCIAS

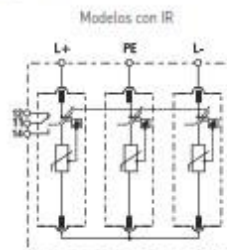
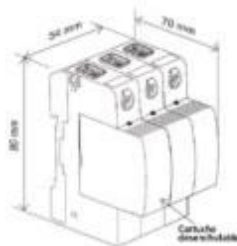
CÓDIGO	REFERENCIA	Configuración								Cartucho
		RED	Esquema eléctrico	Ucpv [Vdc]	Iscpv [kA]	Imax (8/20) [kA]	In (8/20) [kA]	Up@In (8/20) [kV]	IR	L
77707850	PSM3-40/600 PV	"Y" PV	A	660	10	40	20	≤2,6		C40
77707851	PSM3-40/600 PV IR	"Y" PV	A	660	10	40	20	≤2,6	✓	C40
77707852	PSM3-40/1000 PV	"Y" PV	A	1060	10	40	20	≤4		C41
77707853	PSM3-40/1000 PV IR	"Y" PV	A	1060	10	40	20	≤4	✓	C41
77707840	PSM3-40/1500 PV	"Y" PV	A	1500	10	40	15	≤5		C42
77707841	PSM3-40/1500 PV IR	"Y" PV	A	1500	10	40	15	≤5	✓	C42

Observación: ver también la página 27 «2 polos» para aplicaciones de CC de autoconsumo «off-grid» (muy baja tensión). Consultenos para otras tensiones.

DIMENSIONES ESQUEMA ELÉCTRICO

3 módulos

A Y PV



ANEXO 36: INTERRUPTOR SERIE NSX DC PV SCHNEIDER ELECTRIC

Compact NSX DC PV circuit breaker			NSX80 TM DC PV	NSX125 TM DC PV	NSX160 TM DC PV	NSX200 TM DC PV	NSX250 TM DC PV
Number of poles			4	4	4	4	4
Electrical characteristics as per IEC 60947-2 and EN 60947-2							
Rated current (A) (free air + no venting)	In	40 °C heatsink standard-IP4X	80	125	160	200	250
Altitude	m	2000	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Rated insulation voltage (V)	Ui		1000	1000	1000	1000	1000
Rated impulse withstand voltage (kV)	Uimp		8	8	8	8	8
Rated operational voltage (V)	Ue	DC	1000	1000	1000	1000	1000
Type of circuit breaker							
Ultimate breaking capacity (L/R 2 ms)	Icu (kA rms)	DC	1000 V (4P series)	10 ⁽¹⁾	10 ⁽¹⁾	10 ⁽¹⁾	10 ⁽¹⁾
Service breaking capacity	Ics	% Icu		50 %	50 %	50 %	100 %
Suitability for isolation				⊙	⊙	⊙	⊙
Selectivity category (Utilisation category)				A	A	A	A
Pollution degree				3	3	3	3
Durability							
Endurance (C-O cycles)	mechanical			10000	10000	10000	10000
	electrical (In)	1000 V		1500	1500	1000	1000
Protection							
Overload/short-circuit protection thermal magnetic			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Installation and connections							
Control	manual	toggle	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
		motor mechanism	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Connections	fixed	front connection	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
		long rear connection	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	plug-in (on base)	front connection	-	-	-	-	-
		rear connection	-	-	-	-	-
	withdrawable (on chassis)	front connection	-	-	-	-	-
		rear connection	-	-	-	-	-
Additional measurement, indication and control auxiliaries							
Indication contacts	OF	auxiliary contact	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	SD, SDE	trip, fault-trip	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Voltage releases	MX, MN	shunt trip/undervoltage release	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙

ANEXO 37: FUSIBLE gPV NH 1000V



PHOTOVOLTAIC

FUSE-LINKS & FUSE HOLDERS FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

NH | **gPV**
NH 1000V DC
 fuse links

NH gPV fuse-links for photovoltaic installations from DF Electric have been developed to offer a safety protection solution in sub-array, array or inverter DC input of photovoltaic installations.

They provide protection against overloads as well as short-circuits (gPV class according to IEC 60269 and UL248-19 Standards, with a minimum fusing current of 1,35 In. Made with ceramic body with high withstand to internal pressure and thermal shock. Contacts are made in silver plated copper or brass and melting elements are made in pure silver in order to avoid the aging and thus keep unalterable the electric characteristics.

For these fuse-links we recommend the utilization of 1000 VDC NH ST fuse bases.

NH1
U 1000V DC
BREAKING CAPACITY 30kA
STANDARDS

In (A)	REFERENCE	PACKING Units /BOX
25	373210	1/30
32	373215	1/30
40	373225	1/30
50	373230	1/30
63	373235	1/30
80	373240	1/30
100	373245	1/30
125	373250	1/30
160	373255	1/30
200	373260	1/30

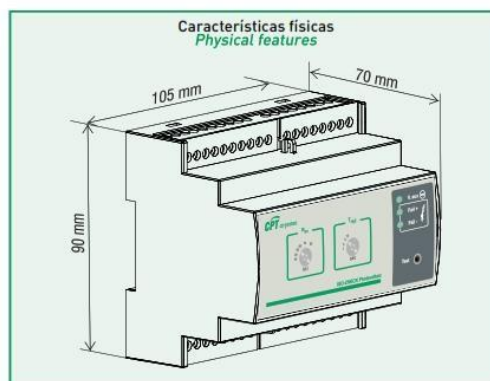


ANEXO 38: VIGILANTE ISO-CHECK PV CPT

Serie ISO-Check PV

Vigilante de aislamiento para instalaciones fotovoltaicas
Insulation monitoring device for photovoltaic systems

Technical Sheet



Características técnicas Technical features

Modelos/Models Códigos/Codes		ISO-Check PV 600 77706704	ISO-Check PV 1000 77706703
Tensión de alimentación auxiliar AC 50/60 Hz Supply voltage AC 50/60 Hz	U_s [V]	230	
Consumo propio Power consumption	VA	2	
Tensión nominal del sistema Nominal system voltage	U_n [VDC]	300...600	500...1000
Valor de respuesta Response value	R_{3n} [k Ω]	30,40,50,60,70,80	
Tiempo de respuesta (RLY1) Response time (RLY1)	t_{RLY1} [ms]	< 1s ($C_s \leq 22,5 \mu F$)	
Tiempo de respuesta (RLY2) Response time (RLY2)	t_{RLY2} [s]	1,2,5,10	
Desviación de respuesta Relative uncertainty	%	5 (450V < U_s \leq 600V) 15 (300V < U_s \leq 450V)	5 (750V < U_s \leq 1000V) 15 (500V < U_s \leq 750V)
Histéresis (para $U_n=1000$ Vdc) Hysteresis (at $U_n=1000$ Vdc)	%	15 ($R_{3n}=30$ k Ω) 10 ($R_{3n}=80$ k Ω)	
Tiempo de rearme Reclosing time	t_r [min]	1	
Tensión de medida (valor de pico) [RF= $\infty \Omega$] Measuring voltage (peak value) [RF= $\infty \Omega$]	U_m [V]	< 25	
Corriente de medida (RF=0 Ω) Measuring current (RF=0 Ω)	I_m [mA]	< 1,5	
Resistencia interna CC Internal DC resistance	R_i [k Ω]	512	
Impedancia interna (a 50 Hz) Internal impedance (at 50 Hz)	Z_i [k Ω]	512	
Tensión continua admisible Permissible DC voltage	U_{is} [V]	1150	
Capacidad tolerada de derivación de la red System leakage capacitance	C_s [μF]	$\leq 22,5$	
Tensión impulsional soportada/Categoría Rated impulse voltage/Category	U_{imp} [kV]	4/III	

ANEXO 39: INTERRUPTORES SERIE NSX DC PV SCHNEIDER ELECTRIC

Switch-disconnectors characteristics

Compact NSX630b NA DC PV to NSX1600 NA DC PV



Compact NSX1600 NA DC PV.

Compact NSX DC PV switch-disconnector			NSX630b NA DC PV	NSX800b NA DC PV	NSX1000 NA DC PV	NSX1250 NA DC PV	NSX1600 NA DC PV
Number of poles			4	4	4	4	4
Electrical characteristics as per IEC 60947-3							
Rated current (A) (free air + no venting)	In	40 °C	630 heatsink - IP2X	800 heatsink - IP2X	1000 heatsink - IP2X	1250 heatsink - IP2X	1500 heatsink - IP0
Altitude	m	2000	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Rated insulation voltage (V)	Ui		1000 ⁽¹⁾	1000 ⁽¹⁾	1000 ⁽¹⁾	1000 ⁽¹⁾	1000 ⁽¹⁾
Rated impulse withstand voltage (kV)	Uimp		8	8	8	8	8
Rated operational voltage (V)	Ue	DC	1000	1000	1000	1000	1000
Type of circuit breaker							
Rated short circuit withstand current (kA rms)	Icw/Icm	t = 1 s	20	20	20	20	20
Rated conditionnal short-circuit current with back-up fuse	Iq	kA	10	10	10	10	10
		A gPV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Rated conditionnal short-circuit current with circuit breaker	Iq with circuit breaker		10	10	10	10	10
Utilization category			DC22-A	DC22-A	DC22-A	DC22-B	DC22-B
Suitability for isolation			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Pollution degree			3	3	3	3	3
Durability							
Endurance (C-O cycles)	mechanical		10000	10000	10000	10000	10000
	electrical (In)	1000 V	1000	500	500	100	100
Installation and connections							
Control	manual		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	motor mechanism		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Connections	fixed	front connection	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
		rear connection	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Additional measurement, indication and control auxiliaries							
Indication contacts	OF	auxiliary contact	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Voltage releases	MX, MN	shunt trip/undervoltage release	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Installation							
Accessories	terminal extensions		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	escutcheons		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	terminal shields and interphase barriers		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Dimensions and weight							
Dimensions (mm) W x H x D (w/o series connection)	4P		280 x 327 x 182	280 x 327 x 182	280 x 327 x 182	280 x 327 x 182	280 x 327 x 182
Weight (kg) (w/o series connection)	4P		18	18	18	18	18

ANEXO 40: PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIÓN

Protectores Tipo 2

PSM 40

PSM 40 es la gama de dispositivos Tipo 2/Clase II para proteger contra sobretensiones transitorias inducidas (8/20 μ s), según norma IEC/EN 61643-11.

Adecuados como segundo escalón de protección en cuadros de distribución cuando existen protectores tipo 1 instalados aguas arriba, o como primer escalón de protección en instalaciones comerciales, viviendas u otras aplicaciones que no estén expuestas a descargas directas, ni provistas de sistemas de protección externa contra el rayo.

ESPECIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS


- Corriente máxima de descarga (8/20 μ s): 40 kA por fase
- Corriente nominal de descarga (8/20 μ s): 20 kA por fase
- Redes TNS, TNC, TT y IT
- Un(L-N/L-L): 48 V, 60 V, 120/208 V, 230/400 V, 277/480 V, 400/690 V y superiores
- Formato desenchufable para carril DIN
- Indicación remota y visual del estado de vida del protector
- Chasis reversible para permitir la entrada de cables desde arriba o abajo
- Cartuchos codificados mecánicamente para evitar errores de sustitución
- Modelos certificados UL 1449 4th Ed.

Imax

40 kA

TECH INFO

cirprotec.com/PSM



Normativa

- IEC/EN 61643-11
- UL 1449 4th Ed., File No. E468946
- CE

Protectores Tipo 2 | PSM 40

3 polos

CÓDIGO	REFERENCIA	Configuración		Un [V]	Uc [V]	Imax (8/20) [kA]	In (8/20) [kA]	Up@In (8/20) [kV]	IR	Cartucho	
		RED	Esquema eléctrico							L	N
77707864	PSM3-40/230 TNC	TNC (3Ph)	H	-/208	150	40	20	≤1		C22	-
77707865	PSM3-40/230 TNC IR	TNC (3Ph)	H	-/208	150	40	20	≤1	✓	C22	-
77707866	PSM3-40/400 TNC	TNC (3Ph)	H	-/400	275	40	20	≤1,3		C23	→
77707867	PSM3-40/400 TNC IR	TNC (3Ph)	H	-/400	275	40	20	≤1,3	✓	C23	-
77707882	PSM3-40/480 TNC	TNC (3Ph)	H	-/480	320	40	20	≤1,5		C24	-
77707883	PSM3-40/480 TNC IR	TNC (3Ph)	H	-/480	320	40	20	≤1,5	✓	C24	-
77707870	PSM3-30/750 TNC	TNC (3Ph)	H	-/690; -/1000	750	30	15	≤3		C26	-
77707871	PSM3-30/750 TNC IR	TNC (3Ph)	H	-/690; -/1000	750	30	15	≤3	✓	C26	-

ANEXO 41: VIGILANTE DE AISLAMIENTO AC(IT)



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Referencia		ISO-Check 120	ISO-Check 230
Código		77706701	77706700
Alimentación			
Tensión de alimentación	U_s	120 V AC $\pm 15\%$	230 V AC $\pm 15\%$
Frecuencia		50/60 Hz	
Sistema vigilado			
Tensión nominal	U_n	440 V AC	
Características de monitorización de resistencia			
Umbral de actuación alarma	R_a	50-300 k Ω	
Precisión		$\pm 10\%$	
Circuito de medida			
Tensión de medida		$\ll 40$ V	
Corriente de medida (con $R_f=00$)		$\ll 200$ mA	
Resistencia interna	R_i	$\gg 100$ k Ω	
Impedancia interna	Z_i	$\gg 100$ k Ω	
Capacidad tolerada de derivación de red	C_e	< 20 μ F	
Elemento de conmutación			
Contacto de salida		AC-13;6A / 250 V	
Otras características			
Norma de producto		EN 61557-8	
Compatibilidad electromagnética		UNE-EN-65143+A1:2004	

ANEXO 42: CIRCUIT BREAKER COMPACT NS1250N



Principal

Gama	Compact
Gama de producto	NS630b...1600
Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Nombre corto del dispositivo	Compact NS1250N
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	3P
Descripción de polos protegidos	3t
Tipo de red	CA
Código de poder de corte	N
Apto para seccionamiento	Si acorde a IEC 60947-2
Categoría de empleo	Category B
Unidad de control	Micrologic 2.0
Tecnología de unidad de disparo	Electrónico
Calibre de la unidad de disparo	1250 A en 50 °C

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Tipo de control	Mando rotativo Maneta
Tipo de montaje	Fijo
Tipo de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte frontal
(In) rated current up to 65 °C	1250 A en 50 °C
[Ui] tensión asignada de aislamiento	800 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	8 kV acorde a IEC 60947-2
[Ue] tensión asignada de empleo	690 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2

ANEXO 43: SERIE DE CONTENEDORES PV Box ST

PV Box ST

Device short name	PV Box ST 1080	PV Box ST 1260	PV Box ST 1360
Electrical specifications			
DC input			
Voltage range, MPPT	440 - 885 V (at PF=1)	510 - 885 V (at PF=1)	550 - 885 V (at PF=1)
Max. input voltage, open circuit	1000 V	1000 V	1000 V
Max. DC current	2 x 1280 A	2 x 1280 A	2 x 1280 A
AC output			
Nominal power	1080 kVA	1260 kVA	1360 kVA
Nominal voltage	up to 36 kV	up to 36 kV	up to 36 kV
Frequency	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Power factor range (PQ dispatch)	0 to 1 leading and lagging	0 to 1 leading and lagging	0 to 1 leading and lagging
Equipment			
Inverters	2 x XC 540	2 x XC 630	2 x XC 680
DC connection	2 x DC Box 6 input or 2 x DC Box 10 input (+/-)		
DC fuse range ¹⁾	DC Box 6: 315 A, 350 A, 400 A / DC Box 10: 160 A, 200 A, 250 A		
Transformer type	Schneider Electric Minera oil type ONAN		
Transformer losses	COBk (according to EN 50464-1) or compliant with Ecodesign regulation (depending on geographies)		
Medium voltage switchgear U _g 24 kV	Schneider Electric RM6 ring main unit type NE-DI with Sepam 10 protection relay		
Medium voltage switchgear 24 kV ≤ U ≤ 36 kV	Schneider Electric Flusarc ring main unit type CB-C with Sepam 10 protection relay		
Optional content			
Automatic progressive reconnection ²⁾	MV circuit breaker motorization, configurable timer		
Auxiliary nominal power transformer	10 kVA / 400 V		
DC input measurement	DC Box monitored		
Monitoring and control	Conext Control™ (by Schneider Electric) monitoring cabinet with secured power supply		
Safety kit	Fire-extinguisher, insulated MV rod and gloves, insulating stool		
Service kit	Contacts on doors and smoke detector (available with Conext Control option)		
Service contract	Worldwide service team - consult your sales representative for service offer		
External operating conditions			
Temperature			
Standard temperature range	-10°C / +45°C		
Other temperature ranges	Desert / Tropical (-10°C / +50°C)		
Pollution			
Standard low polluted environment (Rural and suburban environment)	G4 filters		
Option polluted environment (desert, urban...) ³⁾	Internal Filter Box (G4 and F9 filters, fans, speed drives)		
Other conditions			
Max. relative humidity	100%		
Max. altitude above sea level ⁴⁾	2000 m		
Max. wind speed	180 km / h		
Max. snow load	250 kg / m ²		
IP grade LV / MV compartment	IP54		
IP grade transformer compartment	IP23		
General specifications			
Dimensions and weight			
During transportation (H x W x D)	2.90 x 2.44 x 12.19 m		
Assembled on site (H x W x D)	2.90 x 3.38 (or 3.28 ⁵⁾) x 12.19 m		
Weight approx. with standard content	19 tons		
Material			
Basement	Light basement to be done on site		
Walls and roof	Standard 40" container with insulating layer		
Cooling			
LV and MV switchboard compartment ⁶⁾	Ensured by inverter fans		
Transformer compartment	Natural		
Regulatory approval			
Electrical standards	IEC 62271-202, IEC 61439, IEC 62271-200, IEC 60076		
Type-test certification	IEC 62271-202		
Internal arc classification (acc. to IEC 62271-202)	IAC-A		
General ventilation filters standard	EN779:2012		
Building standards	Eurocodes		



ANEXO 44: COSTOS UNITARIOS

ANÁLISIS ECONÓMICO					
PROYECTO: ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN UN ALIMENTADOR DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CHICLAYO PARA DETERMINAR LOS EFECTOS TÉCNICOS EN LA RED.					
BLOQUE:	AMBIENTES	TERIORES			
CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	UND.	CANT.	PRECIO S/	PARCIAL S/
EQUIPOS					
AGD0001	Panel Fotovoltaico Peimar 360W 38V	und	3360	S/.680.00	S/.2,284,800.00
AGD0002	Estructura Elevada ELV 2x7 3M	und	240	S/.8,471.14	S/.2,033,073.60
AGD0003	Conductor N2XY Unipolar 0,6/1kV 10mm2	m	5060	S/.2.02	S/.10,221.20
AGD0004	Cable Solar 12AWG DC/AC-1/0.6 Kv	m	3400	S/.10.10	S/.34,340.00
AGD0005	Multi-Contact MC4 Female Connector	und	16	S/.7.00	S/.112.00
AGD0006	Multi-Contact MC4 Male Connector	und	16	S/.7.00	S/.112.00
AGD0007	Fusible Gpv-1000Vdc- 10x38mm 10A	und	320	S/.38.10	S/.12,192.00
AGD0008	Protector Sobretensiones PSM3-40/100PV	und	10	S/.187.00	S/.1,870.00
AGD0009	Interruptor Corte en Carga NSX160 TM DC PV	und	10	S/.1,616.16	S/.16,161.60
AGD0010	Cuadro DC nivel I(Array Box AB16-160)	und	10	S/.846.72	S/.8,467.20
AGD0011	Bandejas de rejillas 60x 300 mm	m	950	S/.35.65	S/.33,867.50
					S/.4,435,217.10
MANO DE OBRA (8 h x 30d)					
AGD0010	Ingeniero Supervisor	hh	1	S/.3,000.00	S/.3,000.00
AGD0011	Ingeniero de Seguridad	hh	1	S/.3,000.00	S/.3,000.00
AGD0012	Técnico Electricista	hh	2	S/.2,400.00	S/.4,800.00
AGD0013	Ayudante	hh	2	S/.2,100.00	S/.4,200.00
AGD0014	Otros	hh	1	S/.1,000.00	S/.1,000.00
					S/.16,000.00
MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS					
AGD0015	Herramientas Varios	%MO	5%	S/.16,000.00	S/.800.00
					S/.800.00
	TOTAL				S/.4,452,017.100

ANÁLISIS ECONÓMICO					
PROYECTO: ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN UN ALIMENTADOR DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CHICLAYO PARA DETERMINAR LOS EFECTOS TÉCNICOS EN LA RED.					
BLOQUE:	PLANTA				
CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	UND.	CANT.	PRECIO S	PARCIAL S/
EQUIPOS					
AGD0016	PV Box 1260	und	1	S/.15,337.50	S/.15,337.50
AGD0017	Cuadro DC nivel II (DC 06B Protec)	und	2	S/.4,177.89	S/.8,355.78
AGD0018	Fusible Gpv NH1 160A	und	10	S/.63.00	S/.630.00
AGD0019	Protector sobretensiones PSM3-40/1000PV	und	2	S/.55.00	S/.110.00
AGD0020	Vigilador aislamiento PV1000 Vdc doble relé	und	2	S/.574.88	S/.1,149.76
AGD0021	Interruptor 2P NSX 1000 NA DC PV	und	2	S/.9,138.35	S/.18,276.70
AGD0022	Interruptor 2P NSX 1000 NA DC PV motorizado	und	2	S/.10,138.35	S/.20,276.70
AGD0023	Inversor XC-630	und	2	S/.106,174.14	S/.212,348.28
AGD0024	Protector sobretensiones PSM40/tipo2/400V	und	2	S/.70.00	S/.140.00
AGD0025	Vigilador aislamiento iso-check 230 simple relé	und	2	S/.472.38	S/.944.76
AGD0026	Interruptor NS1250N-3P	und	2	S/.11,824.36	S/.23,648.72
AGD0027	Transformador Minera PV 1500KVA	und	1	S/.100,956.41	S/.100,956.41
AGD0028	Conductor N2XY Unipolar 0,6/1kV 25mm2	m	5003	S/.2.60	S/.13,007.80
AGD0029	Conductor N2XY Unipolar 0,6/1kV 400mm2	m	5	S/.12.30	S/.61.50
AGD0030	Conductor N2XY Unipolar 0,6/1kV 240mm2	m	5	S/.15.20	S/.76.00
AGD0031	Conductor NA2XSA2Y-S 6/10 kV 3x1 DE 35 mm2	m	2	S/.22.20	S/.44.40
AGD0032	Bandejas de rejillas 60x 100 mm	m	50	S/.14.62	S/.731.00
AGD0033	Pack de accesorios y otros	und	0.2	S/.34,598.50	6919.7
					S/.423,015.01
MANO DE OBRA (8 h x 30d)					
AGD0024	Ingeniero Supervisor	hh	1	S/.3,000.00	S/.3,000.00
AGD0025	Ingeniero de Seguridad	hh	1	S/.3,000.00	S/.3,000.00
AGD0026	Técnico Electricista	hh	2	S/.2,400.00	S/.4,800.00
AGD0027	Ayudante	hh	2	S/.2,100.00	S/.4,200.00

AGD0028	Otros	hh	1	S/.1,000.00	S/.1,000.00
					S/.16,000.00
	MAQUINAS Y HERRAMIENTAS				
AGD0029	Herramientas Varios	%MO	5%	S/.16,000.00	S/.800.00
					S/.800.00
	TOTAL				S/.439,815.010

ANÁLISIS ECONÓMICO					
PROYECTO: ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN UN ALIMENTADOR DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CHICLAYO PARA DETERMINAR LOS EFECTOS TÉCNICOS EN LA RED.					
BLOQUE: AMBIENTE INTERIORES					
CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	UND.	CANT.	PRECIO \$	PARCIAL S/
	ACTIVIDAD				
AGD0017	Apertura de zanja 30x30 cm para cimientos de estructuras	und	4000	S/.3.16	S/.12,640.00
AGD0018	Apertura de zanja 30x80 cm para puestas a tierra en lateral	und	55	S/.4.16	S/.228.80
AGD0021	Excavación 370x40 cm para vial y acera en lateral de parcela	und	35	S/.30.82	S/.1,078.70
AGD0023	Hormigón HA-25 para zunchos y cimentaciones	und	400	S/.148.55	S/.59,420.00
AGD0024	Firme rígido para tráfico pesado T42 sobre explanada E3, compues to de capa de 20 cm de espesor de HF-3,5.	und	500	S/.57.19	S/.28,595.00
AGD0025	Solado de loseta de hormigón para uso exterior	und	36	S/.34.17	S/.1,230.12
					S/.103,192.62
	MANO DE OBRA (8 h x 30d)				
AGD0024	Ingeniero Supervisor	hh	1	S/.3,000.00	S/.3,000.00
AGD0025	Ingeniero de Seguridad	hh	1	S/.3,000.00	S/.3,000.00
AGD0026	Técnico Electricista	hh	2	S/.2,400.00	S/.4,800.00
AGD0027	Ayudante	hh	2	S/.2,100.00	S/.4,200.00
AGD0028	Otros	hh	1	S/.1,000.00	S/.1,000.00
					S/.16,000.00
	MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS				
AGD0029	Herramientas Varios	%MO	5%	S/.16,000.00	S/.800.00
					S/.800.00
	TOTAL				S/.119,992.620

RESUMEN DEL PRESUPUESTO BASE						
PLANTA FOTOVOLTAICA DE 1,2 MW-CHICLAYO						
Departamento : LAMBAYEQUE						
Provincia : CHICLAYO						
ITEM	DESCRIPCIÓN	1	2	3	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	4,436,017.10	423,815.01	103,992.62	4,963,824.73	4,963,824.73
B	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	16,000.00	16,000.00	16,000.00	48,000.00	48,000.00
C	TRANSPORTE	221,800.86	21,190.75	5,199.63	248,191.24	248,191.24
	COSTO DIRECTO (A+B+C)	4,673,817.96	461,005.76	125,192.25	5,260,015.97	5,260,015.97
	GASTOS GENERALES y UTILIDADES	934,763.59	92,201.15	25,038.45	1,052,003.19	1,052,003.19
	COSTO DE OBRA (sin IGV)	5,608,581.55	0.00	0.00	5,608,581.55	6,312,019.16
PRECIO	COSTO DE OBRA (CON IGV)	6,674,212.04	0.00	0.00	6,674,212.04	6,674,212.04



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Propuesta Mejoramiento De La Confiabilidad Del Sistema De Distribución Eléctrica Conformado el Alimentador Sistema Chiclayo", cuyo autor es PULACHE ADRIANZEN ROBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 22 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS DNI: 16720249 ORCID: 0000-0003-4412-8789	Firmado electrónicamente por: AJSALAZARM el 22- 07-2022 20:20:08

Código documento Trilce: TRI - 0361834