

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS

“GENERACIÓN DISTRIBUIDA PARA OPTIMIZAR LOS INDICADORES DE
CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELECTRICO DE CAÑETE-
2020”

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRICISTA

AUTOR(ES):

CIPRIAN CASALLO ERICK EYMER

AGUILAR RODRÍGUEZ DAISY STEPHANY

CHAMPA RODRÍGUEZ GIANCARLO HILARIO

A photograph of a handwritten signature in black ink on a light-colored background.

Callao, 2021

PERÚ

Two handwritten signatures in black ink, one above the other, on a light-colored background.

A handwritten signature in blue ink on a light-colored background.

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE: Dr. Ing. JUAN HERBER GRADOS GAMARRA

SECRETARIO: Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ

VOCAL : Dr. Lic. ADÁN ALMÍRCAR TEJADA CABANILLAS

ASESOR : Mg. Ing. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestros padres, por brindarnos educación y apoyarnos incondicionalmente durante nuestra etapa universitaria, siempre fueron nuestro motor y motivo para seguir adelante

AGRADECIMIENTO

Nuestros sinceros agradecimientos a nuestros padres por guiarnos y por darnos consejos de vida que de una u otra forma influyeron en la toma de nuestras decisiones, por inculcarnos valores y enseñarnos a ser mejores personas.

Gracias al personal del área de Calidad del Suministro – Luz del Sur por permitirme formar parte de su equipo y darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, en especial agradecer a mi supervisor Msc. Ing. Juan Laura Lazo por depositar su confianza en mí y por dedicarme su tiempo para enseñarme los conceptos y problemas relacionados con la calidad del suministro.

En esta página también no pueden faltar los agradecimientos para Luis Ojeda, por su paciencia y elocuencia para enseñar, por darme la oportunidad de afrontar nuevos retos a nivel profesional como fue el pase de maniobras en el que trabajamos muchas veces en forma conjunta contra el tiempo.

También agradecer a los programadores de maniobras, Peter Canales y Giancarlo Camacho, por los consejos de vida y por trasmitirme los conocimientos para comprender la operación de las redes de distribución y la programación de trabajos programados.

En este listado de agradecimientos también quiero incluir a Juan Quispe, a Jesse Montalvo y Luis Maguiña, quienes me motivaron y apoyaron con sus conocimientos para realizar este trabajo.

Por último, agradecer al Jefe de departamento de Control Técnico y Calidad del Servicio Gary Palacios por darme la oportunidad de formar parte de su equipo y por los consejos de vida que me brindo para seguir con mi formación profesional.

Finalmente este agradecimiento dirigido a mí asesor Mg. Ing. Jorge Elías Moscoso Sánchez por apoyarme con sus observaciones para que este trabajo sea bien estructurado.

INDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.1. Descripción de la realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema.....	15
1.2.1. Problema General	15
1.2.2. Problemas Específicos	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos	16
1.4. Limitantes de la investigación	16
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes	18
2.1.1. Antecedentes Internacionales	18
2.1.2. Antecedentes Nacionales	20
2.2. Bases teóricas	23
2.2.1. Generación Distribuida	23
2.2.2. Sistema Eléctrico.....	27
2.3. Conceptual.....	36
2.4. Definición de términos básicos	37
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	38
3.1. Hipótesis	38
3.1.1. Hipótesis General.....	38
3.1.2. Hipótesis Específicas.....	38
3.2. Definición conceptual de variables.....	38
3.3. Operacionalización de variable	39
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	39
4.1. Tipo y diseño de investigación	39
4.2. Método de investigación	39
4.3. Población y muestra.....	40
4.4. Lugar de estudio	43
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	50
4.6. Análisis y procesamiento de datos.....	50

V. RESULTADOS.....	53
5.1. Consideraciones generales.....	53
5.2. Análisis Situacional	55
5.3. Evaluación del potencial energético disponible.....	70
5.4. Análisis de la confiabilidad en el sistema eléctrico de cañete sin generación distribuida	80
5.5. Análisis de la confiabilidad en el sistema eléctrico de cañete con generación distribuida	88
5.6. Evaluación de la confiabilidad.....	91
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	94
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	94
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	95
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	97
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXOS	102

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Alimentadores con mayor número de interrupciones imprevistas en MT- 2017.....	11
Figura 2. Alimentadores con mayor número de interrupciones imprevistas en MT - 2018.....	11
Figura 3. Alimentadores con mayor número de interrupciones imprevistas en MT - 2019.....	12
Figura 4. Esquema unifilar con enlaces auxiliares	13
Figura 5. Esquema de conexión en estrella	32
Figura 6. Esquema de conexión en triangulo	33
Figura 7. Circuitos equivalentes	34
Figura 8. Esquema unifilar radial de la SET San Vicente.....	40
Figura 9. Ubicación de la SET San Vicente en el unifilar del SEIN	41
Figura 10. Esquema unifilar de la SET San Vicente.....	43
Figura 11. Sectores típicos de distribución en la SET San Vicente.....	44
Figura 12. Esquema Geográfico de los alimentadores de la SET San Vicente.	45
Figura 13. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-01.....	46
Figura 14. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-02.....	47
Figura 15. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-03.....	48
Figura 16. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-05.....	49
Figura 17. Esquema AT – SET San Vicente – Cañete.....	54
Figura 18. Dimensionamiento de paneles solares.....	72
Figura 19. Energía solar incidente diaria.....	73
Figura 20. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-02.....	74
Figura 21. Proyecto de Sistema Solar Fotovoltaico – Alim CÑ02.....	75
Figura 22. Potencial Solar CN02	75

Figura 23. Resultados CÑ02	76
Figura 24. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-03.....	77
Figura 25. Proyecto de Sistema Solar Fotovoltaico – Alim CÑ03.....	78
Figura 26. Potencial Solar CÑ03	78
Figura 27. Resultados CÑ03	79
Figura 28. Parámetros de confiabilidad – Alimentador CÑ01	81
Figura 29. Modelamiento del alimentador CÑ01	82
Figura 30. Resultados de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI - CÑ01	82
Figura 31. Parámetros de confiabilidad – Alimentador CÑ02.....	83
Figura 32. Modelamiento del alimentador CÑ02	83
Figura 33. Resultados de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI - CÑ02	84
Figura 34. Parámetros de confiabilidad – Alimentador CÑ03.....	85
Figura 35. Modelamiento del alimentador CÑ03	85
Figura 36. Resultados de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI - CÑ03	86
Figura 37. Parámetros de confiabilidad – Alimentador CÑ05.....	87
Figura 38. Modelamiento del alimentador CÑ05	87
Figura 39. Resultados de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI - CÑ05	88
Figura 40. Escenario Post – falla.....	89
Figura 41. Análisis de Confiabilidad con Generación Distribuida	89
Figura 42. Resultados de los Indicadores de Confiabilidad con Generación Distribuida	90
Figura 43. Análisis de la confiabilidad – post falla CÑ03.....	90
Figura 44. Análisis de la Confiabilidad con Generación Distribuida CÑ03	91
Figura 45. Resultados de los indicadores de confiabilidad con Generación Distribuida	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Secuencia de maniobras para la reposición del servicio eléctrico.	14
Tabla 2. Reporte de nodos afectados en operación.	14
Tabla 3. Tipos de generación distribuida	25
Tabla 4. Beneficios de la generación distribuida.....	25
Tabla 5. Tipos de corriente	29
Tabla 6. Tipos de cargas	29
Tabla 7. Clases de potencia	31
Tabla 8. Indicadores de confiabilidad	34
Tabla 9. Operacionalización de variables	39
Tabla 10. Características técnicas de la C.H Nuevo Imperial.....	42
Tabla 11. Recorrido de alimentadores.....	44
Tabla 12. Características del Alimentador CÑ01	47
Tabla 13. Características del Alimentador CÑ02	48
Tabla 14. Características del Alimentador CÑ03	49
Tabla 15. Características del Alimentador CÑ05	50
Tabla 16. Interrupciones MT-2018.....	51
Tabla 17. Interrupciones MT-2019.....	51
Tabla 18. Demanda por alimentador del Sistema Eléctrico de Cañete.....	52
Tabla 19. Parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ01	81
Tabla 20. Parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ02	83
Tabla 21. Parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ03	84
Tabla 22. Parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ05	86
Tabla 23. Tolerancias del Sistema Eléctrico de Cañete	92
Tabla 24. Mejora de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI – Alim CÑ02	92
Tabla 25. Mejora de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI – Alim CÑ03	92
Tabla 26. Resultados de los índices de confiabilidad sin GD.	93
Tabla 27. Resultados de los índices de confiabilidad con GD	93

RESUMEN

En la presente investigación “GENERACIÓN DISTRIBUIDA PARA OPTIMIZAR LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELECTRICO DE CAÑETE-2020” se realizó con el objetivo de determinar de qué manera la generación distribuida optimiza los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020. La investigación fue de tipo aplicativo, se manejó con un diseño cuasi experimental y un enfoque cuantitativo. La población estuvo conformada por La Subestación Eléctrica de Transmisión San Vicente se encuentra localizada geográficamente en la Av. Mariscal Benavides y eléctricamente se encuentra en un circuito radial siendo alimentado por la SET Cantera 220 kV, se realizaron análisis de confiabilidad en el sistema eléctrico sin generación distribuida para evaluar el estado situacional y luego se realizó un análisis de confiabilidad de los indicadores SAIDI y SAIFI con generación distribuida. Como resultados generales se obtuvo que la generación distribuida consigue cubrir la demanda que se presentan cuando se dan las interrupciones en el suministro, siendo necesario que la generación distribuida trabaje en modo isla, para ello se trabajó en función de parámetros de tensión, frecuencia y protección dentro de los límites permisibles. Se llegó a la conclusión que la generación operando en modo isla intencional ante contingencias en alimentadores radiales con carencia de enlaces auxiliares del Sistema Eléctrico de Cañete permite reducir los tiempos de interrupción y clientes afectados ya que tienen la función de energía alterna cuando se presenten interrupciones en el suministro.

Palabras clave: distribuida, frecuencia, interrupción

ABSTRACT

In the present investigation "Distributed generation in the cañete electrical system to optimize the reliability indicators SAIDI and SAIFI-2020" was carried out with the objective of determining how distributed generation optimizes the reliability indicators SAIDI and SAIFI in the electrical system of Cañete-2020. The research was of an application type, it was managed with a quasi-experimental design and a quantitative approach. The population was made up of the San Vicente Transmission Electrical Substation is located geographically on Av. Mariscal Benavides and electrically it is in a radial circuit being fed by the 220 kV Cantera SET, reliability analyzes were carried out in the electrical system without generation distributed to assess the situational status and then a reliability analysis of the SAIDI and SAIFI indicators with distributed generation was performed. As general results, it was obtained that distributed generation manages to cover the demand that arise when supply interruptions occur, being necessary for distributed generation to work in island mode, for this it was worked based on voltage, frequency and protection parameters within the permissible limits. It was concluded that generation operating in intentional island mode in the event of contingencies in radial feeders with a lack of auxiliary links of the Cañete Electric System allows reducing interruption times and affected customers since they have the function of alternate energy when interruptions occur in supply.

Keywords: distributed, frequency, interruption

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el Perú ha tenido un crecimiento relevante en el sector energético por el incremento de la demanda mayor de producto y servicios que tienen situaciones favorables en el mercado.

Esto significa que el Sistema interconectado nacional adquiera importancia en la calidad del suministro en bien de la tranquilidad de los usuarios finales de electricidad.

A nivel nacional como internacional las empresas que se dedican al campo de la energía eléctrica indican que es muy importante tener en cuenta los indicadores de desempeño reconocidos mundialmente SAIDI (Duración media de interrupción por usuario) y SAIFI (Frecuencia media de interrupción por usuario) importantes relacionados a la calidad del suministro del servicio de Electricidad.

En nuestro País, el Osinerming mediante la Gerencia de Fiscalización Eléctrica (GFE) realiza la supervisión y fiscalización de la Operación de los sistemas eléctricos en todo el sistema interconectado nacional.

Ello nos ha motivado llevar a cabo la presente investigación en el sistema eléctrico de Cañete.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Actualmente las concesionarias de distribución buscan mejorar el desempeño de sus redes optando por nuevas tecnologías o fuentes de energía que busquen satisfacer la calidad del servicio eléctrico exigida por el OSINERGMIN.

En el Sistema Eléctrico de Cañete han venido ocurriendo constantes interrupciones del servicio eléctrico por diferentes causas, algunas imputables al sistema y otras ocasionadas por agentes externos, los cuales generan un malestar en los consumidores de energía ya que se ven interrumpido sus actividades diarias, así como también la paralización de los procesos en muchas industrias, generando pérdidas económicas tanto para el usuario como para la empresa suministradora de energía ya que según lo establecido en la NTCSE están en la obligación de compensar a aquellos suministros que han sido afectados por una mala calidad del servicio eléctrico.

La ubicación geográfica de este sistema eléctrico dentro de la concesionaria de distribución Luz del Sur es un factor que puede explicar la poca presencia de enlaces auxiliares que permitan realizar traslados de carga de tal forma que se pueda asegurar la continuidad del suministro, otro factor determinante es la topología de sus alimentadores de distribución dentro de este sistema eléctrico que se caracterizan por ser radiales, los cuales ante la ocurrencia de una falla en algún punto de los alimentadores se interrumpe el camino del fluido eléctrico desencadenando una serie de reclamos por tiempos de restauración muy prolongados e impacto que estas generan, todos estos factores influyen en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI, a través del cual son evaluados las empresas distribuidoras de energía.

Con la finalidad de cumplir la NTCSE las empresas distribuidoras de energía intervienen frecuentemente en sus redes realizando reformas, puestas en

servicio de nuevos alimentadores, cambio de tecnologías, todo esto para mejorar su desempeño y asegurar la continuidad del suministro a sus clientes.

En los últimos años las redes de distribución de Luz del Sur se han ido expandiendo de forma progresiva, aumentando incluso su zona de concesión con la absorción de la empresa distribuidora Edecañete S.A. en el 2016, quienes estaban conformados por los sistemas eléctricos de Cañete y Lunahuaná. Por esta razón se hace cada vez más complejo la operación de sus redes de distribución debido al tamaño de su concesión y se requiere de nuevas metodologías para poder dar respuesta de forma oportuna a las interrupciones del servicio eléctrico.

Es impredecible la ocurrencia de interrupciones en el servicio eléctrico, estas se presentan por diferentes causas, algunas originadas por agentes externos y otras son imputable al sistema, es decir por un mal diseño de la red, mala ejecución de maniobras o por envejecimiento de sus componentes. Esto se ha registrado con mucha frecuencia en los últimos años en el Sistema Eléctrico de Cañete, sobre todo en el presente año 2020 en el cual se ha visto interrumpido los mantenimientos programados descuidándose el estado de los componentes de la red de distribución, esta serie de interrupciones en el servicio eléctrico ha generado un malestar en los clientes receptores de energía ya que se ven interrumpido sus actividades diarias como el trabajo remoto, así como también perjudicando el funcionamiento adecuado de lugares públicos como los hospitales, los cuales en esta temporada de crisis sanitaria son muy importantes. Estos cortes imprevistos no solo generan un impacto social en los usuarios finales sino también económicos para la empresa distribuidora ya que están obligados a compensar a sus clientes por la mala calidad del suministro entregada.

La topología de los alimentadores primarios es un factor que influye en la baja confiabilidad del Sistema Eléctrico de Cañete, el cual se puede ver reflejado en los indicadores de calidad SAIDI y SAIFI los cuales se calculan para cada sistema eléctrico con periodicidad anual. Estos indicadores los

emplea la autoridad para evaluar el desempeño de las redes de distribución y los valores los corrobora a partir del reporte de interrupciones que realiza cada empresa distribuidora en cumplimiento al procedimiento de supervisión N°074-2004-OS/CD “Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos”.

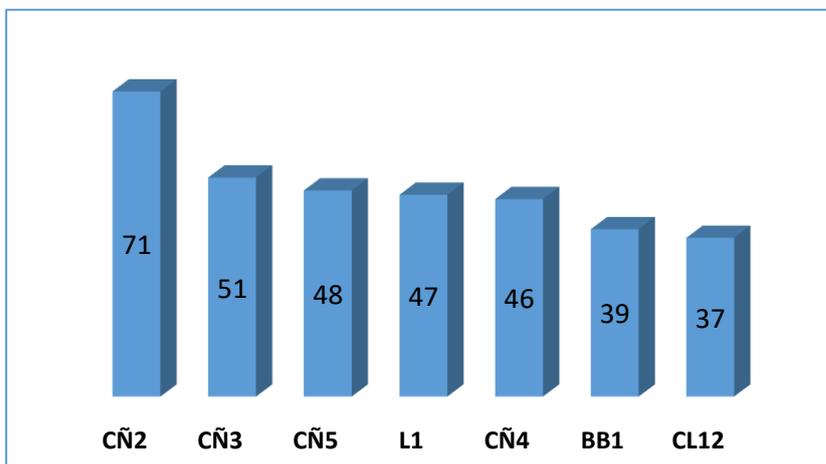


Figura 1. Alimentadores con mayor número de interrupciones imprevistas en MT- 2017

Fuente: Base de datos de interrupciones imprevistas AT_MT- Luz del Sur

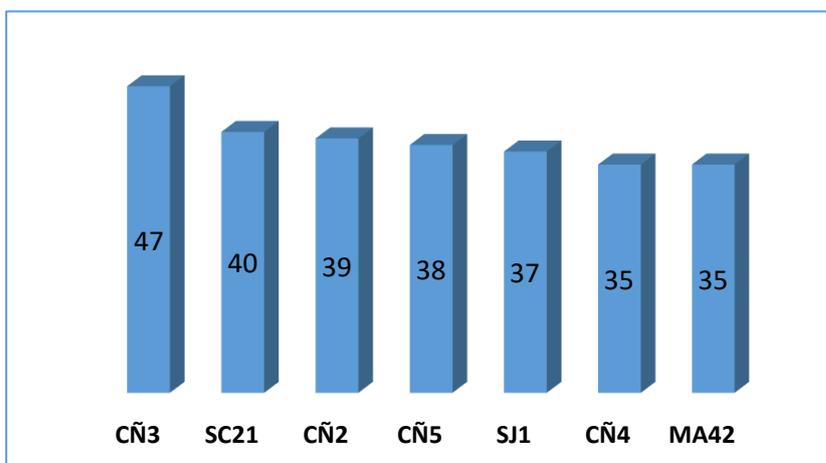


Figura 2. Alimentadores con mayor número de interrupciones imprevistas en MT - 2018

Fuente: Base de datos de interrupciones imprevistas AT_MT- Luz del Sur

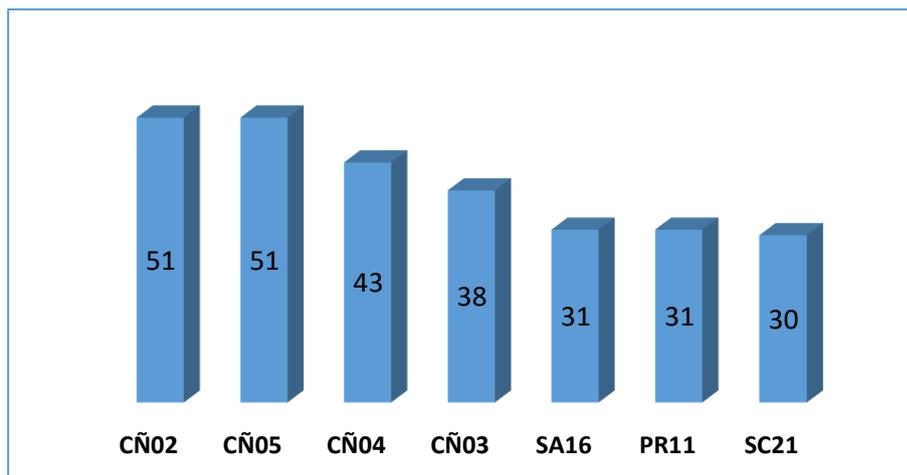


Figura 3. Alimentadores con mayor número de interrupciones imprevistas en MT - 2019

Fuente: Base de datos de interrupciones imprevistas AT_MT- Luz del Sur

Como se puede apreciar en los gráficos de barra, existe una alta incidencia de interrupciones en Media Tensión correspondiente a los alimentadores del Sistema Eléctrico de Cañete, lo cual refleja una deficiencia en la calidad del suministro.

El método que se emplea para reestablecer el servicio eléctrico ante alguna incidencia es el siguiente, cuando se trata de salidas imprevistas de alimentadores de distribución por apertura de interruptores en las cabeceras son identificadas rápidamente por los operadores de centro de control ya que se puede apreciar la pérdida considerable de carga mediante el Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA).

Sin embargo existen interrupciones parciales en los cuales solo salen fuera de servicio un ramal del alimentador o una cantidad determinada de nodos, el único medio a través del cual las empresas distribuidoras pueden darse cuenta de una posible falta de suministro eléctrico son las llamadas de los clientes informando una interrupción en su suministro, con esta serie de llamadas y con la información recopilada, fono luz utiliza un algoritmo llamado "Sistema de predicción" que le permite hacer un muestreo e identificar la zona y magnitud de la interrupción.

Esta serie de llamadas son derivadas a sala base quienes administran todas las interrupciones en Baja Tensión, si la interrupción fuese de mayor

Tabla 1. Secuencia de maniobras para la reposición del servicio eléctrico.

No. Maniobra	Tipo	Dispositivo	Descripción	F.H. Ejecución	Asignado a	Alim.
1	ABR	INT.MT(SE.01000 > SAB.02810)	Abrir	24/09/2020 05:00:00	PROTECCIÓN	AB10
2	ABR	PDS.5622 (< SAB.02810)	Abrir	24/09/2020 06:15:00	Operador	AB10
3	CERR	IP.5954 (<13732T)	Cerrar	24/09/2020 07:00:00	Operador	AB20
4	ABR	IP.5954 (<13732T)	Abrir	24/09/2020 14:30:00	Operador	AB20
5	CERR	PDS.5622 (< SAB.02810)	Cerrar	24/09/2020 14:45:00	Operador	AB10
6	CERR	INT.MT(SE.01000 > SAB.02810)	Cerrar	24/09/2020 15:00:00	Operador	AB10

Fuente: Elaboración propia del autor.

Tabla 2. Reporte de nodos afectados en operación.

NRO	CODIGO	SET	ALMD	CLIENTES	KVA INSTALADO	DURACIÓN(H)	FH INICIO	FH FINAL
1	02810A	AB	10	350	630	2.0	24/09/2020 05:00:00	24/09/2020 07:00:00
2	04040A	AB	10	120	250	2.0	24/09/2020 05:00:00	24/09/2020 07:00:00
3	02028A	AB	10	85	160	2.0	24/09/2020 05:00:00	24/09/2020 07:00:00
4	21073A	AB	10	160	400	2.0	24/09/2020 05:00:00	24/09/2020 07:00:00
5	00115M	AB	10	1	200	2.0	24/09/2020 05:00:00	24/09/2020 07:00:00
6	01274M	AB	10	1	250	2.0	24/09/2020 05:00:00	24/09/2020 07:00:00
7	02810A	AB	10	350	630	0.5	24/09/2020 14:30:00	24/09/2020 15:00:00
8	04040A	AB	10	120	250	0.5	24/09/2020 14:30:00	24/09/2020 15:00:00
9	02028A	AB	10	85	160	0.5	24/09/2020 14:30:00	24/09/2020 15:00:00
10	21073A	AB	10	160	400	0.5	24/09/2020 14:30:00	24/09/2020 15:00:00
11	00115M	AB	10	1	200	0.5	24/09/2020 14:30:00	24/09/2020 15:00:00
12	01274M	AB	10	1	250	0.5	24/09/2020 14:30:00	24/09/2020 15:00:00

Fuente: Elaboración propia del autor.

Puede apreciarse del reporte de nodos afectados en operación que estos fueron afectados por un tiempo total de 2.5 horas, este tiempo breve de interrupción se debió a que los nodos fueron trasladados a otro alimentador, esto fue posible ya que las condiciones de la red lo permitieron y porque el circuito en cuestión presenta una serie de enlaces auxiliares para realizar traslados de carga.

El método explicado se emplea para interrupciones imprevistas en media tensión y con presencia de enlaces auxiliares, sin embargo, no todos los alimentadores primarios cuentan con la posibilidad de traslados de carga ya que inicialmente no se consideraron en su diseño y debido al crecimiento de sus redes es posible que actualmente no cumplan las condiciones de flujo de carga.

Esto nos lleva a comprender la necesidad de contar con fuentes alternas de energía para restaurar el servicio eléctrico de forma óptima y minimizar el impacto de las interrupciones en los indicadores de confiabilidad.

Por esta razón en la presente tesis se opta por plantear la generación distribuida en el sistema eléctrico de cañete ya que sus alimentadores primarios radiales no cuentan con enlaces auxiliares, esto con la finalidad de optimizar los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI.

Estos clientes pertenecen a los distritos de San Vicente, San Luis, Quilmana, Cerro Azul e Imperial.

Por lo indicado anteriormente es necesario optimizar el SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE a través de la aplicación de la generación distribuida para mejorar los indicadores de confiabilidad SAIFI Y SAIDI.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera la generación distribuida optimiza los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera el tipo de tecnología usada para la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020?
- ¿De qué manera la ubicación de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020?
- ¿De qué manera el despacho de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020?
- ¿De qué manera los costos de la generación distribuida influyen en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar de qué manera la generación distribuida optimiza los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar de qué manera el tipo de tecnología usada para la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020.
- Determinar de qué manera la ubicación de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020.
- Determinar de qué manera el despacho de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020.
- Determinar de qué manera los costos de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020.

1.4. Limitantes de la investigación

- Espacio geográfico

La investigación será realizada en el ámbito de la empresa de Distribución Eléctrica lo cual nos permitirá trabajar bajo la disponibilidad de dicha empresa.

- Recolección de información

Se hará uso de la información que posea el Ministerio de Energía y Minas, Fondo de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado y de las empresas distribuidoras de servicio eléctrico por ende estaremos sujetos a la disponibilidad de dichas organizaciones.

- Tiempo

Es de las principales limitantes que tiene la investigación dado que es un proceso que demora y que se debe llevar a cabo cumpliendo con las normativas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En el estudio realizada por Espinoza Surco y Beltrán Palomino (2016) la cual estuvo titulada como “Mejoramiento del sistema eléctrico de la ciudad de puerto Maldonado en media tensión” y tenía como objetivo desarrollar el diagnóstico de calidad de energía, de los niveles de tensión en la subestación alimentadora de la ciudad de Puerto Maldonado de acuerdo al crecimiento de las futuras demandas eléctricas, adecuado a la Norma Técnica De Calidad De Los Servicios Eléctricos. La investigación es descriptiva con un enfoque cuantitativo experimental. La población estuvo constituida por los datos de referencia de las lecturas de los analizadores de redes de cada una de los alimentadores del sistema eléctrico de Puerto Maldonado. Las conclusiones a las que se llego fue que los medios por los cuales se pueden corregir las caídas de tensión son los bancos de capacitores de 6 Mvar para reducir los niveles de tensión hasta niveles permisibles de caídas de tensión y también sistemas SVS de 2Mvar y la mejor alternativa para lograr reducir la caída de tensión a niveles permisibles son los bancos de capacitores dado que la inversión económica que necesitaría seria mucho menor a la de sistemas SVS.

En la investigación realizada por España González (2008) la cual estuvo titulada como “Generación distribuida por medio de energías alternas renovables y su influencia en la evolución del sistema eléctrico secundario de distribución tradicional” y tenía como objetivo definir las bases de conocimiento para que el sistema eléctrico de potencia nacional evolucione hacia la tecnología de la generación distribuida, reconozca sus costos y beneficios, y la implante como la nueva tendencia hacia la aplicación de políticas favorables para el uso de recursos renovables y servicios de mayor calidad basado en principios verdes, y poder asegurarle cabida dentro del sistema. El estudio es de tipo experimental explicativo con un enfoque transversal. Las conclusiones a las que se llego fue que la

Generación distribuida mediante energías alternas renovables, se presenta como la alternativa más viable y efectiva a corto plazo para aliviar los problemas provenientes de un crecimiento radial de la demanda de energía, así como la dependencia de los combustibles fósiles derivados del petróleo para generación de energía eléctrica a grandes escalas.

En el estudio realizado por R. Ferreiro (2011) titulado como “Generación Distribuida: ¿Un camino hacia la sustentabilidad energética de Argentina?” el cual tuvo como objetivo evaluar la factibilidad de implementar generación distribuida de energía eléctrica en Argentina evaluando los recursos presentes en el territorio y la viabilidad económica desde el punto de vista del usuario. El estudio es de tipo descriptivo analítico. Las conclusiones a las que se llegaron fueron que la generación distribuida ofrecería una mayor eficiencia reduciendo de manera significativa las pérdidas del sistema ofreciendo una mayor cercanía a la demanda, ofrecerá una mayor resiliencia es decir que se diversifica la matriz energética mediante la implementación de unidades de generación que utilizan fuentes de energía más variadas. También tendremos una reducción de emisiones de GHG y se podrá proveer servicios auxiliares como la mejora del funcionamiento del sistema con ciertas tecnologías.

En la investigación realizada por Grisales, Restrepo y Jaramillo (2017) la cual estuvo titulada como “Ubicación y dimensionamiento de generación distribuida: Una revisión” y tuvo como objetivo presentar las consideraciones que se deben tener en cuenta al momento de analizar, modelar y solucionar el problema de ubicación y dimensionamiento de Generación Distribuida en la red eléctrica de distribución. El estudio fue de carácter descriptivo-analítico con un diseño no experimental. Las conclusiones de la investigación fueron que la integración de GD puede verse como una ayuda al sistema de distribución desde dos tópicos: permite suplir el aumento de la demanda, utilizando los activos existentes, y además puede impactar de forma positiva las condiciones operativas de la red, siempre y cuando se realice una adecuada ubicación y dimensionamiento de los generadores. Para su integración se debe

tener en cuenta la necesidad técnica o económica por parte del OR o agente interesado, el modelo matemático del problema y la técnica de optimización por implementar. La interpretación de los resultados obtenidos depende del modelo de la carga utilizado, puesto que, según el modelo aplicado, se estará analizando una hora específica o un panorama del tiempo.

En la investigación realizada por Correa y Rojas (2017) la cual estuvo titulada como “Marco de referencia para la planificación de generación distribuida en zonas no interconectadas” y tuvo como objetivo proponer una metodología del diseño, desarrollo y aplicación para el apoyo a la toma de decisiones multicriterio. El estudio fue de carácter aplicativo-descriptivo. Las conclusiones a las que se llegaron fueron que se ha proporcionado un marco metodológico para la aplicación de métodos multicriterio AHP y VIKOR a la planificación o diseño de sistemas de suministro eléctrico en áreas rurales o remotas de países en vías de desarrollo, cuya efectividad ha quedado evidenciada en el estudio de un caso real en el municipio de Puerto Lleras (vereda las Gaviotas), para lo cual se han utilizado alternativas óptimas multiobjetivo para la generación descentralizada, y múltiples criterios de orden técnico, económico, ambiental y social en la toma de decisiones. De esta manera, se ha abordado el problema de planificación de la generación distribuida para áreas rurales, con una visión holística lo que implica la integración de criterios ambientales y sociales, además de los convencionales (técnicos y económicos), en la toma de decisiones, conduciendo al tratamiento de un problema multidimensional.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En la investigación realizada por Mayta Roque (2019) la cual estuvo titulada como “Protección del sistema eléctrico de distribución y su efecto en la calidad de producto del servicio de energía en el alimentador A4502 de la unidad del valle del Mantaro” y tuvo como objetivo evaluar el efecto en la calidad del producto del servicio eléctrico de energía teniendo en cuenta diversos niveles de protección (de 0 a 2 reajustes) del sistema eléctrico de distribución en el Alimentador A4502 de la Unidad del Valle del Mantaro

durante el año 2018. El estudio fue de carácter analítico con un diseño no experimental transversal explicativo. La población estuvo conformada por el total de alimentadores dentro del sistema eléctrico del valle de Mantaro. Los resultados demuestran que la protección del sistema eléctrico de distribución afecta positivamente en la calidad del producto del servicio eléctrico de energía en el Alimentador A4502 de la Unidad del Valle del Mantaro, toda vez que en casos de fallas dentro del sistema se activan otros interruptores para asegurar la calidad del servicio de energía. Dentro de las conclusiones obtenidas se determinó que la protección del sistema eléctrico de distribución mediante relevadores electromecánicos afecta de manera positiva en la calidad del producto del servicio eléctrico de energía en el alimentador A4502, se vio que la protección del sistema ofrece ventajas como la seguridad, protección de equipos y selectividad.

En la investigación realizada por Villar Mendoza (2019) la cual tiene como título "Evaluación de ventajas técnicas para la inclusión a la norma técnica peruana el análisis de respuesta en frecuencia para el diagnóstico de transformadores de potencia" y tuvo como objetivo el objetivo de la investigación es demostrar la necesidad de incluir esta prueba a la norma técnica peruana para complementar las técnicas de detección de cambios mecánicos y eléctricos del conjunto del núcleo y del devanado de transformadores de potencia. El estudio es de diseño no experimental con su variante transversal. La población estuvo conformada por el inventario de equipos de transformación desde el nivel de tensión de 60 kV hasta 500Kv. Las conclusiones a las que se llegaron fueron que la prueba de barrido de análisis de respuesta es una necesidad para la complementación de las pruebas que se viene realizando en la normativa peruana IEC 60076-I. Existen altas posibilidad de falla de un transformador de potencia en la etapa de transporte lo cual ocasionaría aceleraciones bruscas y provocaría problemas en distancias mínimas de seguridad del diseño del transformador.

En la investigación realizada por Simeon Pucuhuayla (2019) la cual fue titulada "Ubicación óptima del seccionador fusible para mejorar los

indicadores SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico rural de Ayacucho” y tenía como objetivo ubicar óptimamente los seccionadores fusibles para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico rural de Ayacucho. La investigación es de tipo aplicada a nivel explicativo y con un método descriptivo experimental. La población estuvo constituida por 3 líneas del alimentador A4006, A4007 y A4008. Las conclusiones a las que se llegó fue que al ubicar adecuadamente el seccionador fusible disminuimos óptimamente los indicadores SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico rural de Ayacucho, viendo el aporte que cada seccionador instalado tiene en la disminución de los indicadores SAIDI y SAIFI; y la cantidad adecuada de seccionadores que debemos instalar, viene dada por el porcentaje de disminución que cada seccionador reduce el valor de SAIDI y SAIFI, siendo el rango de este valor de 4 a 5 %, porque cuando el valor de reducción sea menor ya no influye mucho en la reducción haciéndose antieconómico.

En la investigación realizada por Vargas y Ramírez (2017) la cual fue titulada como “Determinación de polos de generación distribuida a partir de biomasa residual agrícola en la región Madre de Dios, Perú” y tenía como objetivo la determinación de polos de generación distribuida a partir de biomasa residual agrícola en la región de Madre de Dios. La investigación es de tipo descriptivo-analítico de diseño experimental. Los resultados obtenidos fueron que se determinaron cinco centros poblados rurales priorizados en Madre de Dios para la energización. En cuanto a la biomasa residual agrícola, ésta se estimó en 6645.08 ton/año para arroz, 5191.20 ton/año para maíz amarillo duro y 7862.37 ton/año para plátano, los tres cultivos mayoritarios en la región. Se estimó que, para el aprovechamiento de cascarilla de arroz, el rango de generación de energía varía de 838.86 a 1319.23 KWh/año mediante gasificadores de lecho móvil, y de 317.99 a 897.56 KWh/año para gasificadores de lecho fluidizado, con lo cual se cubriría la demanda energética de los centros poblados rurales priorizados, que asciende a 211.9 MWh/año. Las conclusiones a las que se llegaron fueron que a región de Madre de Dios cuenta con potencial de generación de energía eléctrica distribuida que puede cubrir la demanda de los cinco

centros poblados priorizados al 100%. Asimismo, la energía generada en la región Madre de Dios mediante lecho fluidizado podría atender la demanda de 1495 habitantes aproximadamente, mientras que mediante lecho móvil se cubriría la demanda de 3945 habitantes aproximadamente.

En la investigación realizada por Cornejo Solórzano (2017) la cual estuvo titulada como “Generación distribuida en redes secundarias en Arequipa” y tuvo como objetivo evaluar la influencia de la generación distribuida en los parámetros de una red secundaria de la ciudad de Arequipa, por la inserción de plantas de generación fotovoltaica. La investigación es de tipo aplicada. Las conclusiones obtenidas fueron que en el Perú no está definida la reglamentación de la Generación Distribuida a niveles de redes secundarias, en Arequipa tiene potencial para la generación distribuida fotovoltaica por su ubicación geográfica, es factible la micro generación distribuida fotovoltaica para los diferentes consumos de las viviendas, la generación distribuida fotovoltaica, puede suministrar toda la energía necesaria para muchos hogares, siendo el costo de implementación el único inconveniente, la generación distribuida mejora el comportamiento de los niveles de tensión en las redes secundarias, ubicación de las plantas fotovoltaicas de generación distribuida se puede optimizar y lograr mejores características de respuestas y es factible la aplicación a niveles de media y alta tensión.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generación Distribuida

Según R. Ferreiro (2011), “La generación distribuida, definida de forma básica por ahora como la generación de energía mediante instalaciones más pequeñas que las grandes centrales convencionales y situada próxima a la carga, no es un concepto nuevo en el mundo de la electricidad.”

La generación distribuida como todos aquellos generadores con una capacidad máxima entre 50 MW a 100 MW conectados a un sistema eléctrico para su distribución los cuales no están diseñados para trabajar de

manera centralizada, de este modo es que los generadores que trabajan con un operador de red eléctrica de transporte no son considerados generación distribuida, entendiéndose así que la generación distribuida son los pequeños generadores conectados a un red de distribución pueden distinguir la generación dispersa como la compuesta.

La generación distribuida ofrece ventajas tales como:

- Grandes unidades de generación que pueden funcionar de manera eficiente con “poco personal”
- Redes de transporte de alta tensión interconectada que minimiza el trabajo de los generadores de reserva de potencia y usa los generadores más eficientes.
- Redes de distribución diseñadas para suministrar las cargas de cada usuario

Según Gischler y Janson (2011), cuando se habla de generación distribuida se tiene un concepto basado en la conexión a la red de distribución, para poder comprender dicho concepto debemos tener conocimiento acerca de lo que es una red de distribución. En el caso de las redes de distribución se maneja de un modo u otro de acuerdo al país que van en relación al tamaño del mercado energético, nivel máximo de voltaje, tamaño del país o normas de transmisión y distribución.

Un sistema con la misma capacidad instalada puede ser considerado generación distribuida en un país y en otro puede ser considerado generación a escala de empresas de servicio públicos. Si un sistema de distribución tuviera un máximo de 110 kV, esto indicaría que la central de generación distribuida podría tener sistemas conectados que estén en un rango de 100 MW a 150 MW. No obstante, normalmente en el mercado hay mucho más bajos.

Tabla 3. Tipos de generación distribuida

	Pequeña escala	Escala comercial	
Conexión	Carga del usuario	Carga del usuario	Red de distribución
Venta de electricidad	Generación excedente	Toda la generación	Toda la generación
Sectores	Residencial, no residencial	No residencial	No residencial
Principales tecnologías de ER	Solar fotovoltaica, eólica, hidráulica	Cogeneración industrial (CHP)	Solar, eólica, hidroeléctrica, cogeneración con biomasa
Tamaño aproximado	Hasta 100 kW	Hasta 1 MW	Más de 1 MW

Fuente: Gischler y Janson (2011)

Tabla 4. Beneficios de la generación distribuida

Consumidor	<p>Ya no solo requieren de suministro energético sino necesitan agentes activos que contribuyen a cubrir la demanda energética.</p> <p>Entre las funciones de un agente activo es la generación, almacenamiento y venta de electricidad autogenerada de manera organizada.</p>
Utilidades	<p>Los proveedores se convierten en proveedores de servicios no solo de un producto o mercancía.</p> <p>Estos se adaptarán a las nuevas necesidades del mercado, esto con lleva un cambio bastante grande en el como funcionan actualmente, ya que ahora deberán integrarse y actuar de manera conjunta con sus clientes.</p> <p>Ahora estos proveedores deben trabajar con una red multidireccional en la cual deben gestionar la energía y toda información proveniente de diferentes fuentes, ahora ya no</p>

	es un sistema centralizado sino un distribuido lo que requiere un mayor control en tiempo real.
Red eléctrica inteligente	<p>Este tipo de redes estarán basadas en los medios sensoriales y el como se controlen y monitoreen a través de una red que permita la realización de procesos de operación y mantenimiento, de este modo brindado un nivel mucho mayor de seguridad del sistema, teniendo en cuenta el impacto que conlleva el involucrar proveedores energéticos.</p> <p>Estas redes permitirán la gestión y abastecimiento de plantas productoras que contienen micro plantas que generan energía para el autoconsumo como para satisfacer las necesidades de los consumidores, previo a una previsión de la demanda.</p>
Coche eléctrico	<p>Existen nuevos elementos de almacenamiento energético los cuales permiten la integración de energías renovables. Uno de estas situaciones es el coche eléctrico el cual usa una batería de almacenamiento que permite disponer de baterías de almacenamiento repartidas por el territorio para recargar estos vehículos.</p> <p>Este concepto de baterías repartidas se le conoce como baterías dinámicas, este nuevo agente facilita el utilizar energía en un punto diferente al cual se produjo la generación de energía.</p>

Fuente: Elaboración propia del autor

2.2.2. Sistema Eléctrico

Según Retamozo Guere (2018), “El sistema eléctrico está conformado por el conjunto de medios y elementos que son necesarios para generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. Los sistemas eléctricos pueden ser sistemas eléctricos interconectados o sistemas eléctricos aislados.”

Un sistema eléctrico es el conjunto de todos aquellos dispositivos que poseen la capacidad de suministrar la energía eléctrica que es necesaria para el correcto funcionamiento de los accesorios y/o herramientas eléctricas como pueden ser electrodomésticos, luces, etc.

El proceso por el cual la energía llega al usuario tiene comienzo en las centrales eléctricas en las cuales esta es generada, dichas instalaciones poseen fuentes de energía que provocan que una turbina gire lo cual a su vez ocasiona el giro de un alternador y que de este modo se produce corriente alterna sinusoidal la cual se encuentra entre los 6000 y 23000 voltios. A esto se le conoce como generación de energía.

Uno de los elementos más importantes del sistema eléctrico es el transporte. El transporte es el que se encarga de la conexión entre las centrales y los puntos de distribución de energía eléctrica para luego ser repartida de manera racional, para ello se debe contar con línea de transporte que interconecte con la estructura de malla para tener acceso entre puntos alejados y en cualquier orientación.

Para hablar de sistemas eléctricos debemos tener claro conceptos tales como:

- Intensidad:

La intensidad es una medida que permite la posibilidad de determinar la cantidad de recursos energéticos que se desea cubrir. La intensidad de la energía es definida como la cantidad de corriente que

atraviesa cada sección del conductor por segundo. La densidad se mide en unidades de Amperios.

$$I = \frac{Q}{t}$$

$I = \text{Intensidad}$

$Q = \text{Cantidad de electrones}$

$t = \text{tiempo}$

- Potencial eléctrico y fuerza electromotriz

El potencial eléctrico es el trabajo que debe realizar una unidad para transportar la carga eléctrica por un campo electrostático, desde el punto inicial hasta el punto considerado ignorando el componente de rotación del campo eléctrico, además debe ir con una velocidad constante.

$$V = \frac{W}{q}$$

$V = \text{Potencial electrico}$

$W = \text{trabajo}$

$q = \text{c arg a}$

La fuerza electromotriz es la energía que proviene de un dispositivo, medio o fuente que suministre corriente. Para que esto suceda debe darse una diferencia de potencia entre los dos polos de la fuente (positivo y negativo), fuente que sea capaz de emitir energía a través de un circuito cerrado.

- Resistencia eléctrica

La resistencia eléctrica es aquella fuerza que se opone a un conductor de energía al cual se le suministra en sus extremos una diferencia de potencial eléctrico de un voltio, lo que provoca que lo atraviese una intensidad de un amperio.

$$R = \frac{V}{I}$$

$R =$ Resistencia

$V =$ Voltaje

$I =$ Intensidad

- Tipos de corriente

Tabla 5. Tipos de corriente

Corriente continua	Corriente alterna
Se le considera corriente continua a la que se traslada por un circuito en una sola dirección y esta no cambia al pasar el tiempo.	Se le considera corriente alterna a la que al trasladarse por el circuito cambia de dirección cada determinado tiempo, siendo esta más eficiente.

Fuente: Elaboración propia del autor

- Tipos de cargas

Tabla 6. Tipos de cargas

Impedancia de un circuito	Es la fuerza que opone un circuito al tránsito de la corriente alterna y es medida en ohmios.
Cargas resistivas	<p>Este tipo de cargas se encarga de convertir la energía eléctrica en energía de calor a través de un efecto conocido como Joule, se deberá tener en cuenta la resistencia del material y para ello se aplicará la ley de Ohm. La resistividad tiene valores por cada material.</p> $R = \rho \frac{L}{S}$ <p>$R =$ Resistencia $\rho =$ resistividad $L =$ Longitud $S =$ grosor</p>

Cargas capacitivas	<p>Este tipo de cargas tiene en consideración las características físicas y la frecuencia. Para ello toma una potencia aparente la cual después regresa como potencia reactiva a la fuente, de este modo no se consume nada.</p> <p>Cuando un condensador se carga una de sus armaduras se carga y como las cargas iguales se repelen en la corriente alterna se producirán momentos en los que el condensador descargará (media onda) y otros en los que la tensión será mínima.</p> $X_c(\Omega) = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi fC}$ <p>$\omega =$ Velocidad angular $C =$ Capacidad del condensador $f =$ Frecuencia</p>
Cargas inductivas	<p>Son creadas por bobinas cuando estas generan un campo magnético, esta reacción no es constante depende de la inductividad de la bobina y de la frecuencia.</p> $X_L(\Omega) = 2\pi fL$ <p>$L =$ Inductancia $f =$ Frecuencia</p>

Fuente: Elaboración propia del autor

- Clases de potencia

La potencia eléctrica es la cantidad de trabajo que efectúe un dispositivo, se expresa en Watios/hora o Kw/hora. Y viene expresada por las siguientes fórmulas:

$$P = I(t) \times V(t)$$

$$P = I^2 \times R \rightarrow P = \frac{V^2}{R}$$

Tabla 7. Clases de potencia

Potencia Activa	Representa la potencia útil, es decir la potencia que realmente se utiliza, es decir la energía que utiliza un equipo para funcionar.
-----------------	---

$$P = V \times I \times \cos(\varphi)$$

Potencia Reactiva	Es la potencia que consumen todos los aparatos que lleven un bobinado para crear un campo. Estas bobinas constituyen cargas para el sistema eléctrico que consumen tanto potencia activa como potencia reactiva y, por tanto, de su eficiencia de trabajo depende el factor de potencia.
-------------------	--

$$P_Q = V \times I \times \text{sen}(\varphi)$$

Potencia aparente	La potencia aparente es la suma de la potencia activa y la potencia aparente. La suma de estas dos, por tanto, es igual a la potencia que entregan los generadores de la planta eléctrica.
-------------------	--

$$P_s = V \times I$$

$$S = P + Q$$

Fuente: Elaboración propia del autor

Un factor de potencia es una relación entre el ángulo de voltaje y la intensidad y se da través de la siguiente formula:

$$fdp = \cos(\varphi)$$

- Tensión de línea y tensión de fase en sistemas trifásicos
Conexión en estrella:

Una conexión en estrella es cuando los devanados de fase del generador se conectan en un mismo punto final y sus inicios estén conectados a conductores de la línea de distribución.

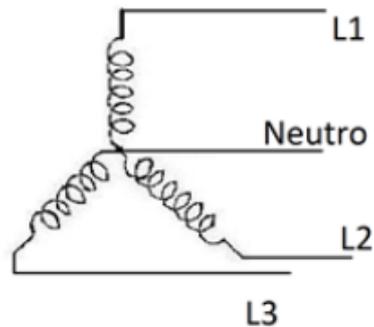


Figura 5. Esquema de conexión en estrella
Fuente: Gobierno de Aragon-Plataforma E-ducactiva aragonesa

En un sistema en equilibrio con esta conexión cada una de las fases están desfasadas 120° pero en un sistema desigual la corriente que atraviesa por el neutro es la siguiente:

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3$$

Conexión en triangulo

La conexión en triangulo se da de la siguiente manera el inicio del punto A esta conectado al final del punto B, el inicio de B se conecta al final del punto C y el inicio del punto C se conecta al inicio del punto A. En cada eje de unión se establecen los conductores de línea.

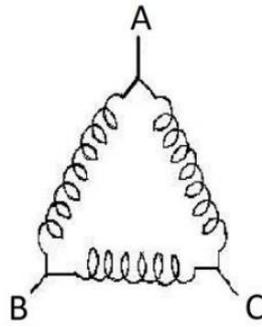


Figura 6. Esquema de conexión en triángulo

Fuente: Gobierno de Aragon-Plataforma E-ducactiva aragonesa

Cada devanado de tipo genera una tensión compuesta, esto quiere decir que la tensión de línea será igual a la tensión de cada eje.

$$U_L = U_f$$

La corriente en línea y la corriente de cada eje son dadas por la siguiente ecuación:

$$I_L = 2I_f \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}I_f$$

- Circuitos equivalentes

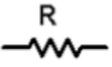
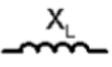
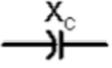
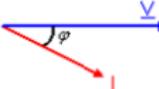
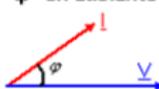
RECEPTOR	CIRCUITO EQUIVALENTE	OPOSICIÓN A LA CORRIENTE	IMPEDANCIA	ÁNGULO CARACTERÍSTICO (DESFASE I con V)
Resistencia		Por resistencia	$Z=R$	0° 
Bobina ideal		Por reactancia inductiva	$Z=X_L$	90° en retraso 
Condensador		Por reactancia capacitiva	$Z=X_C$	90° en adelanto 
Inductivo		Por resistencia y reactancia inductiva	$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $\varphi = \text{tg}^{-1} \frac{X_L}{R}$	φ° en retraso 
Capacitivo		Por resistencia y reactancia capacitiva	$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $\varphi = \text{tg}^{-1} \frac{X_C}{R}$	φ° en adelanto 

Figura 7. Circuitos equivalentes

Fuente: Gobierno de Aragon-Plataforma E-ducativa aragonesa

Indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI

SAIFI: Frecuencia media de interrupciones por cliente

SAIDI: Tiempo total promedio de interrupción por cliente

Tabla 8. Indicadores de confiabilidad

Indicadores de Confiabilidad	Globales	Individuales
SAIFI	$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{N}$	$SAIFI_{cl} = \sum_{i=1}^n \text{Interrupciones}$
SAIDI	$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \times u_i}{N}$	$SAIDI_{cl} = \sum_{i=1}^n \text{Tiempo}(i)$

Fuente: Osinerming

Donde:

t_i :Duración de cada interrupción

u_i : Número de usuarios afectados en cada interrupción

n : Número de interrupciones del periodo

N :Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del periodo, según corresponda

Según Osinergmin (2016), Indicador SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) Mide la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones en las instalaciones eléctricas de los sistemas eléctricos, ante las fallas en los componentes, maniobras e indisponibilidades que afectan a los sistemas eléctricos, estas pueden ser propias (sistemas de protección, diseño de redes, estado de las instalaciones) y externos (medio ambiente y terceros).

Según Osinergmin (2016), Indicador SAIDI (System Average Interruption Duration Index) Mide el tiempo de la duración de la interrupción, está relacionado con la ubicación de falla, con la intensidad de la falla y los recursos disponibles para la reposición como: cuadrillas, vehículos, materiales, medios de comunicación, además las vías de acceso, la longitud de redes, etc.

Las interrupciones deben contar con la siguiente información:

- Sistema eléctrico del cual forma parte
- Cantidad de clientes afectados
- Unidad de negocio donde se dio la interrupción
- Código de interrupción
- Entorno de la interrupción
- Elemento eléctrico que lo provoco
- Fecha y tiempo que duro la interrupción
- Motivo de la interrupción
- Nivel de tensión
- Propiedad de la instalación
- Submotivos de interrupción

Motivos por los que se pudo producir la interrupción:

- Fallas de distribución
- Fallas de generación
- Fallas de transmisión
- Expansión y reforzamiento
- Mantenimiento preventivo
- Por maniobra sin consentimiento
- Por remodelaciones u obras

Submotivos que pudieron producirse:

- Accidente de trabajo
- Aislador roto
- Animales
- Avería de cable por el propio personal
- A solicitud de defensa civil
- Accidente del personal propio
- Avería de transformadores
- Avería de equipos de protección
- Avería de instalaciones subterráneas
- Avería del tablero de distribución
- Bajo niveles de aislamiento

2.3. Conceptual

Se realiza la aplicación de la generación distribuida con el fin de optimizar indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de la provincia de Cañete.

2.4. Definición de términos básicos

- Subestaciones Eléctricas: Una subestación eléctrica es una instalación destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para la transmisión y distribución de la energía eléctrica.
- Optimización: Acción y efecto de buscar la mejor manera de realizar una actividad; para la presente tesis será mejorar el funcionamiento actual del sistema de media tensión desde el punto de vista técnico-económico.
- Confiabilidad: Según el Estándar ISO/DIS 14224 – 2004 las definiciones de Confiabilidad es la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado.
- CENELEC: Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.
- ENEL: Concesionario local actual que brinda el suministro de energía eléctrica al predio de la Universidad Nacional del Callao.
- IEC: La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), más conocida por sus siglas en inglés: IEC (International Electrotechnical Commission), es una organización de normalización en los campos: eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

La generación distribuida optimiza los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- El tipo de tecnología de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020.
- La ubicación de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020.
- El despacho de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020.
- Los costos de la generación distribuida influyen en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020.

3.2. Definición conceptual de variables

Para la elaboración de variables e hipótesis que definen el modelo de la presente investigación se han conformado los siguientes términos:

Variable Independiente

X = Generación distribuida en el sistema eléctrico

La generación distribuida como todos aquellos generadores con una capacidad máxima entre 50 MW a 100 MW conectados a un sistema eléctrico para su distribución los cuales no están diseñados para trabajar de manera centralizada.

Variable Dependiente

Y = Indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI

SAIFI: Frecuencia media de interrupciones por cliente, por año

SAIDI: Tiempo total promedio de interrupción por cliente, por año

3.3. Operacionalización de variable

Tabla 9. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
X= Generación distribuida	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de tecnología • Ubicación geográfica • Despacho • Costo 	<ul style="list-style-type: none"> • N° de generadores distribuidos
Y= Optimización de los indicadores de confiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • SAIDI • SAIFI 	<ul style="list-style-type: none"> • Valores por unidad

Fuente: Elaboración propia del autor

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

a) Tipo de investigación

Aplicativo: Se buscará resolver el problema e intervenir en la situación de las variables, además de generar conocimiento con la aplicación directa de dichos problemas en la sociedad.

b) Diseño de investigación.

Cuasi experimental: Debido a que se realizara la manipulación de una de las variables.

4.2. Método de investigación

El método de investigación que se usara será cuantitativo ya que se llevara a cabo mediciones del rendimiento de la aplicación de la generación distribuida.

4.3. Población y muestra

La Subestación Eléctrica de Transmisión San Vicente se encuentra localizada geográficamente en la Av. Mariscal Benavides y eléctricamente se encuentra en un circuito radial siendo alimentado por la SET Cantera 220 kV, en la zona de la concesionaria Luz del Sur.

Inicialmente toda la carga la asumía únicamente la línea de transmisión L-6610, reflejando una baja confiabilidad en el suministro eléctrico para los clientes conectados a esta SET ya que al originarse una falla en algún punto de esta línea interrumpiría el camino del flujo de potencia, dejando fuera de servicio todos los nodos aguas abajo, claramente este escenario es el más crítico y corresponden a interrupciones en AT imputables al Sector Transmisión.

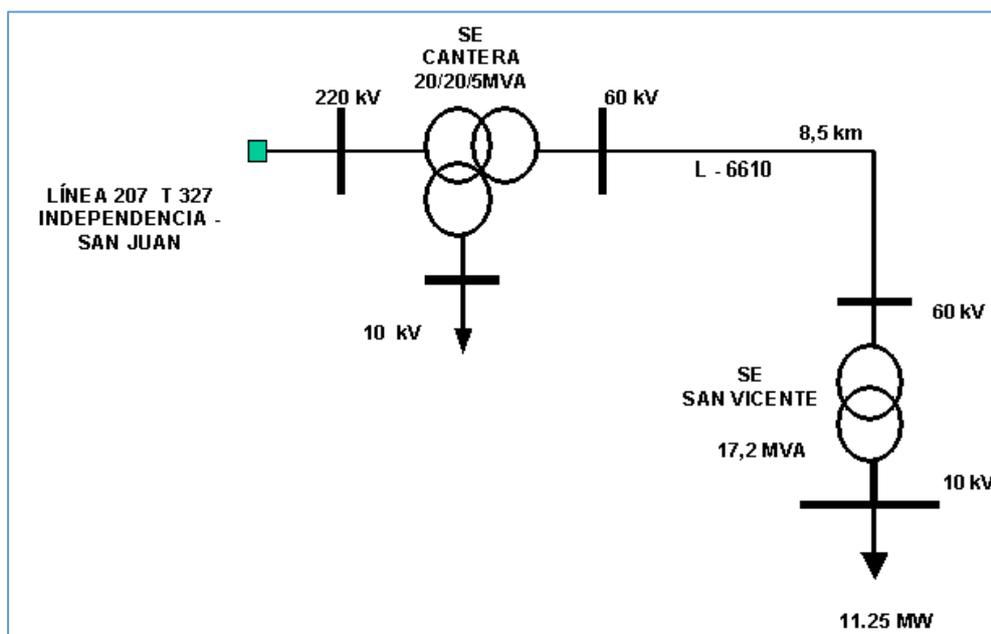


Figura 8. Esquema unifilar radial de la SET San Vicente

Fuente: EDECAÑETE S.A. (2005), Proyecto SET Cantera 220/60/10 kV

Debido al crecimiento de la demanda en la provincia de cañete a fines del año 2019 se ejecutó la puesta en servicio de una nueva línea de transmisión L-6599, repartiéndose de esta forma la carga de la SET San Vicente y mejorando la confiabilidad para incidencias en Alta Tensión.

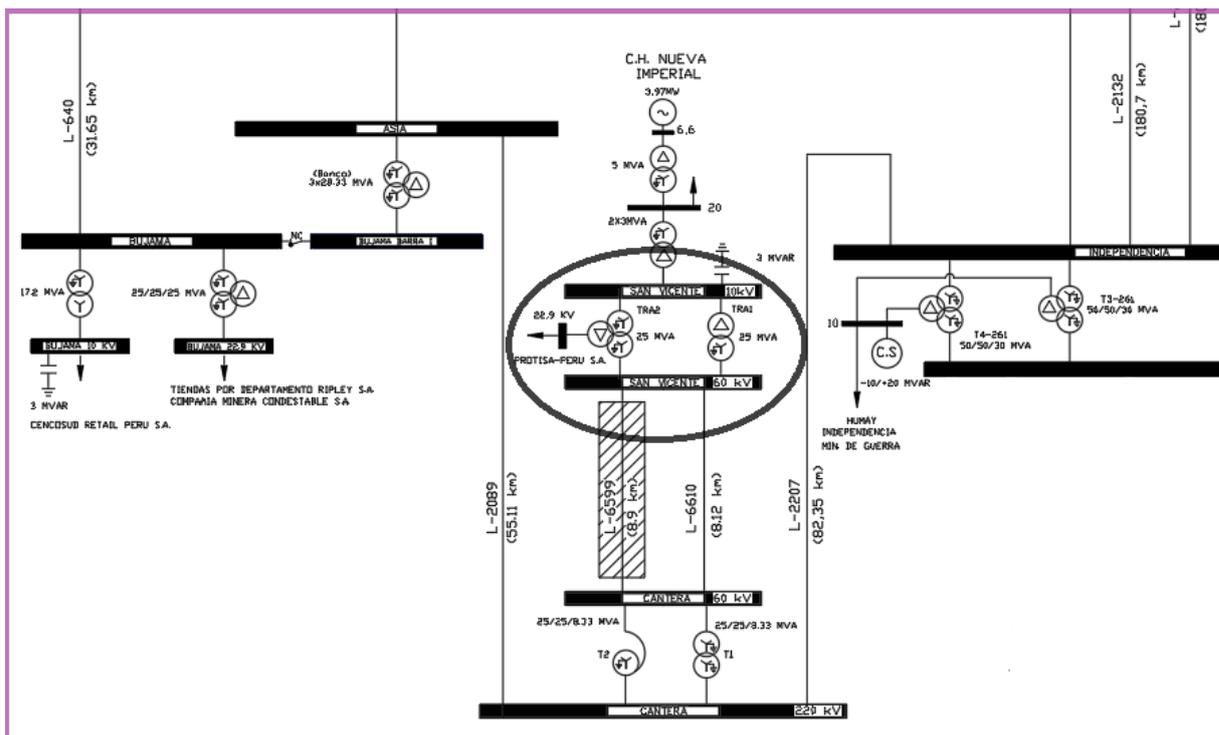


Figura 9. Ubicación de la SET San Vicente en el unifilar del SEIN

Fuente: COES (2019). Mala calidad del suministro en el Sistema Eléctrico de Cañete de la SET San Vicente.

Se puede apreciar que la SET San Vicente se encuentra rodeado por una central de generación eléctrica, esta corresponde a la Central Hidroeléctrica Nuevo Imperial suscrita por la empresa concesionaria HIDROCAÑETE S.A y concedida por el Ministerio de Energía y Minas en febrero del 2009.

El 19 de abril del 2012, el COES aprueba el ingreso a Operación Comercial de la C.H. Nuevo Imperial con una potencia efectiva de 3,975 MW.

Tabla 10. Características técnicas de la C.H Nuevo Imperial

DATOS TÉCNICOS DE LA C.H. NUEVO IMPERIAL	
UBICACIÓN	
Departamento	Lima
Provincia	Cañete
Distrito	Nuevo Imperial
Altitud (msnm)	132
DATOS TÉCNICOS DE LA CENTRAL	
Potencia Instalada	3.97 MW
Energía Promedio Anual	25 GWh
Salto neto	61.5 m
Número de unidades de generación	1
Caudal de diseño	7.5 m ³ /s
Fuente de captación (recurso hídrico)	Río Cañete
DATOS TÉCNICOS DE LA TURBINA	
Tipo de turbina	Francis
Potencia nominal	4.11 MW
Caudal nominal	514 rpm
DATOS TÉCNICOS DEL GENERADOR	
Potencia instalada	3.97 MW
Potencia nominal	4.7 MVA
Tensión de Generación	6.60 kV.
Factor de potencia	0.85
DATOS TÉCNICOS DEL TRANSFORMADOR	
Potencia	5 MVA
Nivel de Tensión	20-22.9 +-2x2.5%/6.6 kV.
Grupo de Conexión	YNd11

Fuente: HIDROCAÑETE S.A. 2020.

La SET San Vicente presenta las siguientes características:

Transformador de Potencia TRF1	: 25 MVA – 60/10 kV
Transformador de Potencia TRF2	: 25/25/25 MVA – 60/22.9/10 kV
Tensión nominal de Barra B1	: 60 kV
Tensión nominal de Barra B21	: 10 kV
Tensión nominal de Barra B22	: 22.9 Kv

El nivel de tensión en AT es de 60 kV el cual es reducido mediante los transformadores de potencia a niveles de tensión típicos de 10 y 22.9 kV.

En la Barra B21 en 10 kV se encuentran conectados un total de 5 alimentadores primarios que recorren zonas urbanas y rurales de la provincia de cañete, los distritos por donde se extienden estos alimentadores son San Vicente, Cerro Azul, Quilmana, San Luis, Imperial, Nueva Imperial, Lunahuana, Pacarán y Zúñiga.

Mientras tanto la Barra B22 presenta un pequeño circuito en 22.9 kV. La abreviatura técnica de la SET San Vicente es SET CÑ.

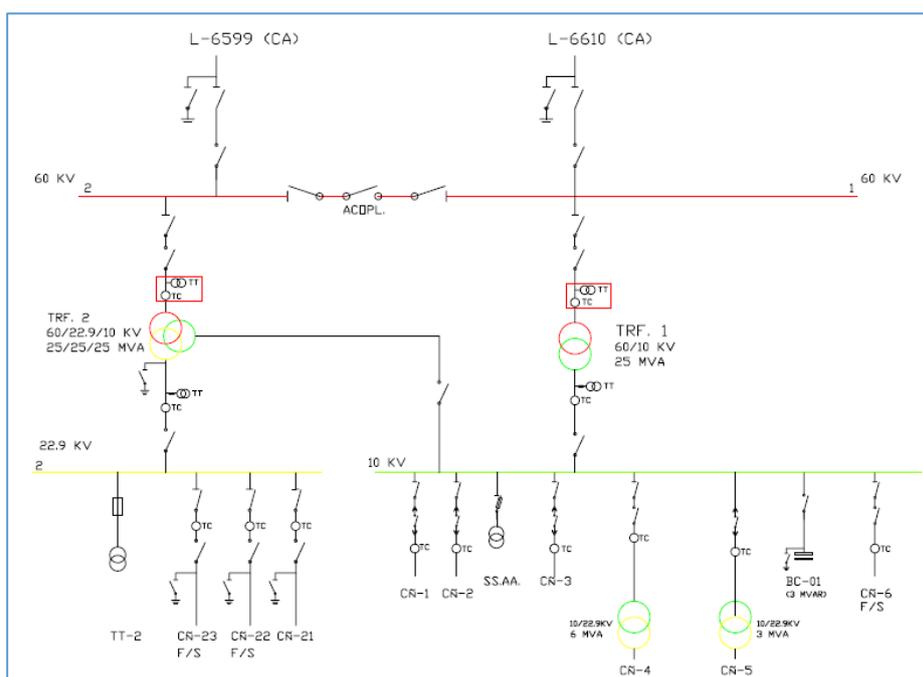


Figura 10. Esquema unifilar de la SET San Vicente.

Fuente: Luz del Sur (2019). Esquemas de media tensión, SET CÑ.

4.4. Lugar de estudio

La concesionaria Luz del Sur se encuentra conformada por 3 sistemas eléctricos de acuerdo a la Resolución N°042-2018-OS/CD, estos son el Sistema eléctrico Lima Sur, Sistema eléctrico de Lunahuana y Sistema Eléctrico de Cañete, en la presente tesis la muestra estará conformada por esta última. Así mismo la distribuidora Luz del Sur cuenta con los sectores típicos de distribución 1, 2 y 3 de acuerdo a la resolución N° 154-2012 EM/DGE.

- Sector de Distribución Típico 1: Urbano de alta densidad.
- Sector de Distribución Típico 2: Urbano de media densidad.

- Sector de Distribución Típico 3: Urbano de baja densidad.

Tabla 11. Recorrido de alimentadores

Código Sistema Eléctrico	Nombre Sistema Eléctrico	Sector Típico	Alimentador	Distritos
SE 1003	Cañete	2	CÑ01	IMPERIAL – NUEVA IMPERIAL
SE 1003	Cañete	2	CÑ02	QUILMANA
SE 1003	Cañete	2	CÑ03	SAN VICENTE
SE 1003	Cañete	2	CÑ05	CERRO AZUL – SAN LUIS
SE 1004	Lunahuaná	3	CÑ04	LUNAHUANA
SE 1004	Lunahuaná	3	CÑ04	NUEVO IMPERIAL
SE 1004	Lunahuaná	3	CÑ04	PACARÁN
SE 1004	Lunahuaná	3	CÑ04	ZUÑIGA

Fuente: Luz del Sur (2019). Sistemas Eléctricos, SET San Vicente.

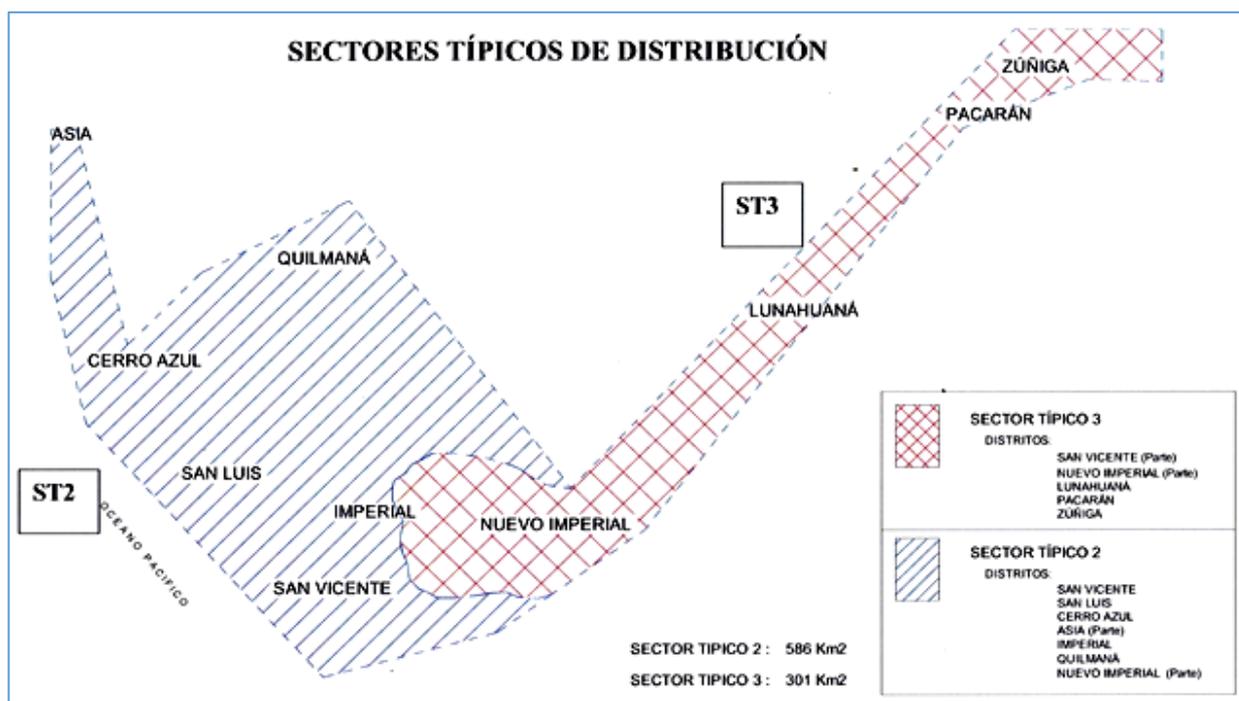


Figura 11. Sectores típicos de distribución en la SET San Vicente.

Fuente: Elaboración propia del autor.

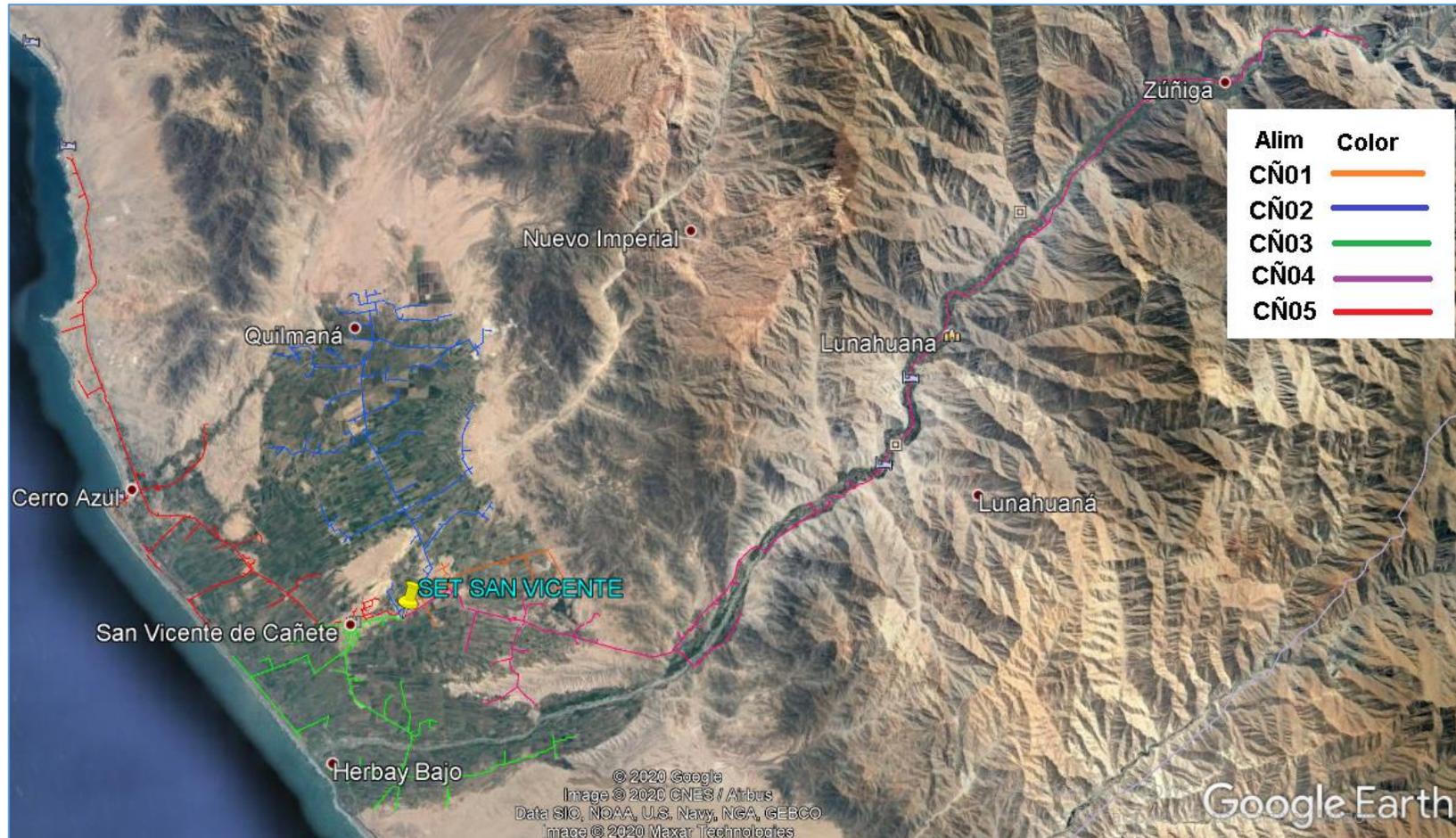


Figura 12. Esquema Geográfico de los alimentadores de la SET San Vicente.
Fuente: Base de datos Google Earth Pro.

SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE - ALIMENTADOR CÑ-01

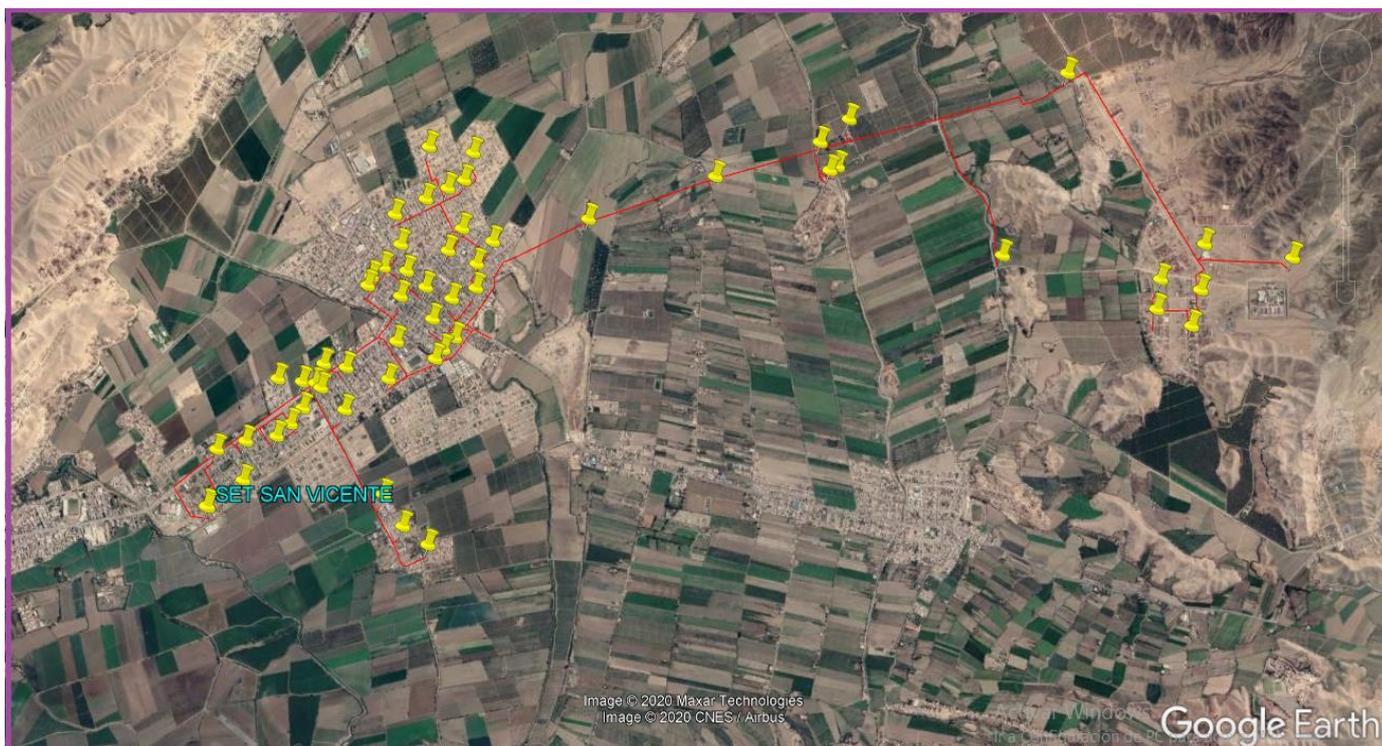


Figura 13. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-01

Fuente: Elaboración propia del autor

El alimentador CÑ01 recorre los distritos de Imperial y Nueva imperial, está conformada por un total de 83 nodos de los cuales 16 corresponden al Sistema Eléctrico de Lunahuana, por lo cual estas últimas se excluyeron para el cálculo de los indicadores de confiabilidad. La mayor parte de sus redes eléctricas son aéreas a excepción de la primera troncal que está conformada por redes subterráneas, por esta razón está expuesta a una serie de fallas que conlleva a la interrupción del suministro eléctrico en los usuarios conectados al alimentador. Este alimentador se caracteriza por presentar una topología radial, sin opción de traslados de carga a otro alimentador en casos de incidencias, lo cual genera tiempos prolongados de reposición del servicio ante interrupciones del suministro.

Tabla 12. Características del Alimentador CÑ01

Alimentador CÑ01		
Usuarios	Longitud (km)	Equipos de protección y maniobra
7910	30.57	2

Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE - ALIMENTADOR CÑ-02

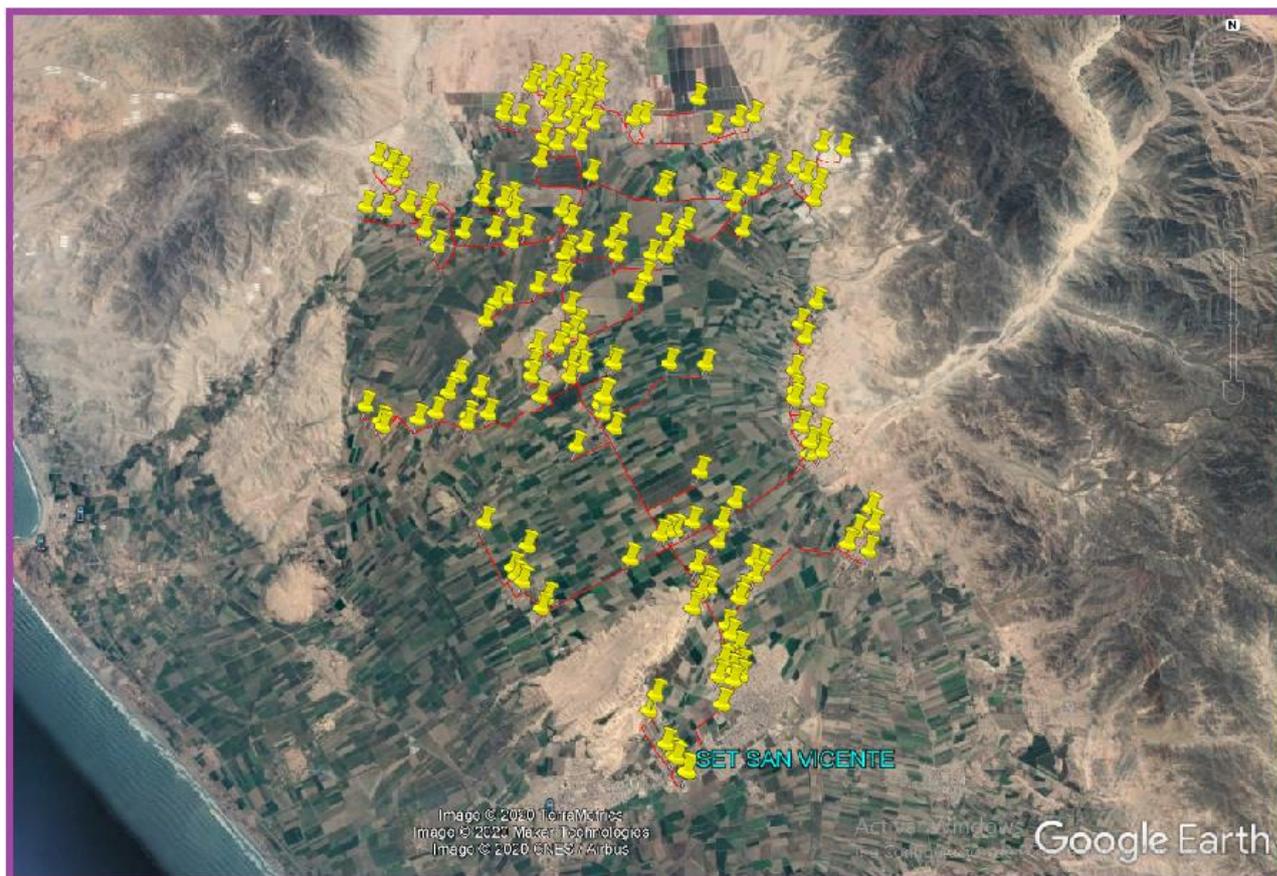


Figura 14. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-02

Fuente: Elaboración propia del autor

El alimentador CÑ02 recorre el distrito de Quilmana, está conformada por un total de 211 nodos, de los cuales 110 corresponden a Subestaciones de Distribución y 101 son clientes MT. La mayor parte de sus redes eléctricas son aéreas a excepción de la primera troncal que está conformada por redes subterráneas, por esta razón está expuesta a una serie de fallas que conlleva a la interrupción del suministro eléctrico en los usuarios conectados al alimentador. Este alimentador se caracteriza por

presentar una topología radial, sin opción de traslados de carga a otro alimentador en casos de incidencias, lo cual genera tiempos prolongados de reposición del servicio ante interrupciones del suministro.

Tabla 13. Características del Alimentador CÑ02

Alimentador CÑ02		
Usuarios	Longitud (km)	Equipos de protección y maniobra
11312	123.412	4

Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE - ALIMENTADOR CÑ-03

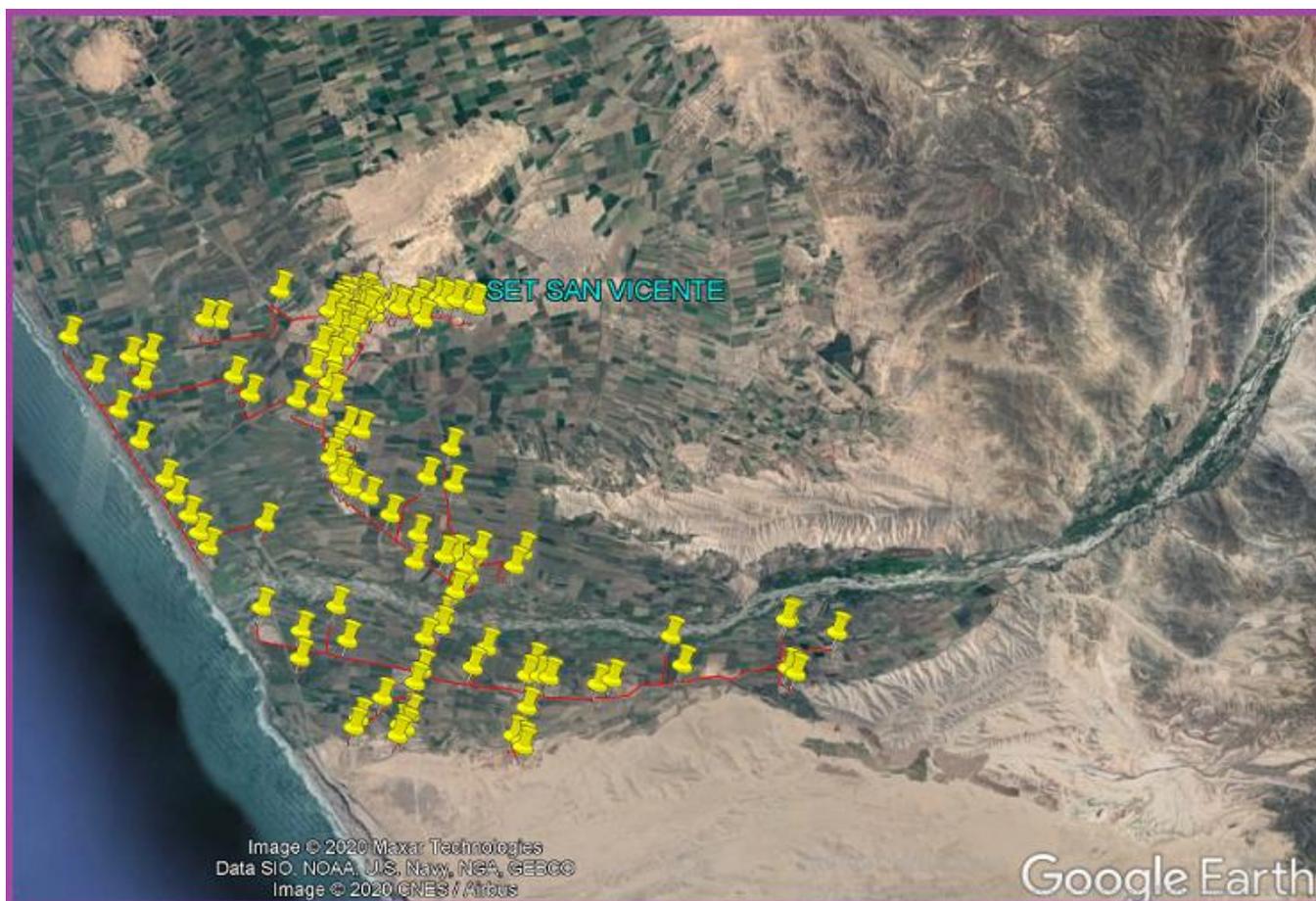


Figura 15. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-03

Fuente: Elaboración propia del autor

El alimentador CÑ03 recorre el distrito de San Vicente, está conformada por un total de 141 nodos, de los cuales 107 corresponden a Subestaciones de Distribución y 34 son clientes MT. La mayor parte de

sus redes eléctricas son aéreas a excepción de la primera troncal que está conformada por redes subterráneas, por esta razón está expuesta a una serie de fallas que conlleva a la interrupción del suministro eléctrico en los usuarios conectados al alimentador. Este alimentador se caracteriza por presentar una topología radial, sin opción de traslados de carga a otro alimentador en casos de incidencias, lo cual genera tiempos prolongados de reposición del servicio ante interrupciones del suministro.

Tabla 14. Características del Alimentador CÑ03

Alimentador CÑ03		
Usuarios	Longitud (km)	Equipos de protección y maniobra
8142	71.685	4

Fuente: Elaboración propia del autor

SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE - ALIMENTADOR CÑ-05

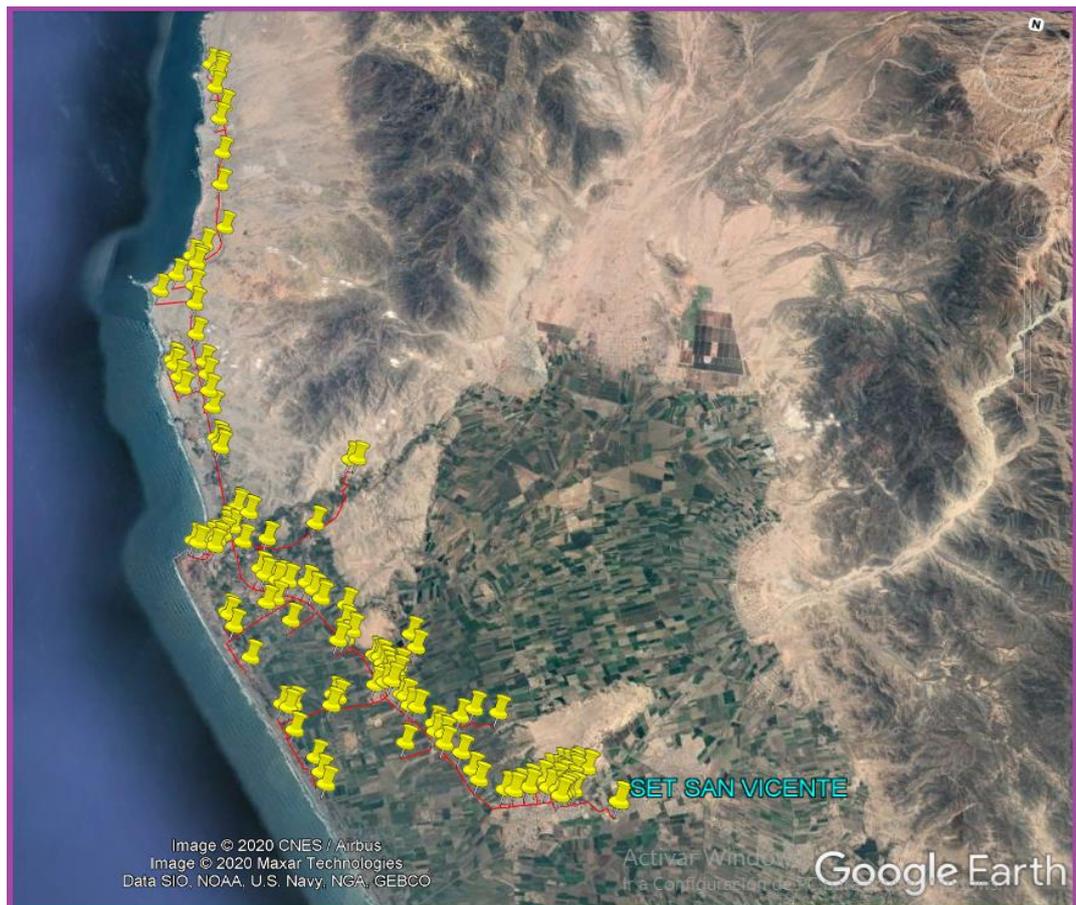


Figura 16. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-05

Fuente: Elaboración propia del autor

El alimentador CÑ05 recorre los distritos de Cerro Azul y San Luis, está conformada por un total de 152 nodos, de los cuales 76 corresponden a Subestaciones de Distribución y 76 son clientes MT. La mayor parte de sus redes eléctricas son aéreas a excepción de la primera troncal que está conformada por redes subterráneas, por esta razón está expuesta a una serie de fallas que conlleva a la interrupción del suministro eléctrico en los usuarios conectados al alimentador. Este alimentador se caracteriza por presentar una topología radial, sin opción de traslados de carga a otro alimentador en casos de incidencias, lo cual genera tiempos prolongados de reposición del servicio ante interrupciones.

Tabla 15. Características del Alimentador CÑ05

Alimentador CÑ05		
Usuarios	Longitud (km)	Equipos de protección y maniobra
7181	135.14	6

Fuente: Elaboración propia del autor

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

El presente trabajo de investigación parte de la alta incidencia de interrupciones o incidencias que afectan a la calidad del suministro en el Sistema Eléctrico de Cañete, los cuales generan que se superen las tolerancias SAIDI y SAIFI correspondientes al sector típico 2 propio del sistema.

La manera de obtener información para su posterior análisis es a través de las fuentes de información de la empresa concesionaria, la base de datos de interrupciones imprevistas y programadas de los años 2018 y 2019.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Para la presente investigación se consideró la generación distribuida en aquellos alimentadores que impactan más en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI, para esto nos basaremos en el registro histórico de interrupciones de la empresa concesionaria del año 2018 y

2019 adjunta en el Anexo 3, consideraremos aquellos alimentadores correspondientes al Sistema Eléctrico de Cañete con mayor número de clientes – hora, este es un indicador que asocia a la cantidad de clientes afectados y la duración de las interrupciones ocurridas durante los años mencionados, es necesario señalar que se excluyeron las interrupciones originadas en el sector generación y transmisión, considerando solo aquellas interrupciones originadas aguas abajo de los bornes MT del transformador de potencia.

Tabla 16. Interrupciones MT-2018

Interrupciones MT - 2018	
Alimentador	clientes - hora
CÑ02	509444
CÑ03	182597
CÑ05	151150
CÑ01	26194

Fuente: Elaboración propia del autor

Tabla 17. Interrupciones MT-2019

Interrupciones MT - 2019	
Alimentador	clientes - hora
CÑ02	442371
CÑ03	251214
CÑ05	96075
CÑ01	59825

Fuente: Elaboración propia del autor

De acuerdo a la criticidad de incidencia de interrupciones MT se analizaron los alimentadores CÑ02 y CÑ03 que como puede apreciarse en las tablas 3.1 y 3.2 son las más representativas y por ende las que más impacto tienen en los indicadores SAIDI y SAIFI. En la tabla 3.3 se muestran los consumos por alim.

Tabla 18. Demanda por alimentador del Sistema Eléctrico de Cañete

Demanda del Sistema Eléctrico de Cañete - SE 1003				
Alimentador	CÑ01	CÑ02	CÑ03	CÑ05
Max Demanda (MW)	3.83	6.5	4.55	6.31
Min Demanda (MW)	1.34	1.82	1.94	2.34

Fuente: Elaboración propia del autor

V. RESULTADOS

5.1. Consideraciones generales

En la presente investigación se partirá desde la premisa que el sistema eléctrico de cañete ha excedido sus tolerancias establecidas para los índices de confiabilidad SAIDI y SAIFI gestionables durante el 2019, los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI son los que dan estabilidad en las instalaciones de transmisión y distribución de energía eléctrica ya que consideran todas las interrupciones donde pueden ser originadas a partir de los alimentadores, los sectores típicos y los departamentos o áreas donde se originan, en el caso de los alimentadores es el caso mas complejo que se puede dar ya que corta totalmente toda capacidad eléctrica al sistema eléctrico, sin tener o concebir una fuente de alimentación alterna, sin embargo la generación distribuida implementada de manera estratégica puede optimizar la confiabilidad del sistema eléctrico ya que permitirá reemplazar la atención de la demanda cuando está presente algún tipo de interrupción que impida el suministro al sistema eléctrico, por lo cual se plantea implementar la generación distribuida para cada alimentador.

Para poder realizar la implementación de la generación distribuida en los alimentadores se debe conocer la capacidad de generación que se puede producir y si esta cubrirá la demanda con ello reducir la intermitencia de las renovables, para ello se plantea que la generación distribuida tenga un almacén de energía que pueda ser implementado por una batería de almacenamiento o una central hidroeléctrica de bombeo.

El objetivo de la investigación es determinar de que manera se puede optimizar los indicadores de confiabilidad con la implementación de generación distribuida, para ello analizaremos el sistema eléctrico de cañete.

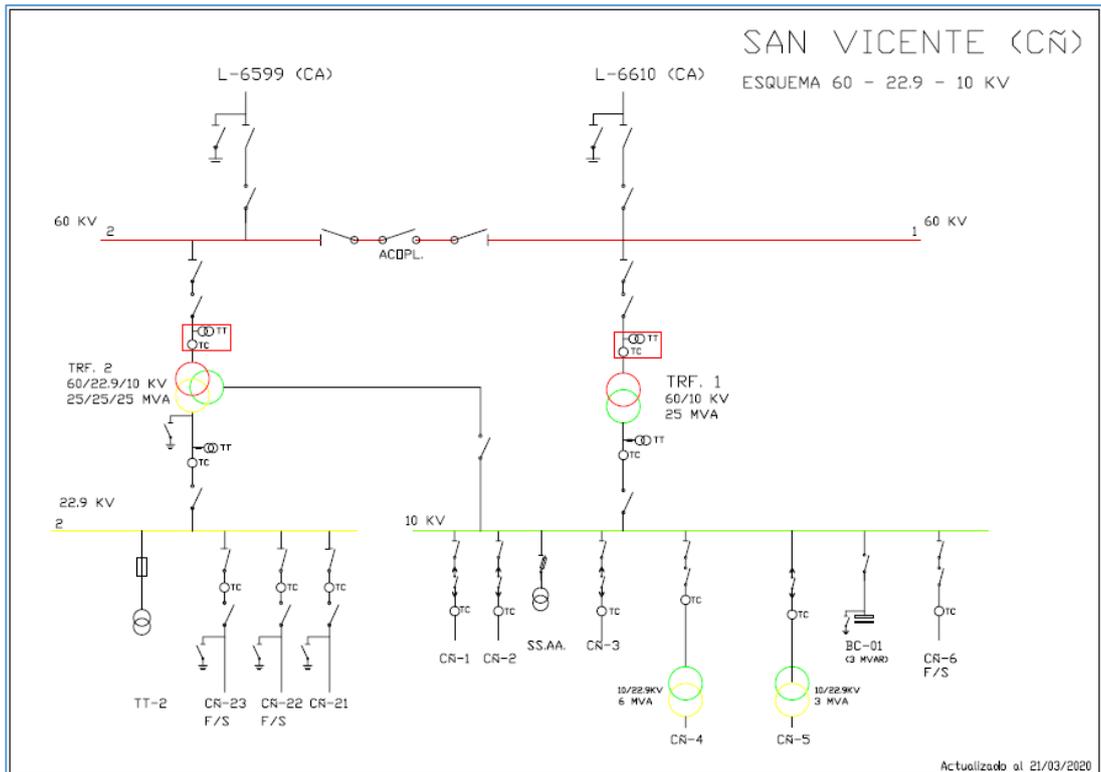


Figura 17. Esquema AT – SET San Vicente – Cañete
Fuente: Sistema Luz del Sur

El creciente aumento de generación distribuida en el mundo representa un reto para los sistemas eléctricos, representa un reto para la implementación de la generación distribuida en los índices de confiabilidad del sistema eléctrico de Cañete, esto nos permitirá pasar de un estado de falla a un estado de asilamiento con generación distribuida en 5 minutos.

Se debe tener en cuenta los diferentes tipos de instalaciones de generación, para ello se considera los diferentes niveles de tensión:

- Instalaciones de distribución: Comprende los componentes de la red eléctrica con tensiones de servicio menores a 30 kV
- Instalaciones de transmisión: Comprende los componentes de la red eléctrica con tensiones de servicio iguales y mayores de 30kV, no incluye centrales de generación.
- Instalaciones de generación: Comprende las centrales de generación

5.2. Análisis Situacional

Para medir la confiabilidad basado en los indicadores SAIDI y SAIFI analizaremos la cantidad de interrupciones que se dan y los motivos por los cuales surgen dichas interrupciones,

Realizando un análisis de las causas de las interrupciones separando estas por interrupciones programadas e imprevistas, viendo la cantidad de energía interrumpida.

Se realiza un análisis de los indicadores SAIDI y SAIFI por sector comparando con datos históricos del 2018 y 2019, se evaluará también por alimentador y por departamento, así viendo cuales son los departamentos en los cuales se provocan más las interrupciones y cuanto duran estas interrupciones, analizando las causas y teniendo los lugares en los cuales se da con mayor frecuencia y duran más se puede establecer un plan de acción para saber lidiar con ellas y poder ofrecer unos indicadores más elevados de confiabilidad.

Tabla N° 1: Cantidad de Interrupciones Imprevistas y Programadas en 2017

2017		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Imprevistas	Cantidad	265	194	289	165	173	147	150	149	151	167	149	216	2215
	Energía Interrumpida (MWh)	1.335,61	890,35	4.242,20	19.958,31	553,09	493,85	732,14	445,70	533,89	466,11	474,20	774,63	30900,08
Programadas	Cantidad	129	130	74	240	157	147	142	135	119	145	138	118	1674
	Energía Interrumpida (MWh)	973,62	796,94	395,98	1020,95	999,68	332,34	291,25	281,88	241,14	602,54	526,86	492,57	6955,75

Fuente: Sistema Luz del Sur

En la tabla se puede apreciar que la cantidad total de interrupciones imprevistas es de 2215 y que en enero y diciembre es donde se tuvo las cantidades mas elevadas siendo estas de 265 y 216 respectivamente, la cantidad de energía interrumpida es de 30900,08 teniendo los picos mas elevados en el mes de abril y marzo siendo de 19958,31 y 4242,20 respectivamente, en cuantos a las interrupciones programadas tenemos un total de 1674 teniendo las cantidades mas elevadas en abril y mayo con un 240 y 157 respectivamente con un total de energía interrumpida de 6955,75 teniendo las cantidades mas elevadas en abril y mayo con unos 1020,95 y 999,68 respectivamente.

Tabla N° 2: Cantidad de Interrupciones Imprevistas y Programadas en 2018

2018		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Imprevistas	Cantidad	162	161	139	151	185	207	149	141	130	158	149	213	1945
	Energía Interrumpida (MWh)	644,92	717,57	440,85	617,27	447,06	699,52	613,67	432,80	367,53	552,65	442,16	525,03	6501,03
Programadas	Cantidad	123	150	138	153	120	132	134	168	125	115	119	147	1624
	Energía Interrumpida (MWh)	391,49	661,65	440,46	4.038,48	480,90	259,46	396,51	625,87	239,10	421,92	354,45	870,41	9.180,70

Fuente: Sistema Luz del Sur

En la tabla se puede apreciar que la cantidad total de interrupciones imprevistas es de 1945 y que en junio y diciembre es donde se tuvo las cantidades más elevadas siendo estas de 207 y 213 respectivamente, la cantidad de energía interrumpida es de 6501,03 teniendo los picos más elevados en el mes de febrero y junio siendo de 717,57 y 699,52 respectivamente, en cuantos a las interrupciones programadas tenemos un total de 1624 teniendo las cantidades más elevadas en agosto y febrero con un 168 y 150 respectivamente con un total de energía interrumpida de 9180,70 teniendo las cantidades más elevadas en abril y diciembre con unos 4038,48 y 870,41 respectivamente.

Tabla Nº 3: Cantidad de Interrupciones Imprevistas y Programadas en 2019

2019		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Imprevistas	Cantidad	122	107	86	72	103	116	114	73	94	84	105	110	1186
	Energía Interrumpida (MWh)	339,79	236,29	116,97	69,21	142,01	200,40	118,75	122,62	119,18	120,62	133,86	143,71	1863,41
Programadas	Cantidad	110	95	94	114	113	132	110	129	130	157	133	132	1449
	Energía Interrumpida (MWh)	213,83	193,60	160,81	284,47	335,30	558,38	694,53	366,61	305,76	344,55	434,09	307,70	4199,63

Fuente: Sistema Luz del Sur

En la tabla se puede apreciar que la cantidad total de interrupciones imprevistas es de 1186 y que en enero y junio es donde se tuvo las cantidades más elevadas siendo estas de 122 y 116 respectivamente, la cantidad de energía interrumpida es de 1863,41 teniendo los picos más elevados en el mes de enero y febrero siendo de 339,79 y 236,26 respectivamente, en cuanto a las interrupciones programadas tenemos un total de 1449 teniendo las cantidades más elevadas en octubre y noviembre con un 157 y 133 respectivamente con un total de energía interrumpida de 4199,63 teniendo las cantidades más elevadas en junio y julio con unos 558,38 y 694,53 respectivamente.

De los cuadros vistos anteriormente se ve un claro descenso en la cantidad de interrupciones cada año tanto en las imprevistas y las programadas, también se puede ver que tiende a tener una mayor cantidad de energía interrumpida cuando esta es programada que cuando se da de modo imprevisto, esto dado a que los controles han ido mejorando.

Causas de las interrupciones basado en indicadores SAIDI y SAIFI

Tabla N° 4: Causas de las interrupciones basado en indicadores SAIDI y SAIFI en el 2019

Causa	SAIFI	SAIDI
NO DETERMINADO	0,08	0,23
FALTA DE MANTENIMIENTO	0,01	0,05
ENVEJECIMIENTO	0,01	0,05
TRABAJO DE URGENCIA (EMERGENCIA)	0,03	0,02
DEFICIENCIA DEL MATERIAL	0,01	0,01
ROBO / SUSTRACCIÓN	0,00	0,01
DÉFICIT DE DISTRIBUCIÓN (RACIONAMIENTO)	0,00	0,00
SISTEMA DE PROTECCIÓN	0,00	0,00

Fuente: Sistema Luz del Sur



Figura N° 1. Causas específicas del indicador SAIFI – 2019

Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar el análisis del indicador SAIFI nos dice que la causa más predominante por la cual se tiene una frecuencia elevada de interrupciones es no determinada y la segunda causa que más impacto tiene son las emergencias o trabajos de urgencia, esto implica que se debe llevar un mejor control dado que en la gran mayoría de casos no se conoce la causa de la elevada frecuencia de interrupciones.

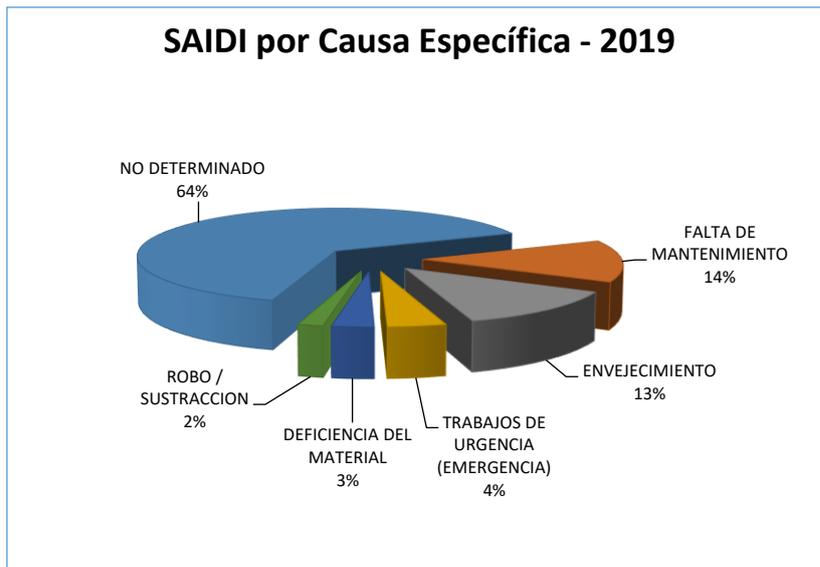


Figura N° 2. Causas específicas del indicador SAIDI – 2019
Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar en el grafico el análisis del indicador SAIDI nos indica que el tiempo mas largo de las interrupciones se da en casos no determinados, sin embargo, los más bajos tiempos son por déficit de material y sustracción o robo.

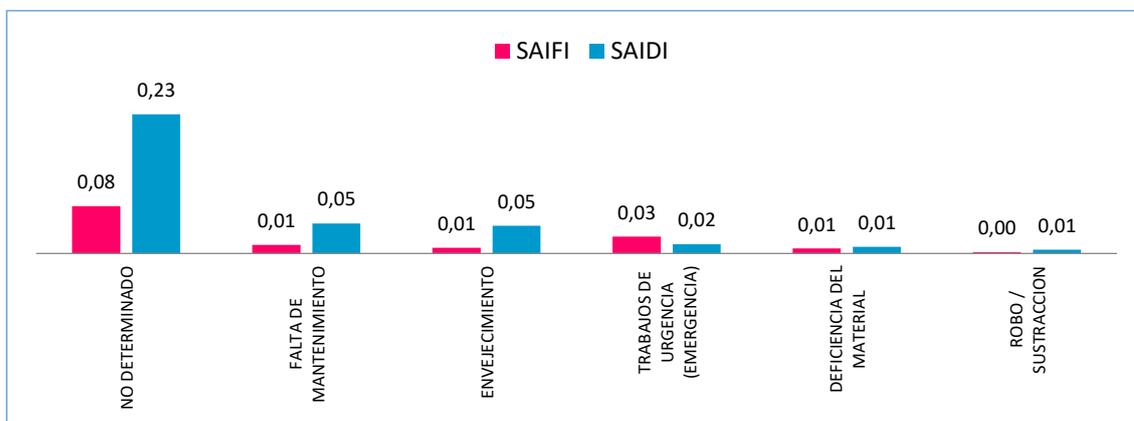


Figura N° 3. SAIDI VS SAIFI – Causa Especifica
Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar los indicadores SAIDI y SAIFI más elevados se encuentran en una causa que no se ha determinado, así mismo se entiende que se tiene una mayor duración de las interrupciones frente a la frecuencia de las mismas.

Análisis de los indicadores SAIDI y SAIFI por sector

Tabla N° 5: SAIDI y SAIFI del sector típico 1 en los años 2018-2019

	Sector típico 1			
	SAIFI - 2018	SAIFI - 2019	SAIDI - 2018	SAIDI - 2019
Ene	0,11	0,21	0,42	0,75
Feb	0,27	0,39	1,13	1,49
Mar	0,44	0,49	1,97	1,84
Abr	0,59	0,58	2,55	2,18
May	0,75	0,67	3,03	2,52
Jun	0,91	0,87	3,45	3,21
Jul	1,06	1,00	3,98	3,67
Ago	1,20	1,14	4,51	4,30
Sep	1,30	1,28	4,98	5,01
Oct	1,43	1,43	5,34	5,56
Nov	1,53	1,60	5,66	6,29
Dic	1,73	1,77	6,39	6,84

Fuente: Sistema Luz del Sur

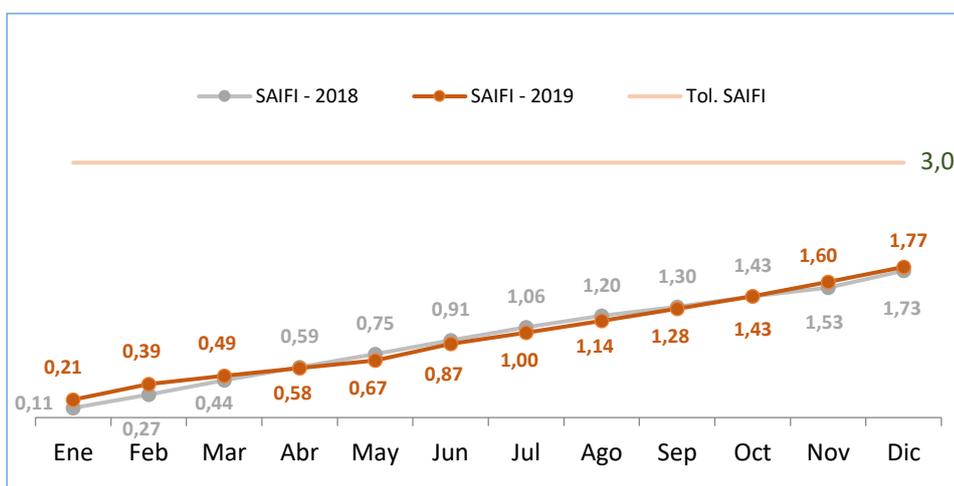


Figura N° 4. SAIFI – Sector típico 1

Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar en el sector típico 1 el indicador SAIFI del año 2018 es menor al del año 2019, teniendo un 0.10 más en el mes de enero y un 0.04 más en el mes de diciembre.

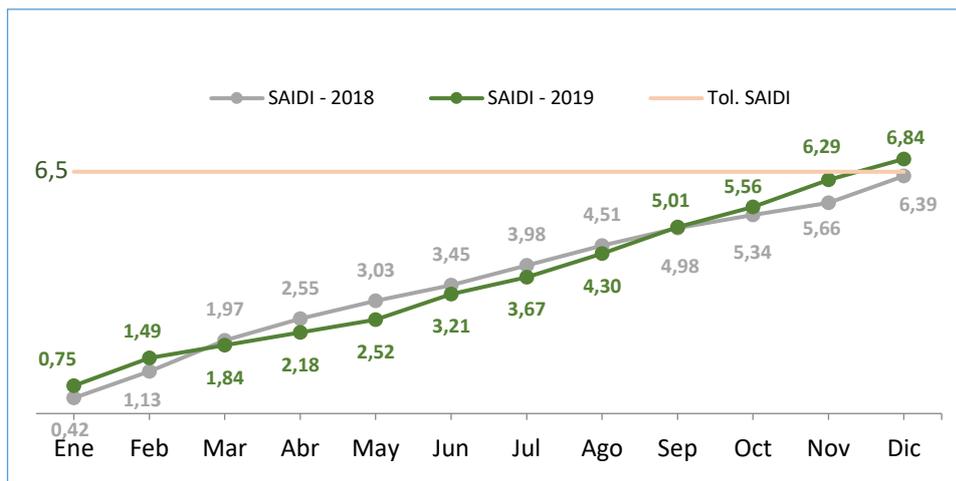


Figura N° 5. SAIDI - Sector típico 1
Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar en el sector típico 1 el indicador SAIDI en el 2018 es menor al del año 2019, teniendo un 0.33 más en el mes de enero y un 0.45 más en el mes de diciembre.

Tabla N° 6: SAIDI y SAIFI del sector típico 2 en los años 2018-2019

	Sector típico 2			
	SAIFI - 2018	SAIFI - 2019	SAIDI - 2018	SAIDI - 2019
Ene	0,11	0,52	0,13	3,26
Feb	0,12	0,55	0,18	3,29
Mar	0,16	0,56	0,49	3,32
Abr	0,40	0,84	2,35	3,70
May	0,51	0,92	2,69	4,22
Jun	0,74	0,95	3,40	4,33
Jul	0,77	1,15	3,54	5,58
Ago	0,82	1,65	3,97	6,43
Sep	0,83	1,81	4,01	7,08
Oct	0,98	1,86	5,44	7,34
Nov	1,01	1,92	5,48	7,61
Dic	1,55	2,72	9,23	11,22

Fuente: Sistema Luz del Sur

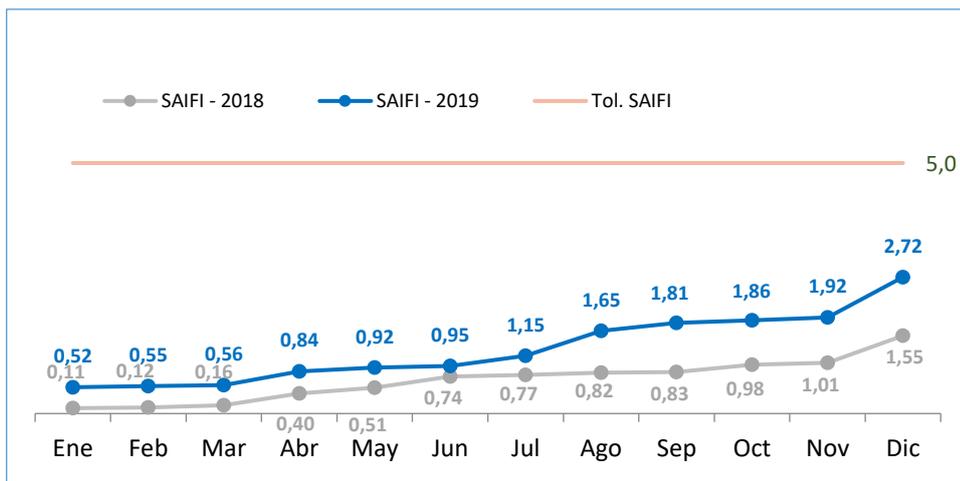


Figura N° 6. SAIFI – Sector típico 2

Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar en el sector típico 2 el indicador SAIFI del año 2018 es menor al del año 2019, teniendo un 0,41 más en el mes de enero y un 1,17 más en el mes de diciembre.

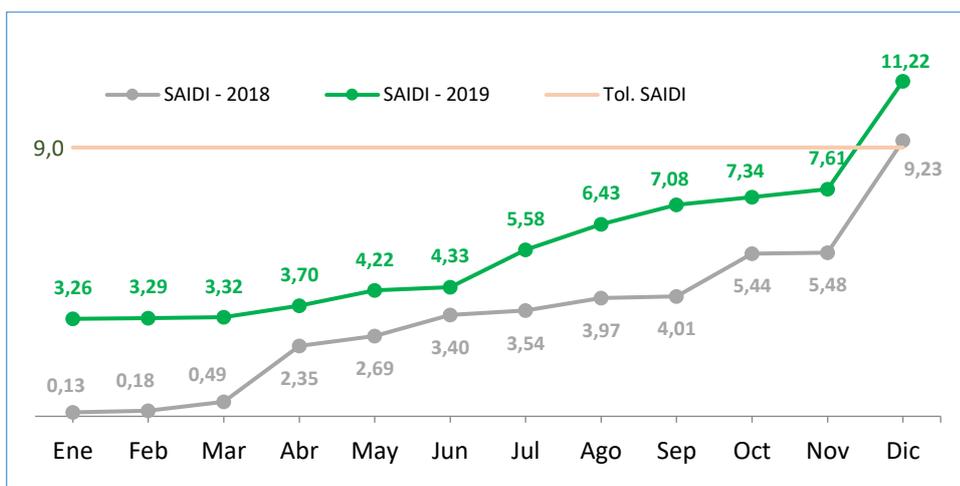


Figura N° 7. SAIDI - Sector típico 2

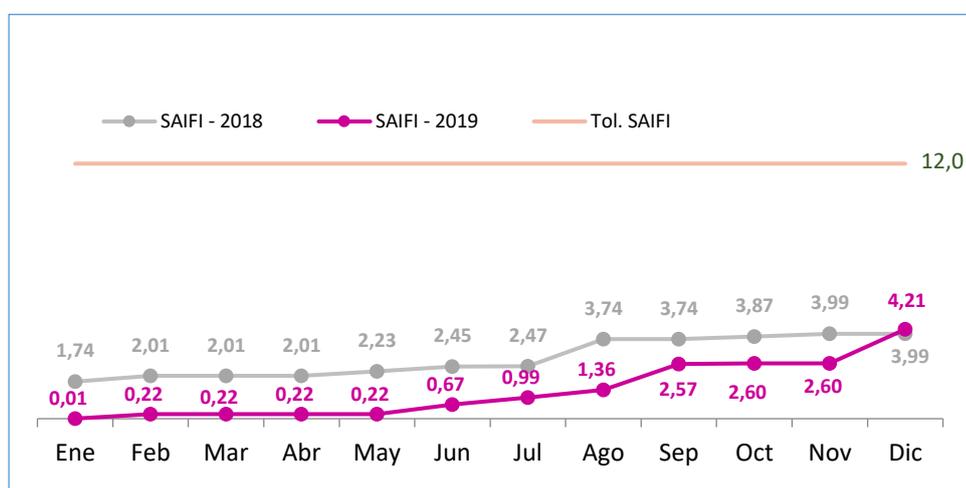
Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar en el sector típico 2 el indicador SAIDI del año 2018 es menor al del año 2019, teniendo un 3,13 más en el mes de enero y un 1,99 más en el mes de diciembre.

Tabla N° 7: SAIDI y SAIFI del sector típico 3 en los años 2018-2019

	Sector típico 3			
	SAIFI - 2018	SAIFI - 2019	SAIDI - 2018	SAIDI - 2019
Ene	1,74	0,01	4,34	0,10
Feb	2,01	0,22	5,06	1,02
Mar	2,01	0,22	5,06	1,02
Abr	2,01	0,22	5,06	1,02
May	2,23	0,22	6,54	1,02
Jun	2,45	0,67	7,68	3,12
Jul	2,47	0,99	7,70	4,23
Ago	3,74	1,36	10,00	5,37
Sep	3,74	2,57	10,00	7,34
Oct	3,87	2,60	10,90	7,68
Nov	3,99	2,60	12,52	7,68
Dic	3,99	4,21	12,52	14,83

Fuente: Sistema Luz del Sur

**Figura N° 8. SAIFI – Sector típico 3**

Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar en el sector típico 3 el indicador SAIFI del año 2018 es mayor al del año 2019, teniendo un 1,73 más en el mes de enero y en el mes de diciembre en el año 2019 se tiene un indicador mayor al del 2018 en un 0,22.

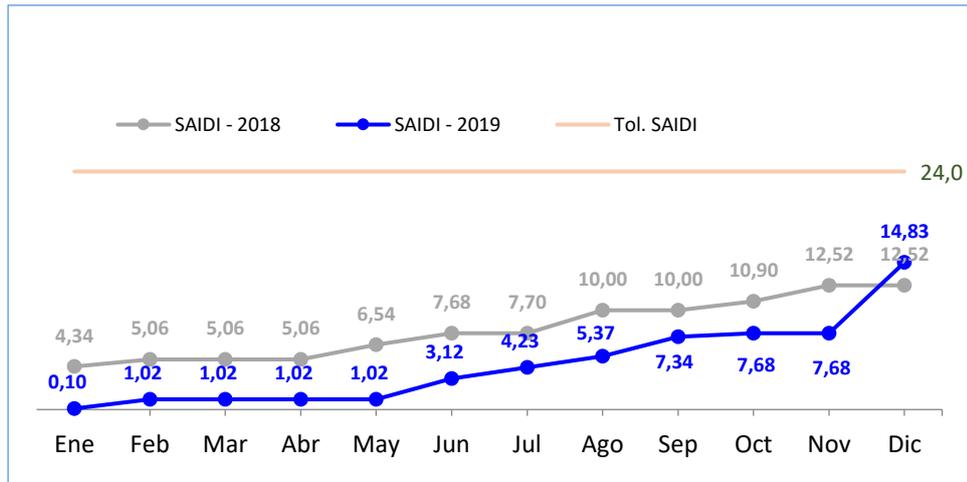


Figura Nº 9. SAIDI - Sector típico 3

Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar en el sector típico 3 el indicador SAIDI del año 2018 es mayor al del año 2019, teniendo un 4,24 más en el mes de enero y en el mes de diciembre en el año 2019 se tiene un indicador mayor al del 2018 en un 2,31.

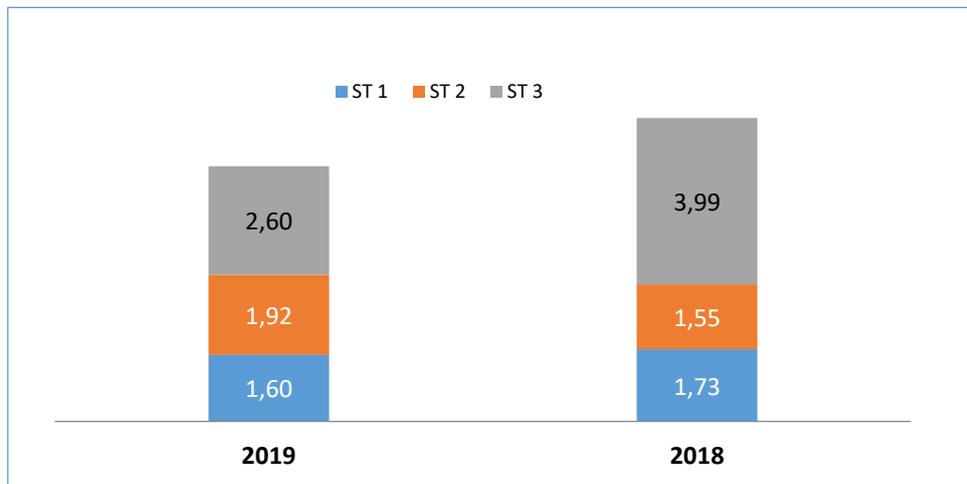


Figura Nº 10. SAIFI comparativa entre sectores típicos 2018 – 2019

Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar en el año 2018 el sector 3 consiguió el indicador SAIFI mas elevado con un 3,99, el sector 1 con un 1,73 y el sector 2 con un 1,55, en el año 2019 el indicador SAIFI mas elevado lo tiene el sector 3 con un 2,60, el sector 2 con un 1,92 y el sector 1 con un 1,60.

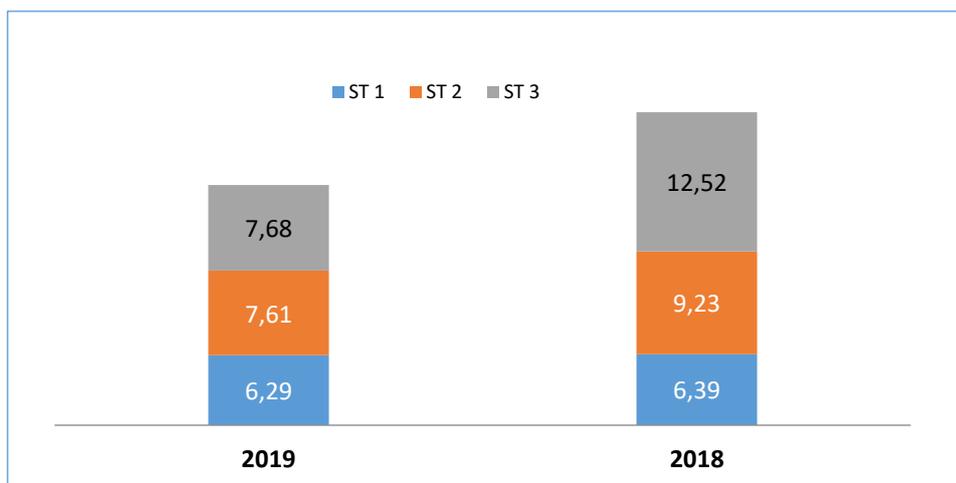


Figura N° 11. SAIDI comparativa entre sectores típicos 2018 – 2019
Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar en el año 2018 el sector 3 consiguió el indicador SAIDI más elevado con un 12,52, el sector 2 con un 9,23 y el sector 3 con un 6,39, en el año 2019 el indicador SAIDI más elevado lo tiene el sector 3 con un 7,68, el sector 2 con un 7,61 y el sector 1 con un 6,29.

Análisis de indicadores SAIDI y SAIFI por alimentador

Tabla N° 8: Indicador SAIFI por alimentador comparativa 2018 - 2019

Alim.	2019	2018
VM02	0,06	0,04
Z19	0,04	0,00
MO25	0,04	0,01
MA02	0,03	0,01
SJ04	0,03	0,03
SA16	0,03	0,01
SC10	0,03	0,05
VM21	0,03	0,01
VM15	0,03	0,02
NA04	0,03	0,03
VM14	0,03	0,02
SJ03	0,03	0,02
VM10	0,02	0,01
SC22	0,02	0,01
PR11	0,02	0,01
Otros	1,31	1,45
Total	1,773	1,728

Fuente: Sistema Luz del Sur

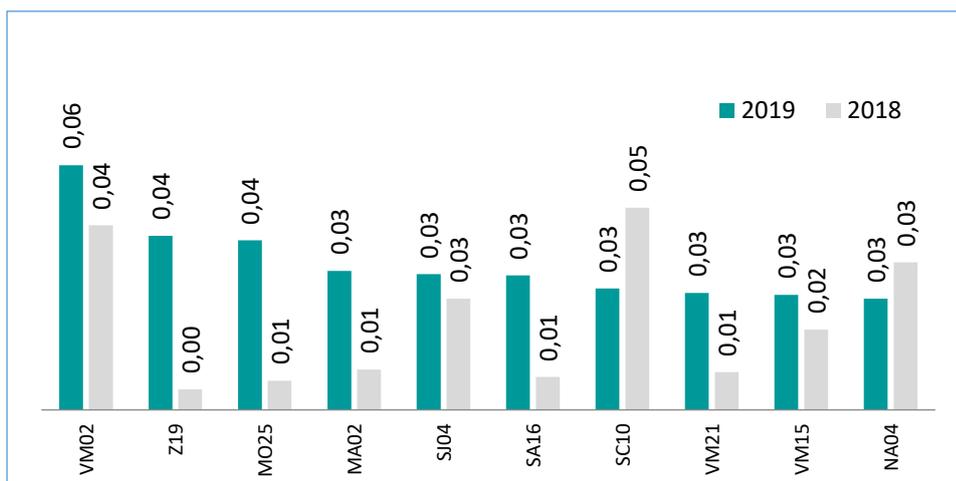


Figura N° 12. SAIFI por alimentador

Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar el indicador de confiabilidad SAIFI en el año 2018 es más elevado en el alimentador SC10 con un 0,05 y el más bajo es del alimentador Z19 tiene 0 en el indicador de confiabilidad, en el 2019 el alimentador con un indicador de confiabilidad SAIFI mas elevado es el VM02 con un 0,06 y el indicador de confiabilidad mas bajo es de los alimentadores BM10, SC22 y PR11 con un 0,02.

Tabla N° 9: Indicador SAIDI por alimentador comparativa 2018 – 2019

Alim.	2019	2018
MA02	0,23	0,03
VM02	0,17	0,17
VM21	0,16	0,05
SJ04	0,16	0,10
PL03	0,15	0,00
SA14	0,14	0,03
PA06	0,14	0,16
SJ09	0,12	0,02
NA04	0,11	0,19
SJ03	0,11	0,12
MO25	0,11	0,07
VM20	0,10	0,12
SJ05	0,10	0,07
SC22	0,10	0,10
SJ01	0,10	0,09
Otros	4,85	5,06
Total	6,844	6,386

Fuente: Sistema Luz del Sur

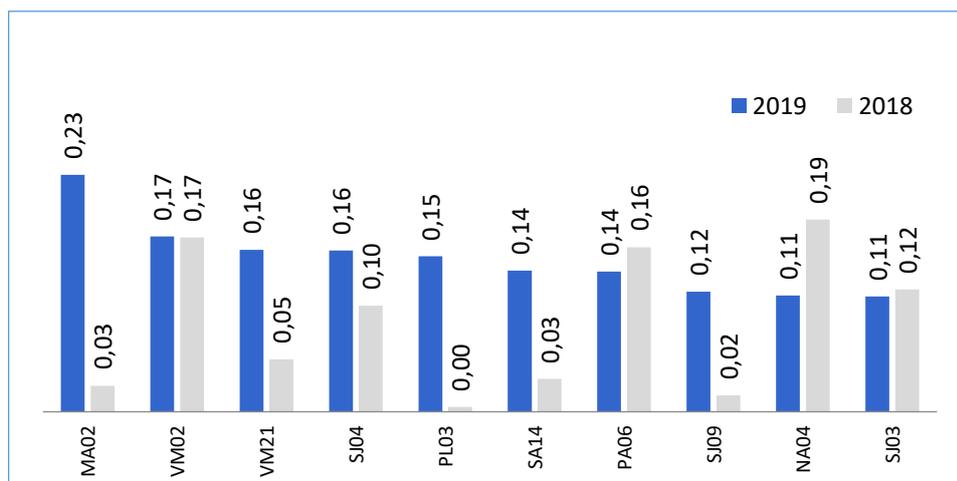


Figura N° 13. SAIDI por alimentador

Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar el indicador de confiabilidad SAIDI en el año 2018 es más elevado en el alimentador NA04 con un 0,19 y el más bajo es del alimentador SJ09 tiene 0,02 en el indicador de confiabilidad, en el 2019 el alimentador con un indicador de confiabilidad SAIFI más elevado es el MA02 con un 0,23 y el indicador de confiabilidad más bajo es de los alimentadores PL03, con 0.

Análisis de indicadores SAIDI y SAIFI por departamento

Tabla N° 10: Indicador SAIFI por departamento comparativo 2019 - 2020

Dpto.	2020	2019	Dpto.
DPTO. MANTENIMIENTO INSTALACIONES MT	0,576	0,580	DMIMT
DPTO. ING. Y CONSTRUCCIÓN CLIENTES MAYORES A 50 KW	0,090	0,111	DPMC
DPTO. ING. Y CONSTRUCCIÓN CLIENTES HASTA 50 KW	0,082	0,065	DPHC
DPTO. CENTRO DE CONTROL	0,028	0,004	DCC
DPTO. CONTROL TÉCNICO Y CALIDAD DE SERVICIO	0,008	0,008	DCTCS
DPTO. MANTENIMIENTO INSTALACIONES BT	0,001	0,000	DMIBT

Fuente: Sistema Luz del Sur

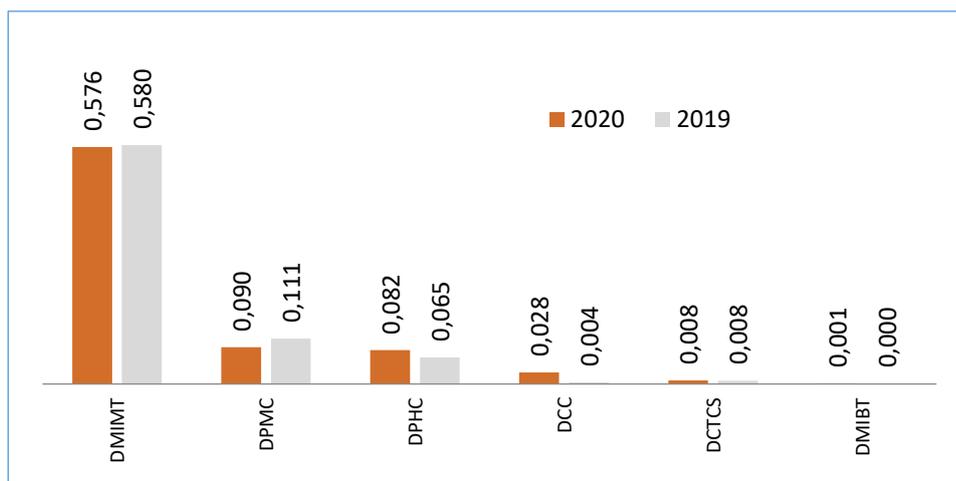


Figura N° 14. SAIFI por departamento
Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar el indicador SAIFI más elevado en el año 2019 está en el departamento de mantenimiento e instalaciones MT con un 0,580 y el más bajo corresponde al departamento de mantenimiento e instalaciones BT con un 0, en el año 2020 el indicador más elevado está en el departamento de mantenimiento e instalaciones MT con un 0,576 y el más bajo corresponde al departamento de mantenimiento e instalaciones BT con un 0,001.

Tabla N° 11: Indicador SAIDI por departamento comparativo 2019 - 2020

Dpto.	2020	2019	Dpto
DPTO. MANTENIMIENTO INSTALACIONES MT	3,214	2,891	DMIMT
DPTO. ING. Y CONSTRUCCIÓN CLIENTES HASTA 50 KW	0,516	0,370	DPHC
DPTO. ING. Y CONSTRUCCIÓN CLIENTES MAYORES A 50 KW	0,498	0,665	DPMC
DPTO. CONTROL TÉCNICO Y CALIDAD DE SERVICIO	0,022	0,007	DCTCS
DPTO. CENTRO DE CONTROL	0,007	0,010	DCC
DPTO. MANTENIMIENTO INSTALACIONES BT	0,006	0,002	DMIBT

Fuente: Sistema Luz del Sur

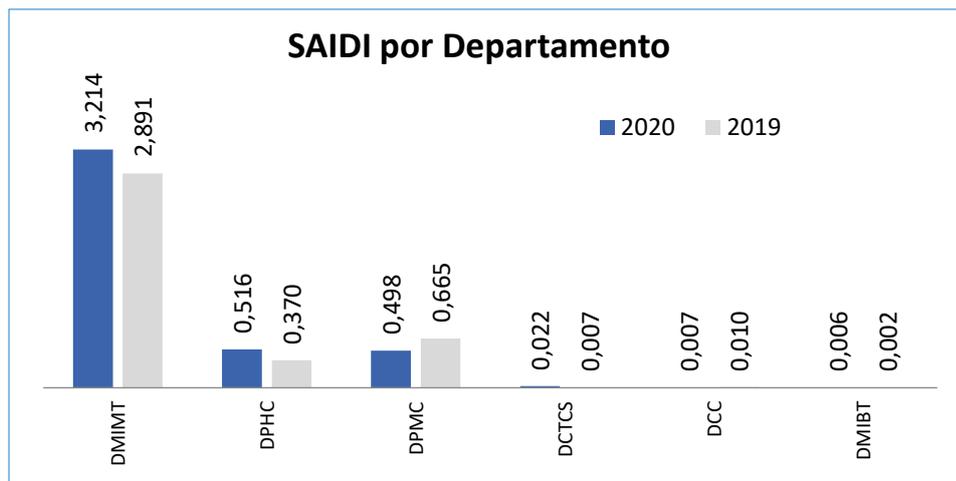


Figura N° 15. SAIDI por departamento
Fuente: Sistema Luz del Sur

Como se puede apreciar el indicador SAIDI más elevado en el año 2019 está en el departamento de mantenimiento e instalaciones MT con un 2,891 y el más bajo corresponde al departamento de mantenimiento e instalaciones BT con un 0,002, en el año 2020 el indicador más elevado está en el departamento de mantenimiento e instalaciones MT con un 3,214 y el más bajo corresponde al departamento de mantenimiento e instalaciones BT con un 0,006.

5.3. Evaluación del potencial energético disponible

La zona sur del Perú se caracteriza por presentar un alto potencial energético solar por lo cual la tecnología para la Generación Distribuida a implantar será un Sistema Fotovoltaico, la cual además se caracteriza por presentar muchas ventajas como:

- Los costos de operación y mantenimiento son mínimos, el sistema es electrónico, no contiene piezas mecánicas, piezas rotativas como las tienen sistemas eólicos o hidráulicos, componentes que se encuentran en constante desgaste por lo cual se requieren mantenimientos planificados y personal que revisen el adecuado funcionamiento.
- Las baterías son selladas, no requieren mantenimiento, lo único los paneles solares de acorde al nivel de polvo, esto es menor que un sistema convencional normal.

- Cuanto están en operación no contaminan, son silenciosas.
- Tiene una vida útil superior a 20 años, un tiempo de vida prolongado, el retorno de inversión puede ser de 2 a 3 años, los 17 años restantes sería ganancia.
- Son sistemas flexibles, permiten aumentar la potencia instalada, no es estacionario.
- Los sistemas fotovoltaicos pueden desconectarse y conectarse, pero lo más recomendable es utilizar la energía generada, en el diagrama costo beneficio se va haber afectado.

Para la evaluación del potencial energético solar disponible en la zona de estudio empleamos el software “HelioScope”, el cual cuenta con una base de datos solares histórica georreferenciada.

Es una aplicación que simplifica el proceso de diseño y dimensionamiento de una instalación de paneles solares. Incluye todas las características de Pvsyst y añade la funcionalidad de diseño de AutoCAD, lo cual permite a los integradores hacer un diseño completo con un solo software

Importa archivos meteorológicos para conocer el clima en la zona. Incorpora análisis de sombras, física de los módulos fotovoltaicos, analiza la resistencia de los cables, así como de otros factores para realizar una simulación de lo más exacta. Estima valores de producción eléctrica y de producción de energía solar por hora. Puede calcular la potencia requerida con mayor precisión. Al seleccionar los componentes y ejecutar múltiples simulaciones para la misma ubicación te brinda la opción de comparar los resultados y elegir la mejor opción de configuración del diseño.

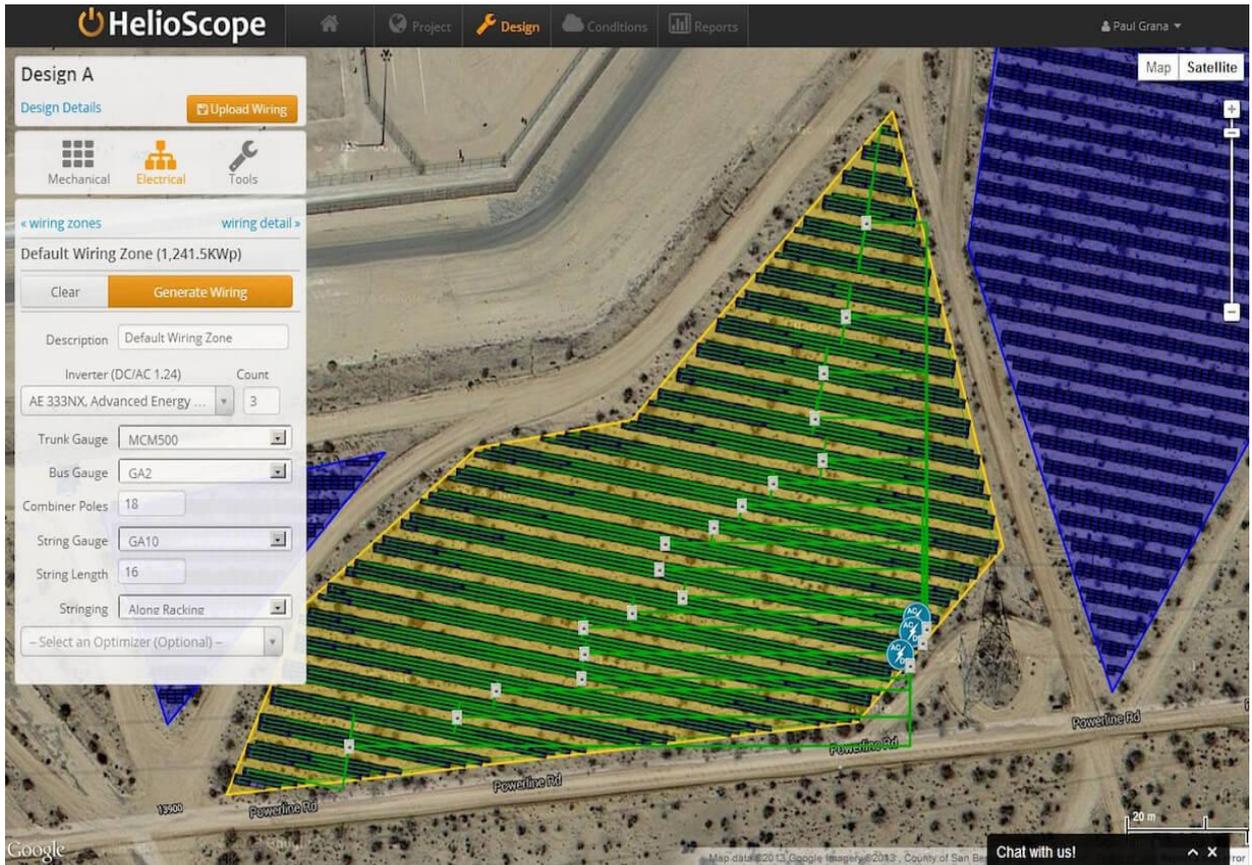


Figura 18. Dimensionamiento de paneles solares
Fuente: HelioScope

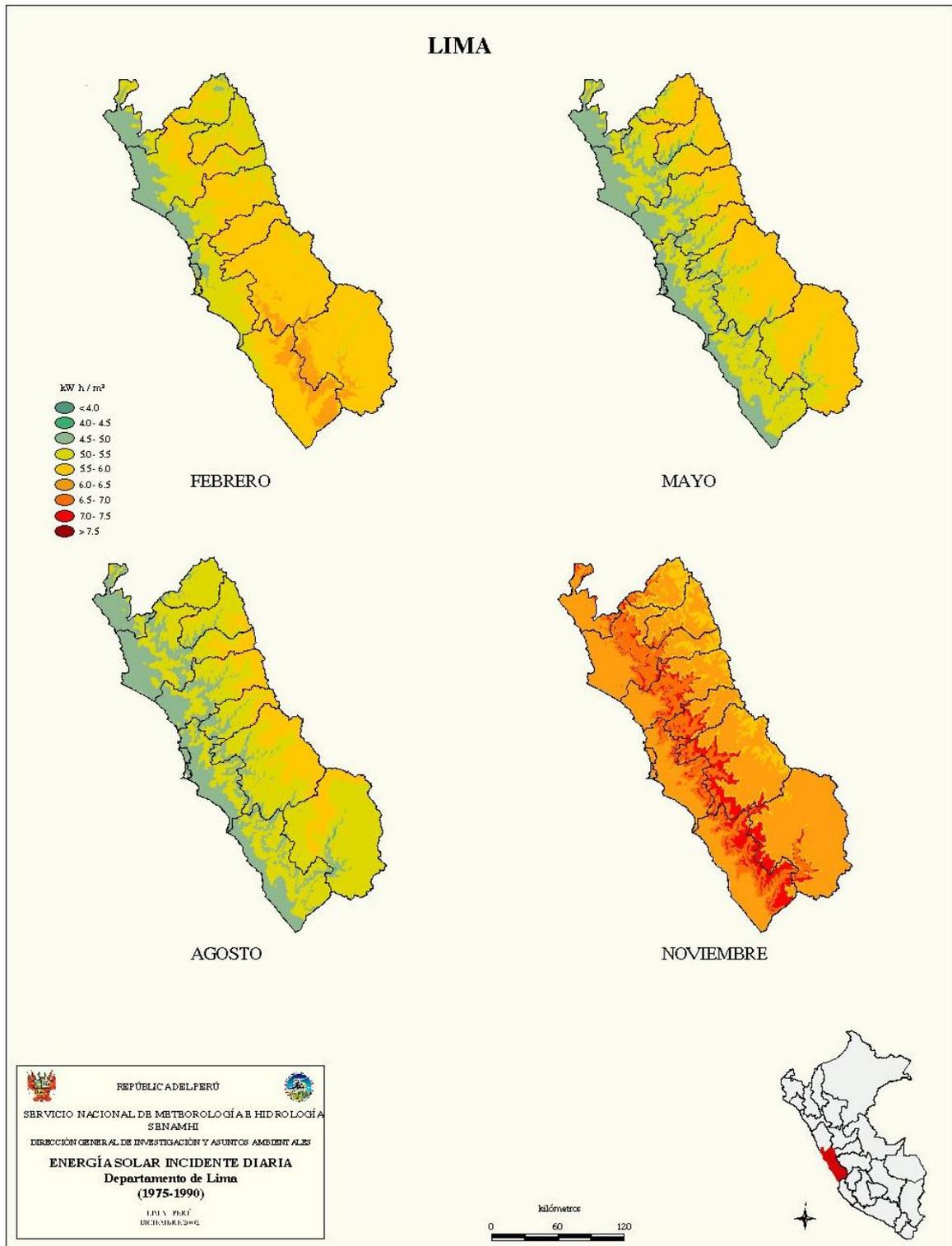


Figura 19. Energía solar incidente diaria
 Fuente: Servicio Nacional de Meteorología Hidrológica SENAMHI

SET SAN VICENTE – ALIMENTADOR CÑ-02

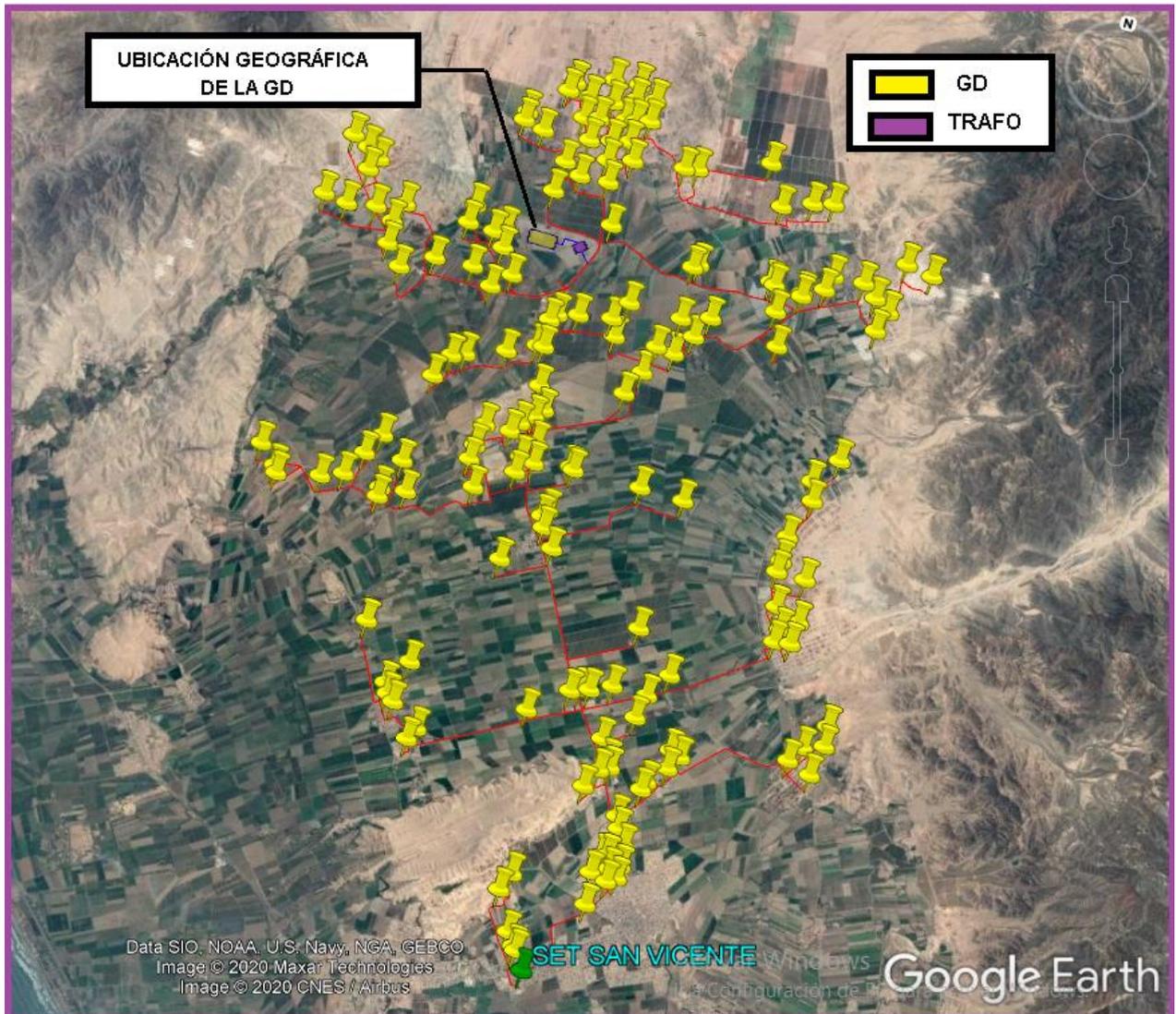


Figura 20. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-02
Fuente: Google Earth

La ubicación de la generación distribuida implantada tiene las coordenadas geográficas (-12.966096, -76.387024), las cuales son ingresadas al software y nos ubica de forma satelital en nuestra zona de estudio, posteriormente recorreremos el perímetro del terreno que será ocupado por el sistema solar fotovoltaico para determinar el máximo potencial solar.

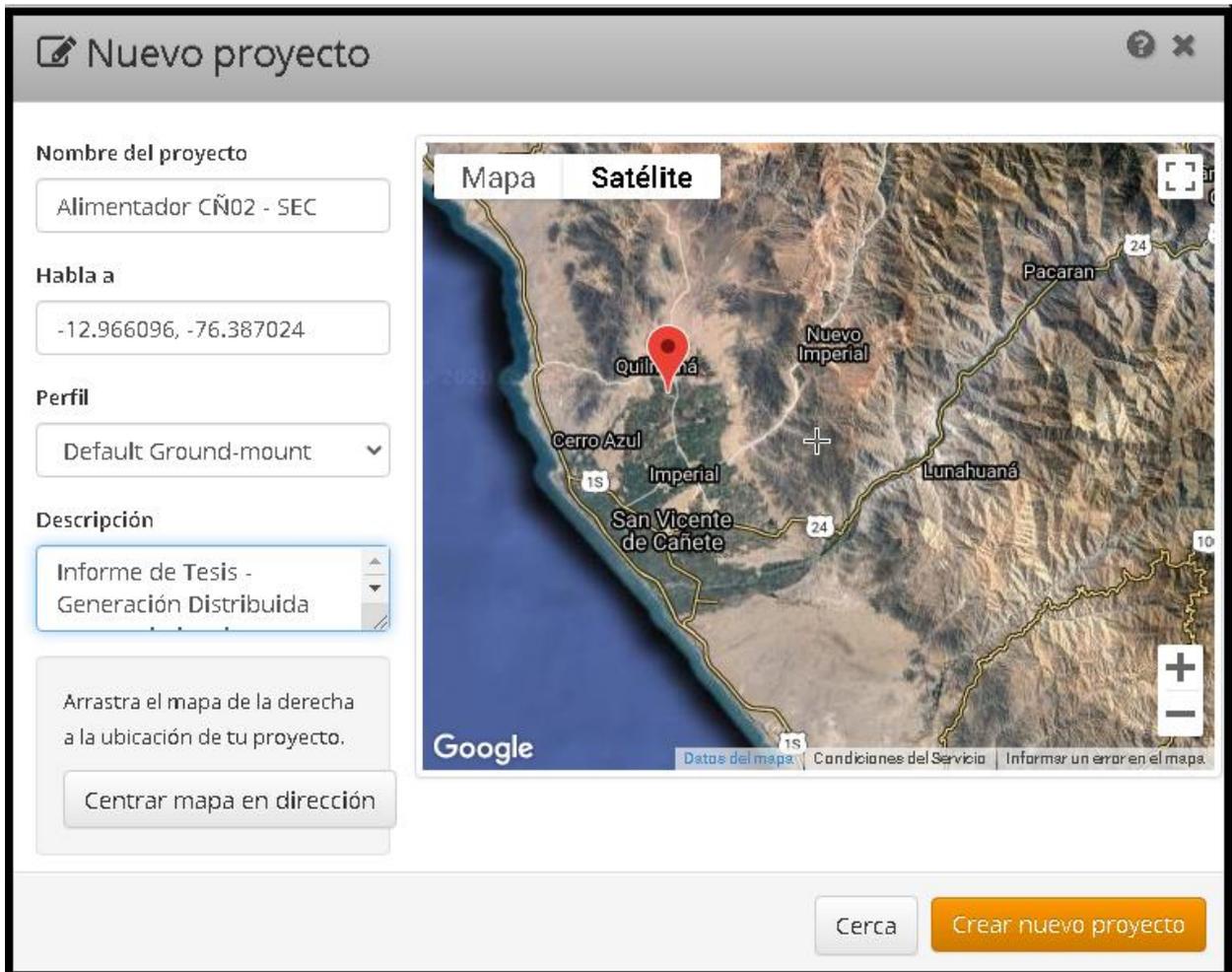


Figura 21. Proyecto de Sistema Solar Fotovoltaico – Alim CÑ02
Fuente: HelioScope



Figura 22. Potencial Solar CN02
Fuente: HelioScope

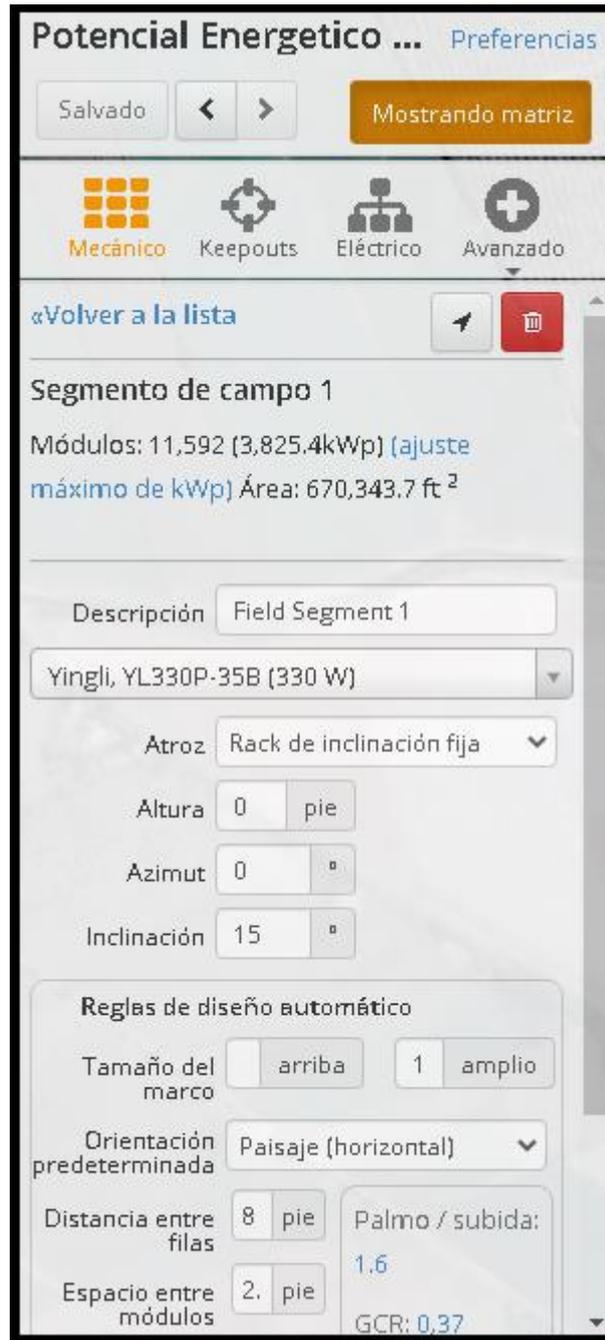


Figura 23. Resultados CÑ02
Fuente: HelioScope

De acuerdo a la ubicación geográfica de la generación distribuida y la base de datos solar del software para el terreno señalado resulta un potencial energético solar máximo de 3.83 MW que puede aprovecharse como fuente de energía alterna ante interrupciones del suministro.

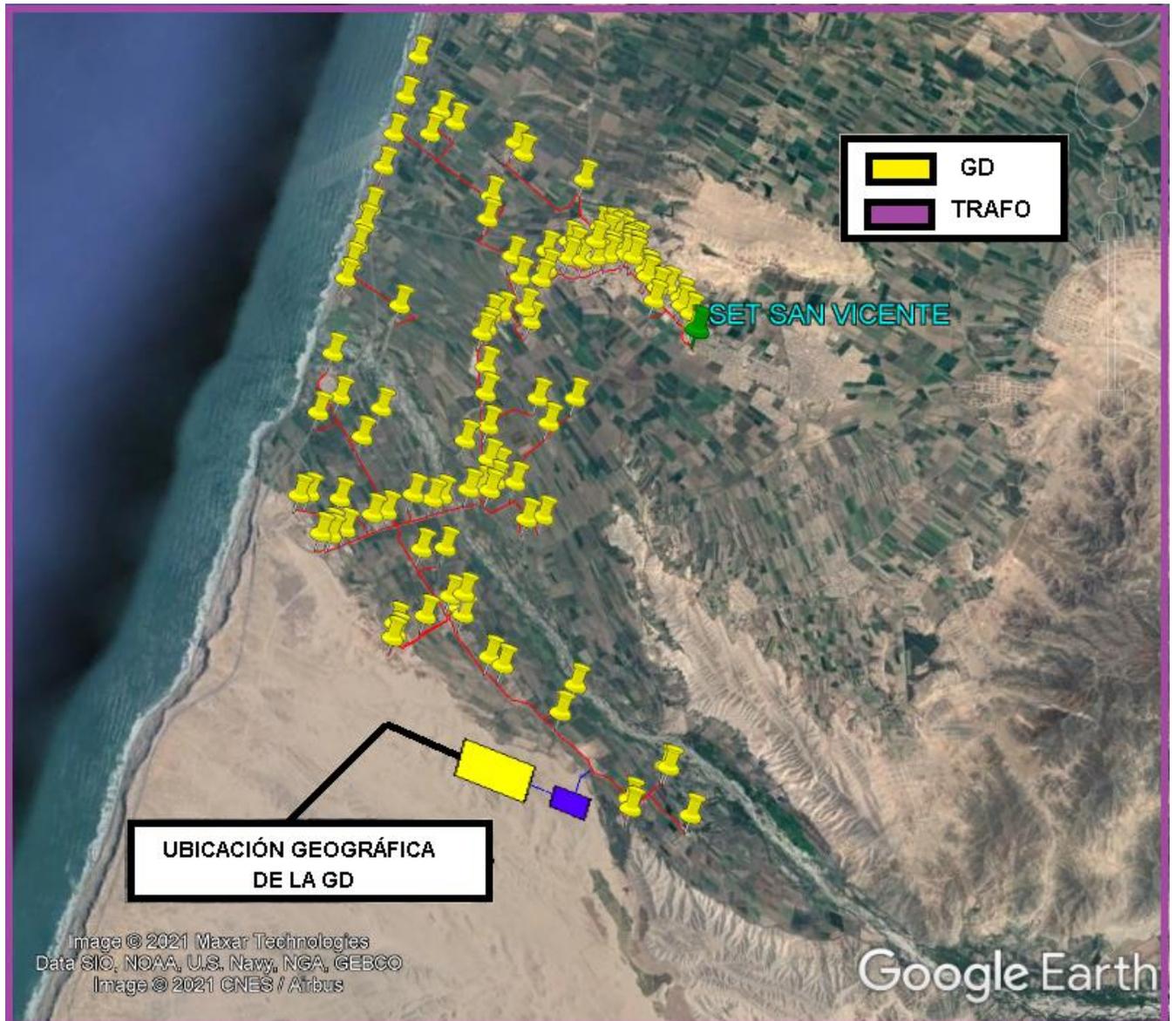
SET SAN VICENTE – ALIMENTADOR CÑ-03

Figura 24. Ubicación geográfica de la Generación Distribuida para el Alimentador CÑ-03

Fuente: Google Earth

La ubicación de la generación distribuida implantada tiene las coordenadas geográficas (-12.966096, -76.387024), las cuales son ingresadas al software y nos ubica de forma satelital en nuestra zona de estudio, posteriormente recorreremos el perímetro del terreno que será ocupado por el sistema solar fotovoltaico para determinar el máximo potencial solar.

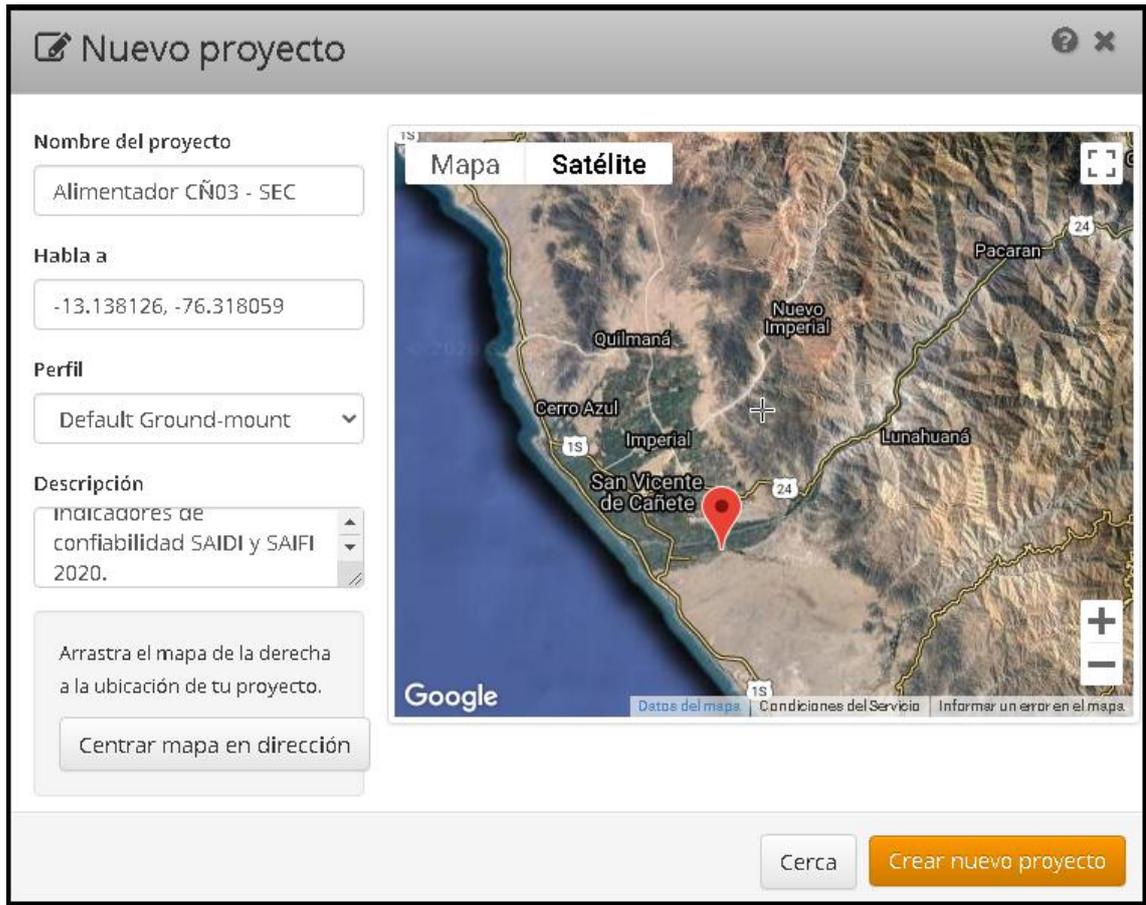


Figura 25. Proyecto de Sistema Solar Fotovoltaico – Alim CÑ03
Fuente: HelioScope



Figura 26. Potencial Solar CÑ03
Fuente: HelioScope

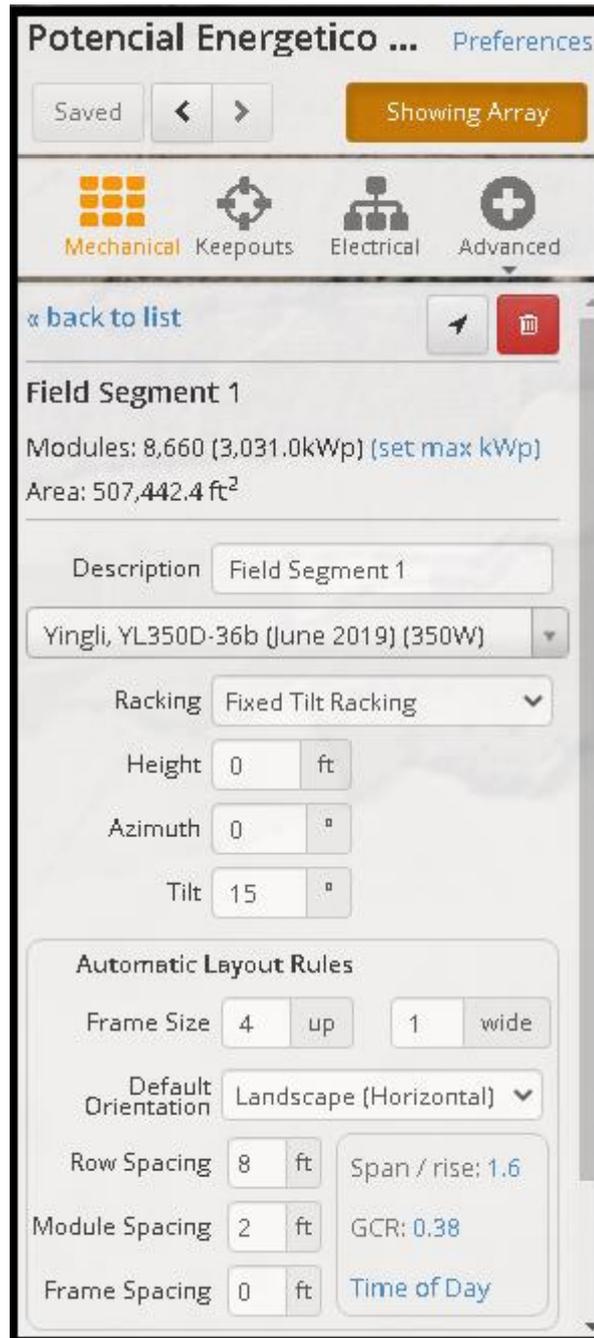


Figura 27. Resultados CÑ03
Fuente: HelioScope

De acuerdo a la ubicación geográfica de la generación distribuida y la base de datos solar del software para el terreno señalado resulta un potencial energético solar máximo de 3.01 MW que puede aprovecharse como fuente de energía alterna ante interrupciones del suministro.

5.4. Análisis de la confiabilidad en el sistema eléctrico de cañete sin generación distribuida

Para el análisis de confiabilidad se considera el desempeño de los alimentadores correspondientes al Sistema Eléctrico de Cañete del año 2019, para su modelamiento se considera el estado de los componentes tal y como estaban en ese año, la información fiable que se emplea es brindada por la empresa concesionaria Luz del Sur, esquemas unifilares así como también los reportes de interrupción correspondientes al año 2019 a partir del cual se determinan la cantidad de interrupciones imprevistas y programadas por alimentador.

Para el análisis de confiabilidad del Sistema Eléctrico de Cañete se hace uso del software Power Factory a través de la herramienta de análisis de confiabilidad.

Los parámetros de confiabilidad se determinan a partir del reporte de interrupciones y la cantidad de clientes conectados por alimentador se obtienen de los reportes remitidos por la empresa concesionaria a OSINERGMIN en cumplimiento del procedimiento 074.

Los circuitos laterales de los alimentadores correspondientes al Sistema Eléctrico de Cañete se modelarán como cargas concentradas, considerando para cada una la cantidad de usuarios conectados y su demanda ya que la Generación Distribuida se implantará en la Troncal de los alimentadores correspondientes. Para simplificar el cálculo del análisis de confiabilidad se consideran las tasas de fallas en los cables de los alimentadores correspondientes al Sistema Eléctrico de Cañete y los demás componentes se consideran plenamente confiables, así como los elementos de protección que están coordinados correctamente.

Se tomó en cuenta en el modelamiento de los alimentadores del Sistema Eléctrico de Cañete la ubicación de los equipos de protección, tanto en la cabecera de los alimentadores como a lo largo de la troncal, esto permitirá al software determinar correctamente los indicadores de confiabilidad.

Es necesario mencionar que los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI calculados por el software son aquellos que se calculan con interrupciones

originadas en instalaciones de Distribución y considerando las condiciones establecidas en el procedimiento 074.

ALIMENTADOR CN-01

Los parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ01 se determinaron a partir del reporte de interrupciones del año 2019 de la empresa concesionaria Luz del Sur, se consideraron las interrupciones imprevistas y programadas las cuales están adjuntas en los anexos, así como también la información de las características de las cargas concentradas.

Tabla 19. *Parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ01*

Sistema Eléctrico de Cañete		
Alimentador	Tasa de fallas (veces/año)	Tiempo de reparación (horas)
CÑ-01	0.743	0.892

Fuente: Power Factory

Figura 28. *Parámetros de confiabilidad – Alimentador CÑ01*

Fuente: Power Factory

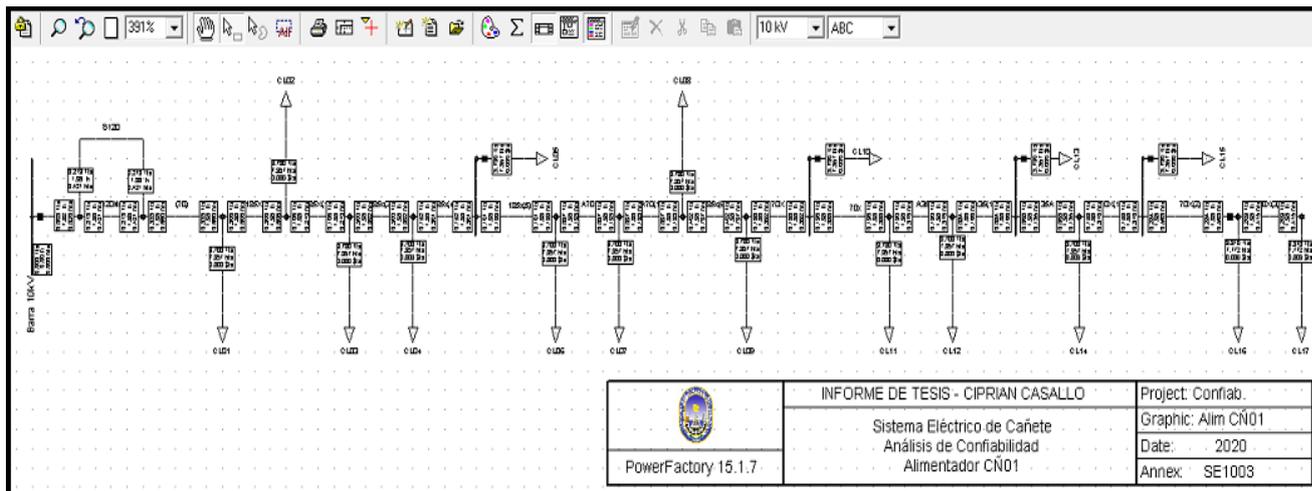


Figura 29. Modelamiento del alimentador CÑ01
Fuente: Power Factory

System Summary	
System Average Interruption Frequency Index	: SAIFI = 2.640935 l/Ca
Customer Average Interruption Frequency Index	: CAIFI = 2.640935 l/Ca
System Average Interruption Duration Index	: SAIDI = 2.379 h/Ca
Customer Average Interruption Duration Index	: CAIDI = 0.901 h
Average Service Availability Index	: ASAI = 0.9997284493
Average Service Unavailability Index	: ASUI = 0.0002715507
Energy Not Supplied	: ENS = 11.017 MWh/a
Average Energy Not Supplied	: AENS = 0.002 MWh/Ca
Average Customer Curtailment Index	: ACCI = 0.001 MWh/Ca
Expected Interruption Cost	: EIC = 0.000 M\$/a
Interrupted Energy Assessment Rate	: IEAR = 0.000 \$/kWh
System energy shed	: SES = 0.000 MWh/a
Average System Interruption Frequency Index	: ASIFI = 2.637758 l/a
Average System Interruption Duration Index	: ASIDI = 2.375950 h/a
Momentary Average Interruption Frequency Index	: MAIFI = 0.000000 l/Ca

Figura 30. Resultados de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI - CÑ01
Fuente: Power Factory

ALIMENTADOR CN-02

Los parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ02 se determinaron a partir del reporte de interrupciones del año 2019 de la empresa concesionaria Luz del Sur, se consideraron las interrupciones imprevistas y programadas las cuales están adjuntas en los anexos, así como también la información de las características de las cargas concentradas.

Tabla 20. Parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ02

Sistema Eléctrico de Cañete		
Alimentador	Tasa de fallas (veces/año)	Tiempo de reparación (horas)
CÑ-02	0.413	1.12

Fuente: Power Factory

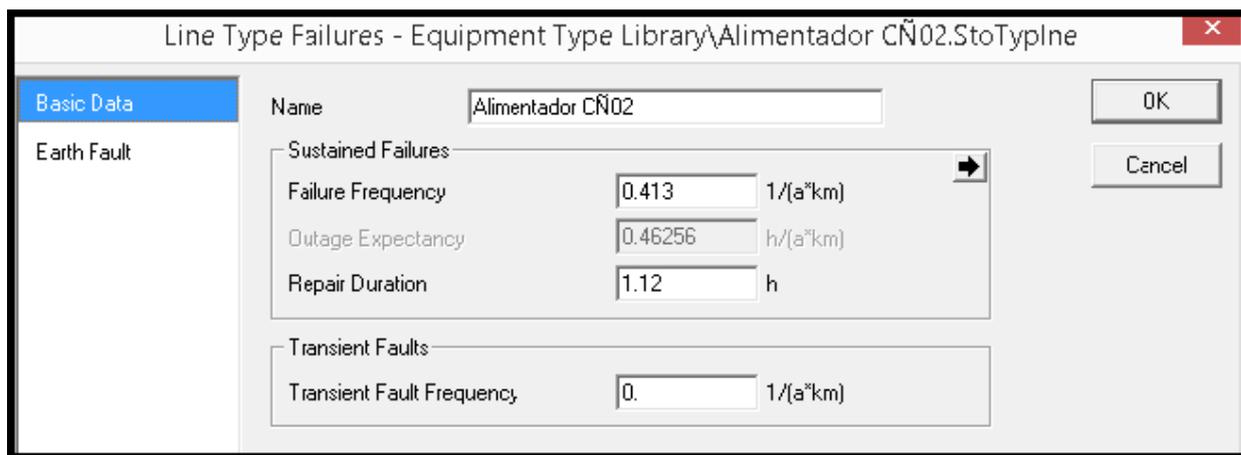


Figura 31. Parámetros de confiabilidad – Alimentador CÑ02
Fuente: Power Factory

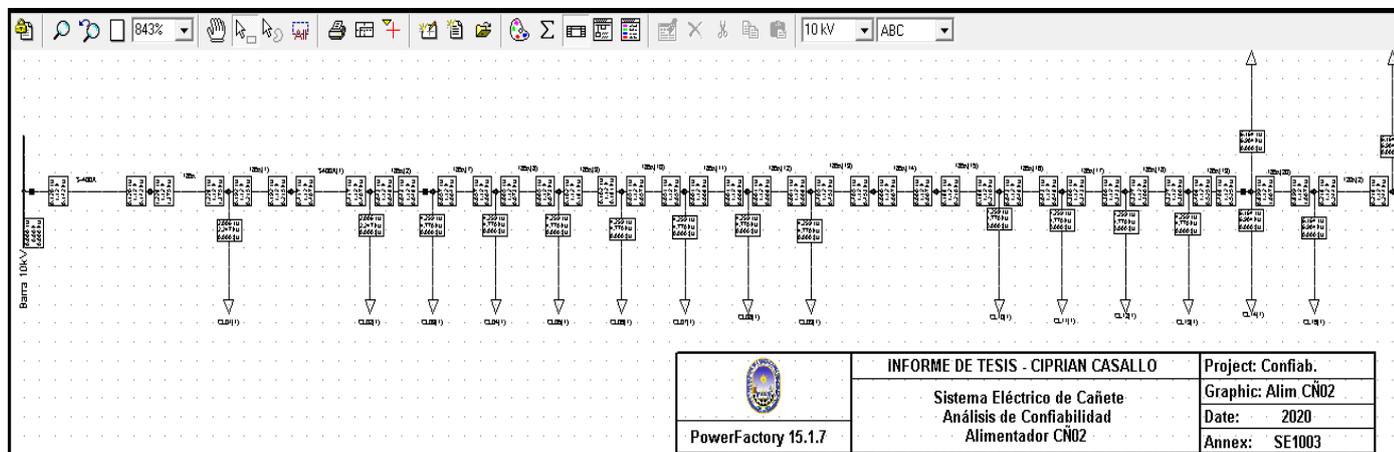


Figura 32. Modelamiento del alimentador CÑ02
Fuente: Power Factory

Study Case: Estudio sin Generacion Distribuıda			
System Summary			
System Average Interruption Frequency Index	:	SAIFI =	5.396989 l/Ca
Customer Average Interruption Frequency Index	:	CAIFI =	5.396989 l/Ca
System Average Interruption Duration Index	:	SAIDI =	6.045 h/Ca
Customer Average Interruption Duration Index	:	CAIDI =	1.120 h
Average Service Availability Index	:	ASAI =	0.9993099741
Average Service Unavailability Index	:	ASUI =	0.0006900259
Energy Not Supplied	:	ENS =	53.431 MWh/a
Average Energy Not Supplied	:	AENS =	0.005 MWh/Ca
Average Customer Curtailment Index	:	ACCI =	0.005 MWh/Ca
Expected Interruption Cost	:	EIC =	0.000 M\$/a
Interrupted Energy Assessment Rate	:	IEAR =	0.000 \$/kWh
System energy shed	:	SES =	0.000 MWh/a
Average System Interruption Frequency Index	:	ASIFI =	5.890770 l/a
Average System Interruption Duration Index	:	ASIDI =	6.597663 h/a
Momentary Average Interruption Frequency Index	:	MAIFI =	0.000000 l/Ca

Figura 33. Resultados de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI - CÑ02

Fuente: Power Factory

ALIMENTADOR CN-03

Los parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ03 se determinaron a partir del reporte de interrupciones del año 2019 de la empresa concesionaria Luz del Sur, se consideraron las interrupciones imprevistas y programadas las cuales están adjuntas en los anexos, así como también la información de las características de las cargas concentradas.

Tabla 21. Parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ03

Sistema Eléctrico de Cañete		
Alimentador	Tasa de fallas (veces/año)	Tiempo de reparación (horas)
CÑ-01	0.502	1.23

Fuente: Power Factory

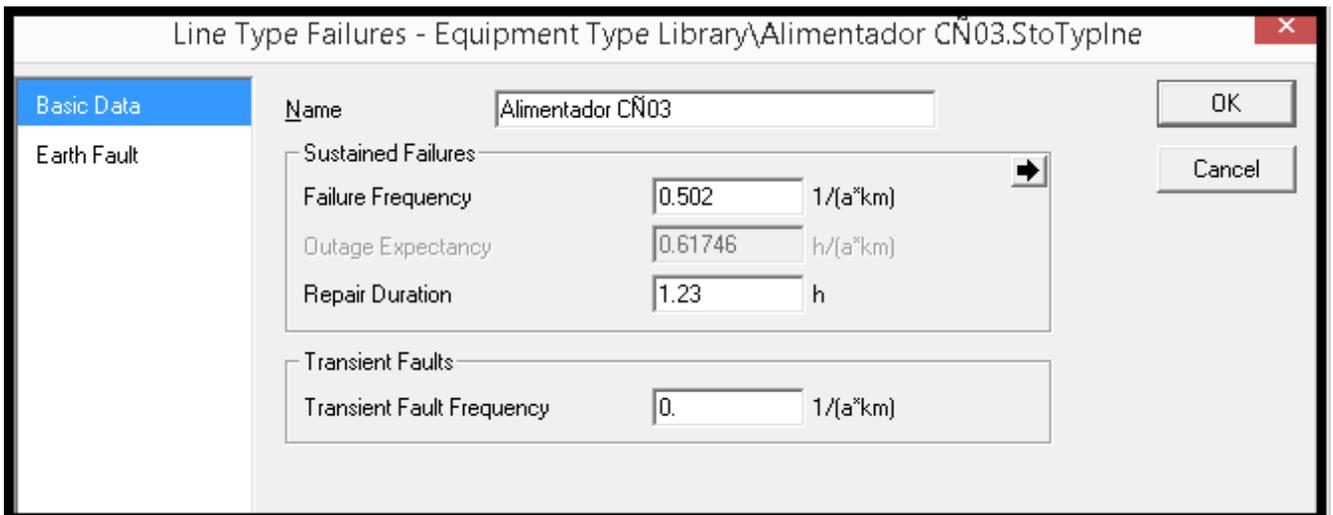


Figura 34. Parámetros de confiabilidad – Alimentador CÑ03
Fuente: Power Factory

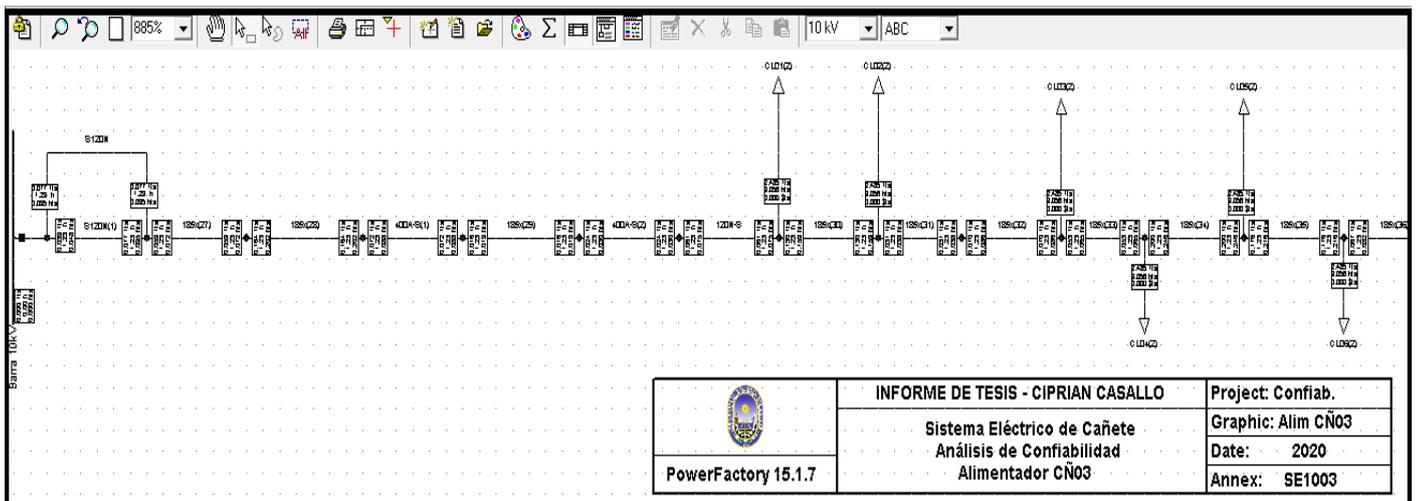


Figura 35. Modelamiento del alimentador CÑ03
Fuente: Power Factory

Study Case: Estudio sin Generación Distribuida			
System Summary			
System Average Interruption Frequency Index	:	SAIFI =	6.192466 l/Ca
Customer Average Interruption Frequency Index	:	CAIFI =	6.192466 l/Ca
System Average Interruption Duration Index	:	SAIDI =	7.617 h/Ca
Customer Average Interruption Duration Index	:	CAIDI =	1.230 h
Average Service Availability Index	:	ASAI =	0.9991305098
Average Service Unavailability Index	:	ASUI =	0.0008694902
Energy Not Supplied	:	ENS =	26.321 MWh/a
Average Energy Not Supplied	:	AENS =	0.003 MWh/Ca
Average Customer Curtailment Index	:	ACCI =	0.003 MWh/Ca
Expected Interruption Cost	:	EIC =	0.000 M\$/a
Interrupted Energy Assessment Rate	:	IEAR =	0.000 \$/kWh
System energy shed	:	SES =	0.000 MWh/a
Average System Interruption Frequency Index	:	ASIFI =	6.191952 l/a
Average System Interruption Duration Index	:	ASIDI =	7.616101 h/a
Momentary Average Interruption Frequency Index	:	MAIFI =	0.000000 l/Ca

Figura 36. Resultados de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI - CÑ03
Fuente: Power Factory

ALIMENTADOR CN-05

Los parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ05 se determinaron a partir del reporte de interrupciones del año 2019 de la empresa concesionaria Luz del Sur, se consideraron las interrupciones imprevistas y programadas las cuales están adjuntas en los anexos, así como también la información de las características de las cargas concentradas.

Tabla 22. Parámetros de confiabilidad del alimentador CÑ05

Sistema Eléctrico de Cañete		
Alimentador	Tasa de fallas (veces/año)	Tiempo de reparación (horas)
CÑ-05	0.412	1.14

Fuente: Power Factory

Study Case: Estudio sin Generación Distribuida			
System Summary			
System Average Interruption Frequency Index	:	SAIFI =	4.910902 l/Ca
Customer Average Interruption Frequency Index	:	CAIFI =	4.910902 l/Ca
System Average Interruption Duration Index	:	SAIDI =	5.568 h/Ca
Customer Average Interruption Duration Index	:	CAIDI =	1.134 h
Average Service Availability Index	:	ASAI =	0.9993644394
Average Service Unavailability Index	:	ASUI =	0.0006355606
Energy Not Supplied	:	ENS =	46.167 MWh/a
Average Energy Not Supplied	:	AENS =	0.004 MWh/Ca
Average Customer Curtailment Index	:	ACCI =	0.006 MWh/Ca
Expected Interruption Cost	:	EIC =	0.000 M\$/a
Interrupted Energy Assessment Rate	:	IEAR =	0.000 \$/kWh
System energy shed	:	SES =	0.000 MWh/a
Average System Interruption Frequency Index	:	ASIFI =	4.956232 l/a
Average System Interruption Duration Index	:	ASIDI =	5.610959 h/a
Momentary Average Interruption Frequency Index	:	MAIFI =	0.000000 l/Ca

Figura 39. Resultados de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI - CÑ05
Fuente: Power Factory

5.5. Análisis de la confiabilidad en el sistema eléctrico de cañete con generación distribuida

Para el análisis de la confiabilidad en los alimentadores que más impactan en los indicadores de confiabilidad del sistema eléctrico de cañete se implanto la generación distribuida como fuente de generación alterna ante contingencias, debido a que estos alimentadores carecen de enlaces auxiliares que permitan realizar el traslado de carga y por ende los clientes se ven interrumpidos por tiempos prolongados. En este caso es necesario que la Generación Distribuida pueda suplir la demanda cuando se presenten interrupciones en el suministro, por ello es importante que la capacidad de generación sea la suficiente para poder abastecer la demanda. Para que esta mejora de los índices de confiabilidad sea posible es necesario que la generación distribuida opere en modo isla, lo cual no es tan simple ya que se requieren estudios que aseguren que los parámetros de tensión y frecuencia se mantengan dentro de los límites permisibles, así como también un estudio de protecciones ya que al pasar al modo isla se modifica la configuración de la topología de la red por ende la impedancia del sistema para las cuales han sido diseñadas.

Para el análisis de confiabilidad se consideró un escenario post-falla en cada alimentador, de esta forma los nodos aguas abajo del alimentador pasarían a ser atendidos por la generación distribuida operando de esta forma en modo isla, finalmente se corre el análisis de confiabilidad con el software obteniéndose los siguientes resultados para los alimentadores críticos.

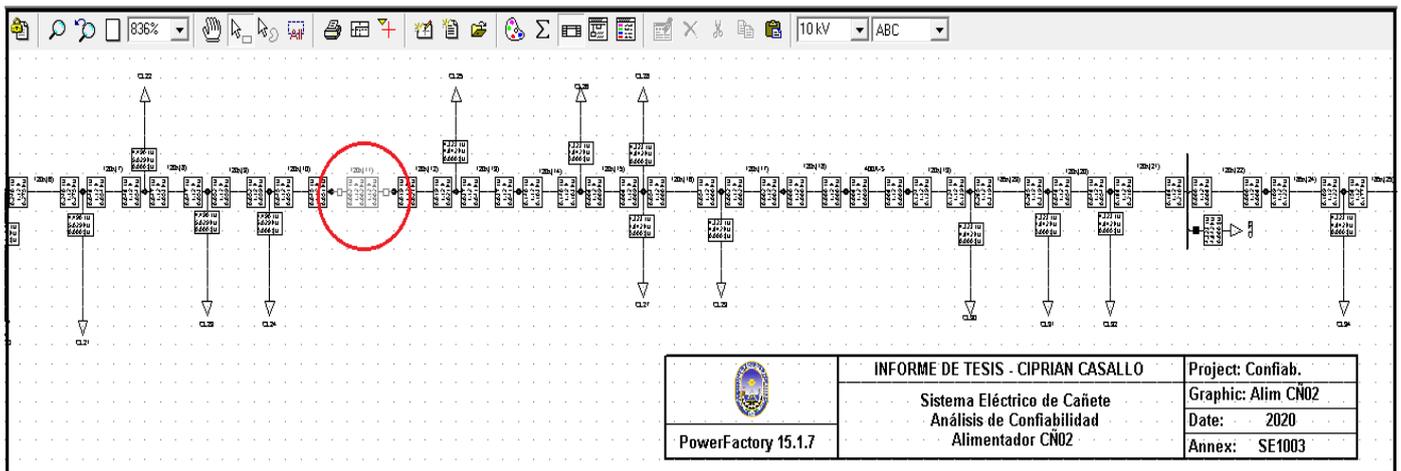


Figura 40. Escenario Post – falla
Fuente: Power Factory

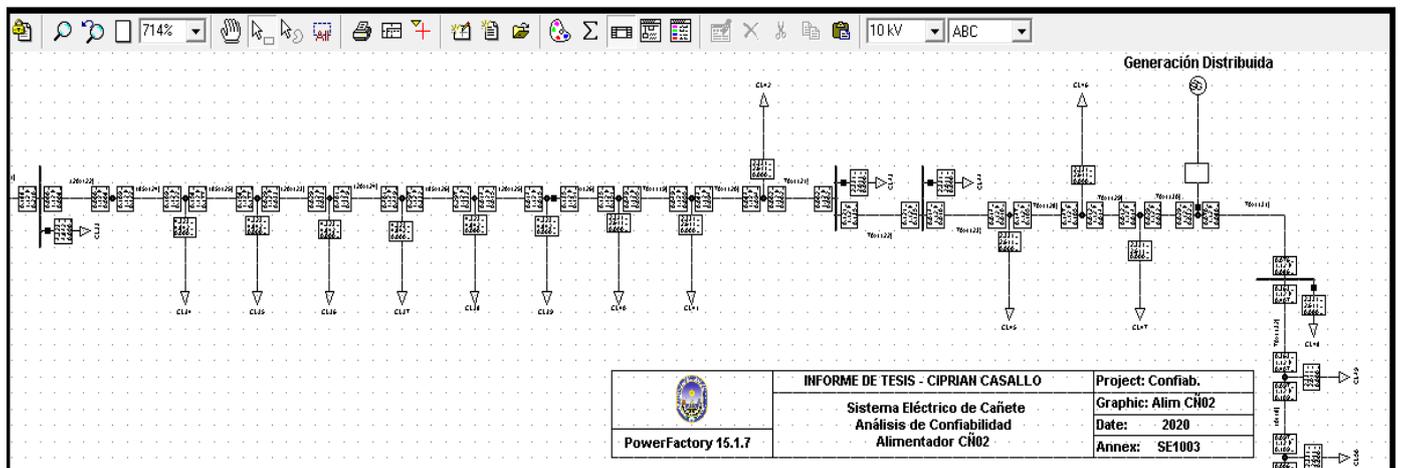


Figura 41. Análisis de Confiabilidad con Generación Distribuida
Fuente: Power Factory

Study Case: Estudio con Generación Distribuida			
System Summary			
System Average Interruption Frequency Index	:	SAIFI =	3.511003 1/Ca
Customer Average Interruption Frequency Index	:	CAIFI =	3.511003 1/Ca
System Average Interruption Duration Index	:	SAIDI =	3.932 h/Ca
Customer Average Interruption Duration Index	:	CAIDI =	1.120 h
Average Service Availability Index	:	ASAI =	0.9995511047
Average Service Unavailability Index	:	ASUI =	0.0004488953
Energy Not Supplied	:	ENS =	33.137 MWh/a
Average Energy Not Supplied	:	AENS =	0.003 MWh/Ca
Average Customer Curtailment Index	:	ACCI =	0.006 MWh/Ca
Expected Interruption Cost	:	EIC =	0.000 M\$/a
Interrupted Energy Assessment Rate	:	IEAR =	0.000 \$/kWh
System energy shed	:	SES =	0.000 MWh/a
Average System Interruption Frequency Index	:	ASIFI =	3.653389 1/a
Average System Interruption Duration Index	:	ASIDI =	4.091796 h/a
Momentary Average Interruption Frequency Index	:	MAIFI =	0.000000 1/Ca

Figura 42. Resultados de los Indicadores de Confiabilidad con Generación Distribuida

Fuente: Power Factory

ALIMENTADOR CN-03

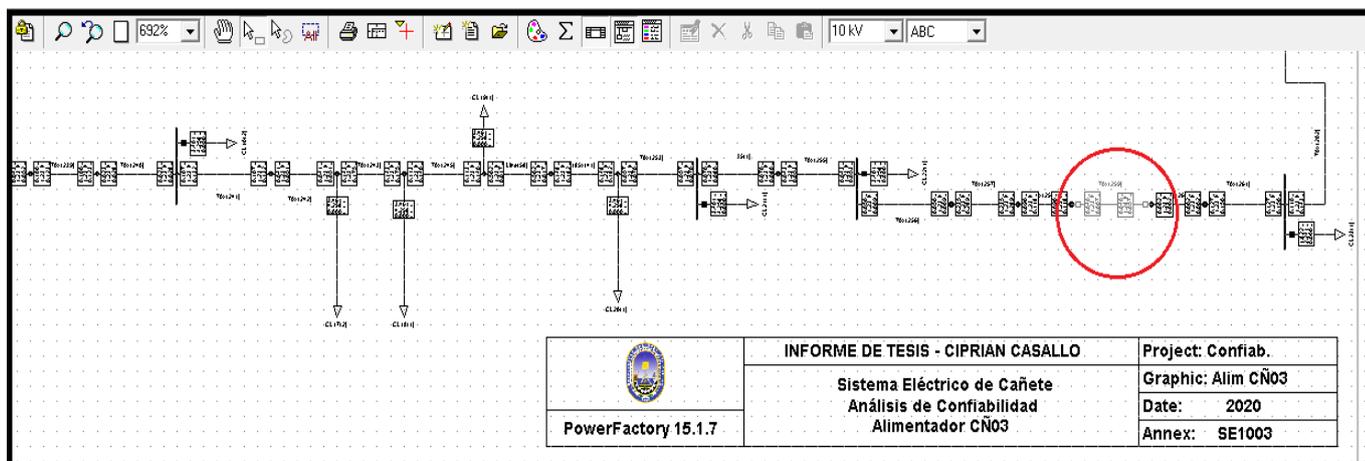


Figura 43. Análisis de la confiabilidad – post falla CÑ03

Fuente: Power Factory

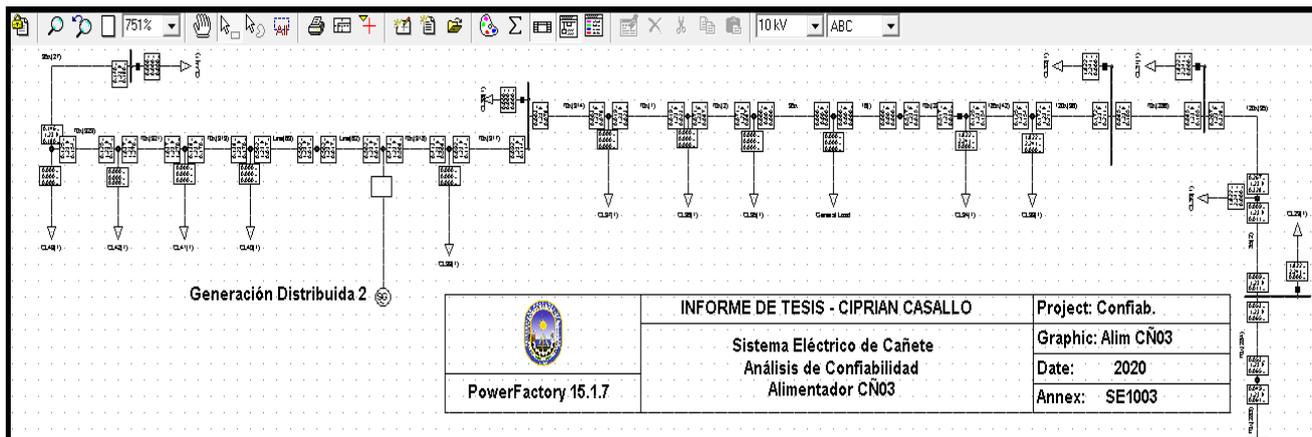


Figura 44. Análisis de la Confiabilidad con Generación Distribuida CÑ03
Fuente: Power Factory

Study Case: Estudio con Generación Distribuida	
System Summary	
System Average Interruption Frequency Index	: SAIFI = 1.486079 l/Ca
Customer Average Interruption Frequency Index	: CAIFI = 2.008116 l/Ca
System Average Interruption Duration Index	: SAIDI = 1.828 h/Ca
Customer Average Interruption Duration Index	: CAIDI = 1.230 h
Average Service Availability Index	: ASAI = 0.9997913382
Average Service Unavailability Index	: ASUI = 0.0002086618
Energy Not Supplied	: ENS = 6.015 MWh/a
Average Energy Not Supplied	: AENS = 0.001 MWh/Ca
Average Customer Curtailment Index	: ACCI = 0.002 MWh/Ca
Expected Interruption Cost	: EIC = 0.000 M\$/a
Interrupted Energy Assessment Rate	: IEAR = 0.000 \$/kWh
System energy shed	: SES = 0.000 MWh/a
Average System Interruption Frequency Index	: ASIFI = 1.544146 l/a
Average System Interruption Duration Index	: ASIDI = 1.899300 h/a
Momentary Average Interruption Frequency Index	: MAIFI = 0.000000 l/Ca

Figura 45. Resultados de los indicadores de confiabilidad con Generación Distribuida
Fuente: Power Factory

5.6. Evaluación de la confiabilidad

Se muestran los resultados obtenidos del análisis de confiabilidad implantando la Generación Distribuida en los alimentadores críticos CÑ02 y CÑ03 del Sistema Eléctrico de Cañete, puede apreciarse la mejora de los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI. Para que la optimización de estos indicadores sea posible se debe poder operar la Generación Distribuida en modo isla intencional, para esto debe tenerse en cuenta consideraciones, económicas y normativas.

Se debe tener en cuenta las tolerancias que le corresponde a este sistema eléctrico de cañete que se caracteriza por estar dentro del Sector típico 2, esto

al final será comparado con los resultados que se obtendrán de los cálculos de indicadores de confiabilidad por alimentador.

Tabla 23. Tolerancias del Sistema Eléctrico de Cañete

Sistema Eléctrico de Cañete - SE 1003	
Sector típico 2	
SAIFI	SAIDI
5	9

Fuente: Elaboración propia del autor

Tabla 24. Mejora de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI – Alim CÑ02

INDICADORES CON ORIGEN DE INTERRUPCIÓN EN INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN	SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE SE 1003	
	AÑO 2019	
	SAIDI (horas por año)	SAIFI (veces por año)
Sin Generación Distribuida	6.04	5.39
Con Generación Distribuida	3.9	3.51

Fuente: Elaboración propia del autor

Tabla 25. Mejora de indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI – Alim CÑ03

INDICADORES CON ORIGEN DE INTERRUPCIÓN EN INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN	SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE SE 1003	
	AÑO 2019	
	SAIDI (horas por año)	SAIFI (veces por año)
Sin Generación Distribuida	7.61	6.19
Con Generación Distribuida	1.82	1.48

Fuente: Elaboración propia del autor

Tabla 26. Resultados de los índices de confiabilidad sin GD.

Índices de confiabilidad sin GD - LUZ DEL SUR S.A					
SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE – SE 1003					
Índice	Alim CÑ01	Alim CÑ02	Alim CÑ03	Alim CÑ05	Total SE 1003
SAIFI 1/c-a	2.64	5.39	6.19	4.91	19.13
SAIDI h/c-a	2.38	6.04	7.61	5.56	21.59

Fuente: Elaboración propia del autor

Tabla 27. Resultados de los índices de confiabilidad con GD

Índices de confiabilidad con GD - LUZ DEL SUR S.A					
SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE – SE 1003					
Índice	Alim CÑ01	Alim CÑ02	Alim CÑ03	Alim CÑ05	Total SE 1003
SAIFI 1/c-a	2.64	3.51	1.48	4.91	12.54
SAIDI h/c-a	2.38	3.9	1.82	5.56	13.66

Fuente: Elaboración propia del autor

Se puede apreciar la disminución en un 35 % del indicador SAIFI y SAIDI para el alimentador CÑ-02. En el alimentador CÑ03 la reducción es en un 76 % en el indicador SAIFI y SAIDI.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Hipótesis General

Se puede validar la hipótesis “la generación distribuida optimiza los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020”, en base a los resultados determinando, que con la implantación de la generación distribuida se reduce la duración de interrupciones del sistema eléctrico mejorando el índice de confiabilidad SAIDI, así mismo se tiene una reducción en la frecuencia de las interrupciones mejorando el índice de confiabilidad SAIFI, con ello la hipótesis general es validada.

Hipótesis Especifica 1:

La primera hipótesis específica “El tipo de tecnología de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020”, se puede validar con los resultados obtenidos ya que el tipo de tecnología es seleccionado en base a los medios que se tenga para ser aprovechado, ya que si se tiene un déficit en esto no serviría la implementación de la generación distribuida como tal se optó por aerogeneradores ya que es el que más se puede aprovechar y se consigue una mejora de los indicadores SAIDI y SAIFI, con ello la hipótesis general es validada.

Hipótesis Especifica 2:

La primera hipótesis específica “La ubicación de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020”, se puede validar con los resultados obtenidos ya que la ubicación de la generación distribuida se da en base a la tecnología que esta usara, dado que se debe aprovechar el lugar para que el tipo de tecnología sea bien aprovechado además esto influencia en la mejora del suministro eléctrico mejorando así los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI, con ello la hipótesis general es validada.

Hipótesis Especifica 3:

La primera hipótesis específica “El despacho de la generación distribuida influye en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020”, se puede validar con los resultados obtenidos ya que el despacho de energía eléctrica por parte de la generación distribuida se debe dar para cubrir los momentos en los que existan interrupciones permitiendo así levantar las interrupciones sin una caída del suministro eléctrico mejorando así los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI, con ello la hipótesis general es validada.

Hipótesis Especifica 4:

La primera hipótesis específica “Los costos de la generación distribuida influyen en los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico de Cañete-2020”, se puede validar con los resultados obtenidos ya que los costos de la generación distribuida son menores a un generación eléctrica normal y permite actuar como un sistema alternativo de energía eléctrica que permita disminuir las interrupciones a los clientes en cada departamento mejorando así los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI, con ello la hipótesis general es validada.

6.2. Contratación de los resultados con otros estudios similares

En el estudio realizada por Espinoza Surco y Beltrán Palomino (2016) la cual tenía como objetivo desarrollar el diagnóstico de calidad de energía, de los niveles de tensión en la subestación alimentadora de la ciudad de Puerto Maldonado de acuerdo al crecimiento de las futuras demandas eléctricas, adecuado a la Norma Técnica De Calidad De Los Servicios Eléctricos. Las conclusiones a las que se llegó fue que los medios por los cuales se pueden corregir las caídas de tensión son los bancos de capacitores de 6 Mvar para reducir los niveles de tensión hasta niveles permisibles de caídas de tensión y también sistemas SVS de 2Mvar y la mejor alternativa para lograr reducir la caída de tensión a niveles permisibles son los bancos de capacitores dado que la inversión económica que necesitaría sería mucho menor a la de

sistemas SVS. En nuestra investigación se vio algo similar al ver la importancia de los equipos para evitar las interrupciones o disminuirlas teniendo relevancia en los indicadores de confiabilidad.

En la investigación realizada por Simeon Pucuhuayla (2019) la cual tenía como objetivo ubicar óptimamente los seccionadores fusibles para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico rural de Ayacucho. Las conclusiones a las que se llegó fue que al ubicar adecuadamente el seccionador fusible disminuimos óptimamente los indicadores SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico rural de Ayacucho, viendo el aporte que cada seccionador instalado tiene en la disminución de los indicadores SAIDI y SAIFI; y la cantidad adecuada de seccionadores que debemos instalar, viene dada por el porcentaje de disminución que cada seccionador reduce el valor de SAIDI y SAIFI, siendo el rango de este valor de 4 a 5 %, porque cuando el valor de reducción sea menor ya no influye mucho en la reducción haciéndose antieconómico. Lo mismo se ve reflejado en nuestra investigación ya que la ubicación de la generación distribuida representa un factor importante en el control de los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI, a su vez podemos ver que los costos tienen especial relevancia en la calidad de los equipos eléctricos.

En la investigación realizada por Cornejo Solórzano (2017) la cual tuvo como objetivo evaluar la influencia de la generación distribuida en los parámetros de una red secundaria de la ciudad de Arequipa, por la inserción de plantas de generación fotovoltaica. Las conclusiones obtenidas fueron que en el Perú no está definida la reglamentación de la Generación Distribuida a niveles de redes secundarias, en Arequipa tiene potencial para la generación distribuida fotovoltaica por su ubicación geográfica, es factible la micro generación distribuida fotovoltaica para los diferentes consumos de las viviendas, la generación distribuida fotovoltaica, puede suministrar toda la energía necesaria para muchos hogares, siendo el costo de implementación el único inconveniente, la generación distribuida mejora el comportamiento de los niveles de tensión en las redes secundarias, ubicación de las plantas fotovoltaicas de

generación distribuida se puede optimizar y lograr mejores características de respuestas y es factible la aplicación a niveles de media y alta tensión. Se evidencia algo similar en nuestra investigación al ver la importancia de la ubicación para considerar el tipo de tecnología que se usara para la generación distribuida y uso de fuentes renovables.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

En esta investigación se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones éticas:

La autonomía o respeto por las personas, el cual hace referencia a que se ha respetado la capacidad de decidir y actuar por sí mismas, es decir tuvieron la libertad de elegir de ser parte de la investigación aplicando su propio razonamiento y analizando los aspectos que prefieran.

Confidencialidad, porque se mantuvo un control de la privacidad de la identidad personal y de cada persona que ha colaborado en la investigación brindando su opinión de manera voluntaria.

Autenticidad, ya que todos los planteamientos, procedimientos y resultados de la presente tesis son del Sistema Eléctrico de Cañete, bajo ninguna circunstancia, copia o plagio de ideas de otros autores.

Responsabilidad, se refiere a hacerse responsable de todo lo relacionado a la investigación.

CONCLUSIONES

- La Generación Distribuida permite optimizar los indicadores de confiabilidad del Sistema Eléctrico de Cañete ya que minimizan el impacto originado por las interrupciones, tanto los clientes afectados y el tiempo sin suministro son suplidos por la Generación distribuida al operar en modo isla intencional como fuente alterna de energía, para que sea posible esta operación se requiere de un análisis profundo de los sistemas de protección para que pueda dejar operar correctamente a la Generación Distribuida frente a contingencias.
- La Generación Distribuida operando en modo isla intencional ante contingencias en alimentadores radiales con carencia de enlaces auxiliares del Sistema Eléctrico de Cañete permite reducir los tiempos de interrupción y clientes afectados ya que tienen la función de energía alterna cuando se presenten interrupciones en el suministro.
- La implantación de la Generación Distribuida en el Sistema Eléctrico de Cañete permite la disminución de las compensaciones originadas por las interrupciones a los clientes afectados ya que permitirá que sus tolerancias N y D sean menores ante la rápida reposición del suministro, esto será un ahorro para la empresa concesionaria que está sujeta a penalidades por la mala calidad del suministro brindada a sus clientes.
- El diseño e implantación de un Sistema de Generación Distribuida en los alimentadores más críticos del Sistema Eléctrico de Cañete permitió la reducción de los clientes afectados y duración de las interrupciones optimizando los indicadores de confiabilidad para este sistema eléctrico los cuales presentan tolerancias establecidas por la autoridad.
- El Sistema Eléctrico de Cañete de la empresa concesionaria Luz del Sur presenta suficiente potencial energético y territorios vastos para implantar Sistemas de Generación Distribuida como la Fotovoltaica, esto debería de aprovecharse al máximo para depender de fuentes de energías renovables en el futuro, de esta forma podríamos asegurar la continuidad del suministro ya que se encontrarían cerca de los centros de carga.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer investigaciones acerca de la relevancia del clima en el tipo de tecnología que se usara en la generación eléctrica para proyectar si se cubrirá la demanda con la tecnología que se usara o si hará falta usar dos tipos de tecnología y como estas trabajarían en conjunto.
- De acuerdo a la función objetivo se debe determinar la ubicación optima de la generación distribuida a implantar en alimentadores radiales con carencia de enlaces auxiliares, para nuestro caso está centrado en interrupciones que son originadas en Sistemas de Distribución y se busca la mejora de los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI para mantenerlo dentro de las tolerancias establecidas en el procedimiento 074.
- Se recomienda hacer análisis topográfico para conocer si la ubicación del centro de generación eléctrica distribuida lograra cubrir todos los puntos de demanda.
- Se recomienda tener conocimiento de las nuevas tecnologías de generación eléctrica renovable para ser aplicadas en conjunto de un sistema eléctrico tradicional y poder hacer un mejor uso de las técnicas de despacho y distribución de energía eléctrica.
- Se recomienda realizar investigación acerca de los diferentes métodos de implementación de un sistema de generación distribuida para diferentes tipos de tecnología.
- Se recomienda realizar comparativo de los diferentes equipos eléctricos que se necesitan para la generación distribuida sobre calidad y costo para poder implementar el equipo eléctrico de más bajo costo, pero de las mejores prestaciones de calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cornejo Solórzano, Víctor Hugo. 2017. Generación distribuida en redes secundarias en Arequipa. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017.
- Determinación de polos de generación distribuida a partir de biomasa residual agrícola en la región Madre de Dios, Perú. Vargas Soplín, Andrés de Jesús y Ramírez Candia, Judith María. 2017. 53, Madre de Dios: Revista TECNURA, 2017, Vol. 21.
- España González, Héctor Vinicio. 2008. Generación distribuida por medio de energías alternas renovables y su influencia en la evolución del sistema eléctrico secundario de distribución tradicional. s.l.: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008.
- Espinoza Surco, Nathaly Mary y Beltrán Palomino, Juan Jose. 2016. Mejoramiento del sistema eléctrico de la ciudad de puerto maldonado en media tensión. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2016.
- Gischler, Christiaan y Janson, Nils. 2011. Perspectivas sobre la generación distribuida mediante energías renovables en América Latina y el Caribe. Santo Domingo: Banco Interamericano de Desarrollo, 2011.
- Marco de referencia para la planificación de generación distribuida en zonas no interconectadas. Correa Henao, Gabriel Jaime y Rojas Zerpa, Juan Carlos. 2017. 1, Bucaramanga: ITECKNE, 2017, Vol. 14.
- Mayta Roque, Carlos Alberto. 2019. Protección del sistema eléctrico de distribución y su efecto en la calidad de producto del servicio de energía en el alimentador A4502 de la unidad del valle del Mantaro. Huancayo: Universidad Continental, 2019.
- Osinergmin. 2016. 4to Congreso Internacional-Supervisión del Servicio Eléctrico. Lima: Osinergmin, 2016.
- R. Ferreiro, Matías. 2011. Generación distribuida: ¿Un camino hacia la sustentabilidad energética de Argentina? s.l.: Instituto Tecnológico de Buenos Aires, 2011.

- Retamozo Guere, Jhonwert. 2018. Optimización de estrategias de operación de sistemas eléctricos para el control de SAIDI-SAIFI en empresas distribuidoras de electricidad - SEAL. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018.
- Simeon Pucuhuayla, Franklin Jesús. 2019. Ubicación óptima del seccionador fusible para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico rural de Ayacucho. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019.
- Ubicación y dimensionamiento de generación distribuida: una revisión. Restrepo Cuestas, Bonie Johana, Grisales, Luis Fernando y Jaramillo, Fredy Esteban. 2017. 2, Medellín: Revista de Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2017, Vol. 27.
- Villar Mendoza, Jhon Robert. 2019. Evaluación de ventajas técnicas para la inclusión a la norma técnica peruana el análisis de respuesta en frecuencia para el diagnóstico de transformadores de potencia. Huancayo: Universidad Continental, 2019.

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: GENERACIÓN DISTRIBUIDA PARA OPTIMIZAR LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General:	General:	General:	Variable Dependiente $Y = \text{Indicadores de confiabilidad}$	<ul style="list-style-type: none"> SAIDI SAIFI 	Valores por unidad	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicativa DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Cuasi experimental
¿DE QUÉ MANERA LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA OPTIMIZA LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020?	DETERMINAR DE QUÉ MANERA LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA OPTIMIZA LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020	LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA OPTIMIZA LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020				
Específicos:	Específicos:	Específicas:				
¿DE QUÉ MANERA EL TIPO DE TECNOLOGÍA USADA PARA LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020?	DETERMINAR DE QUÉ MANERA EL TIPO DE TECNOLOGÍA USADA PARA LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020	EL TIPO DE TECNOLOGÍA DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020	Variable Independiente $X = \text{Generación distribuida}$	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de tecnología 	Nº de plantas de distribución	POBLACIÓN Conjunto representativo del sistema eléctrico de la provincia de cañete entre enero del 2018 -2020 MUESTRA Subconjunto representativo del sistema eléctrico de la provincia de cañete entre enero del 2018 -2020
¿DE QUÉ MANERA LA UBICACIÓN DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020?	DETERMINAR DE QUÉ MANERA LA UBICACIÓN DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020	LA UBICACIÓN DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020		<ul style="list-style-type: none"> Ubicación 	Nº de generadores distribuidos	
¿DE QUÉ MANERA EL DESPACHO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020?	DETERMINAR DE QUÉ MANERA EL DESPACHO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020	EL DESPACHO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020		<ul style="list-style-type: none"> Despacho 	Nº de puntos de suministro	

¿DE QUÉ MANERA LOS COSTOS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020?	DETERMINAR DE QUÉ MANERA LOS COSTOS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020	LOS COSTOS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA INFLUYE EN LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE-2020	<ul style="list-style-type: none"> Costo 	% calidad de materiales
--	---	--	---	-------------------------

Diagrama Unifilar alimentador CÑ02

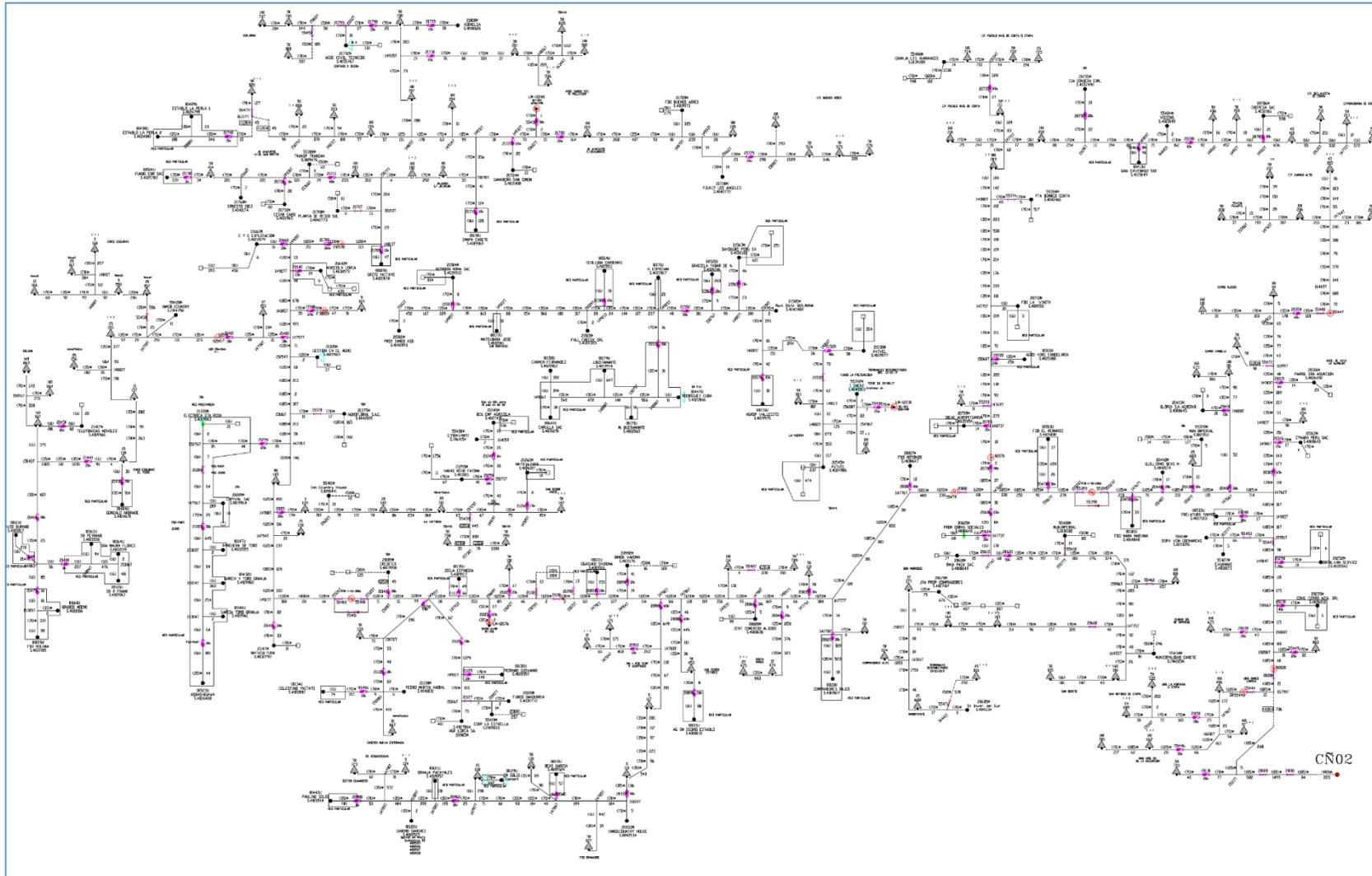


Diagrama Unifilar alimentador CÑ03

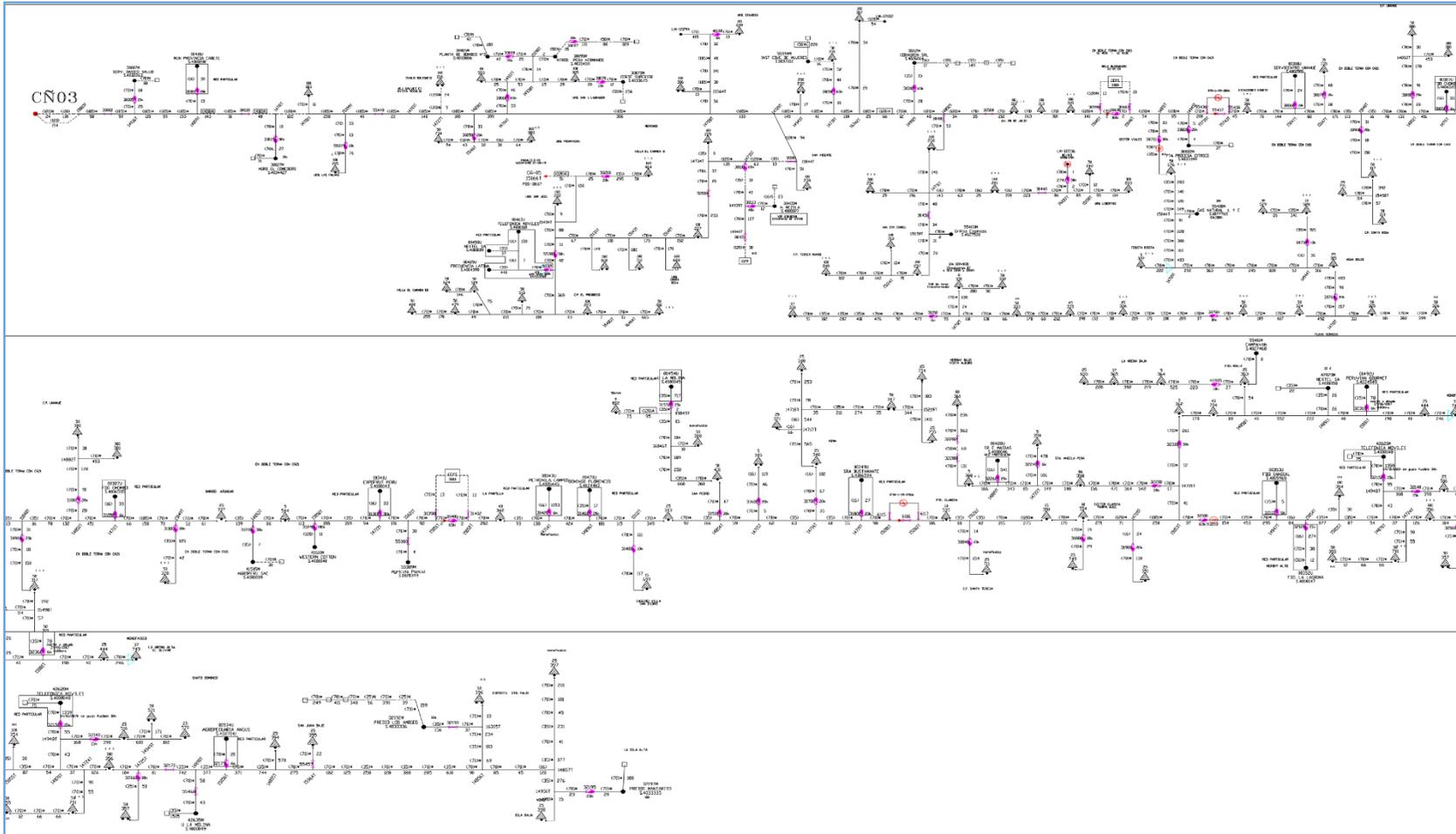


Diagrama Unifilar alimentador CÑ04

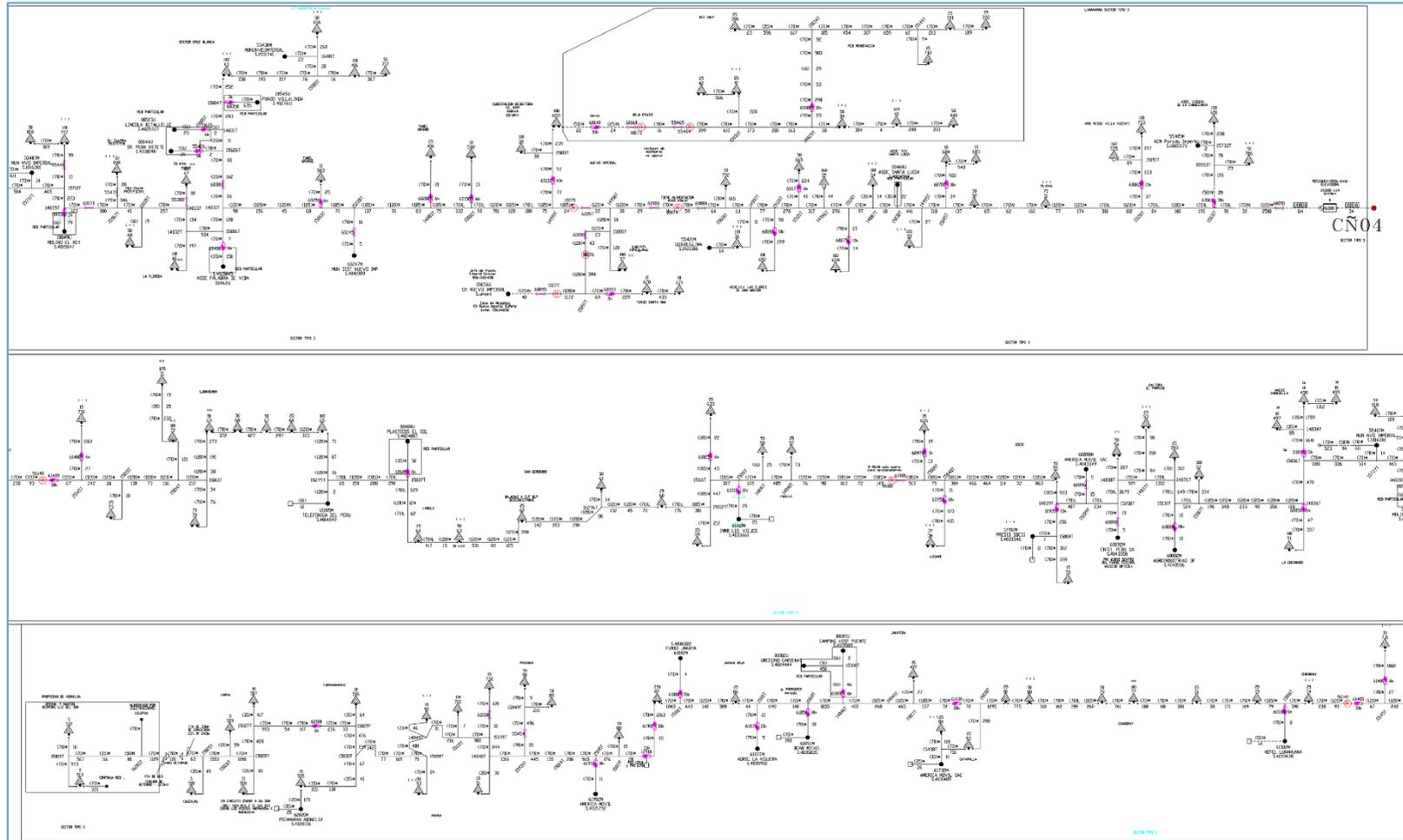
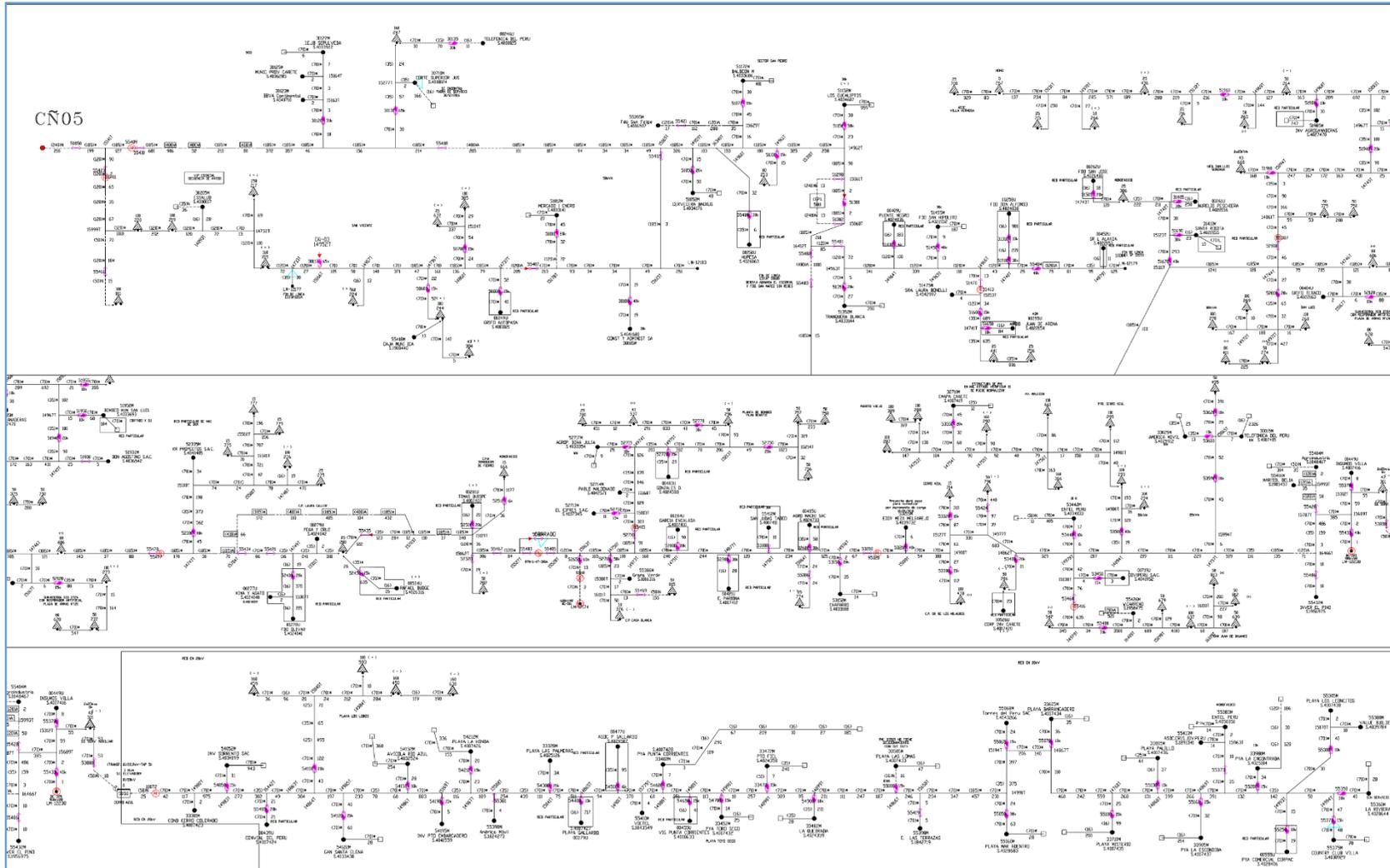
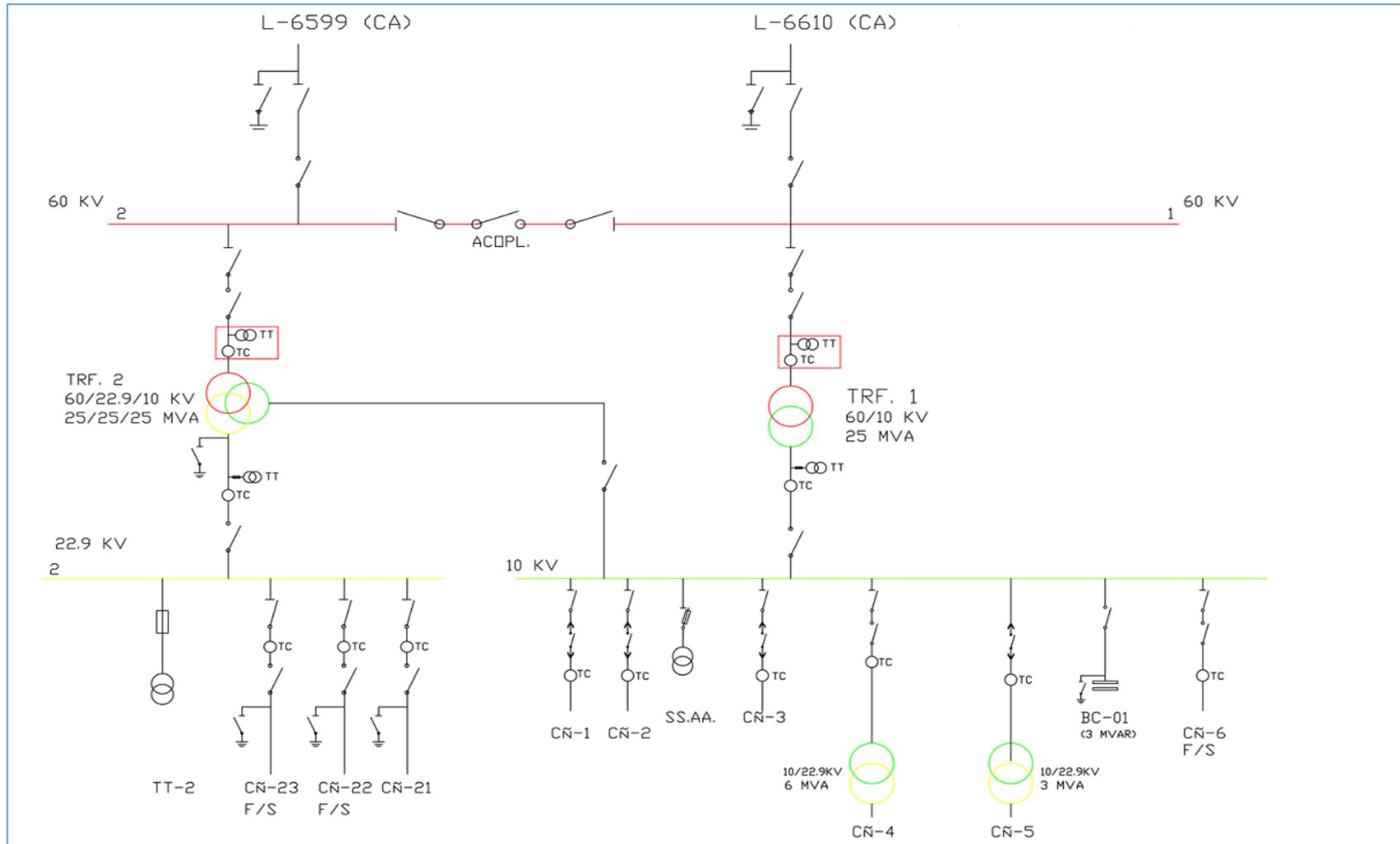


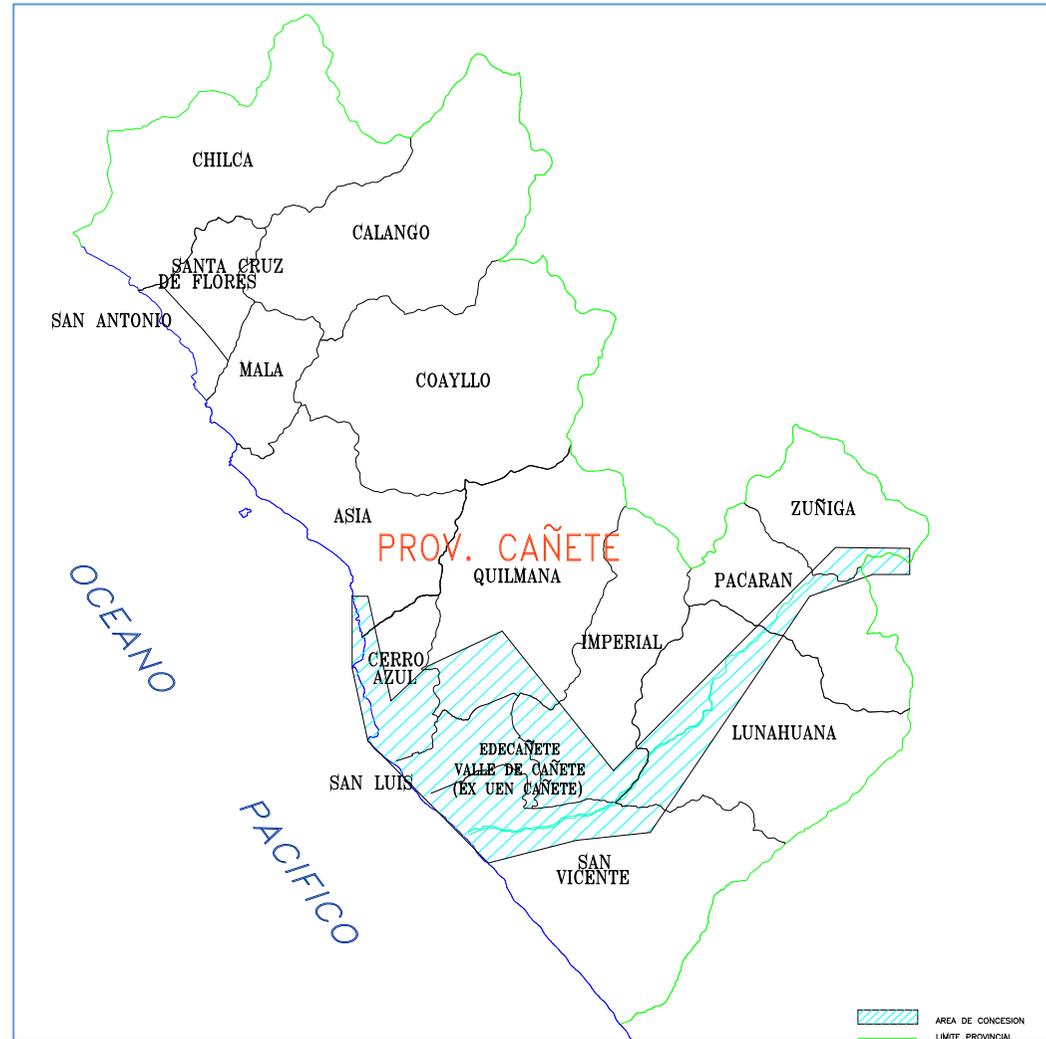
Diagrama Unifilar alimentador CÑ05



ANEXO Nº 03: ESQUEMA UNIFILAR AT_60-22.9-10Kv SET SAN VICENTE



ANEXO Nº 04: ZONA DE CONCESIÓN DE LUZ DEL SUR – SISTEMA ELECTRICO DE CAÑETE



**ANEXO Nº 05: REGISTRO DE INTERRUPCIONES EN LOS
ALIMENTADORES DE LA SET SAN VICENTE – 2018**

Interrupciones imprevistas MT/AT en el alimentador CÑ-01

Código	Tipo de Interrupción	Sector	SET	Alim	Nivel	Causa Genérica	Energía Inter MWh CC	Potencia Interrumpida MW	Clientes
ZO-1341887	Imprevista	T	CÑ	01	220 KV (AT)	AGENTES EXTERNOS	74.22	16.1606	35570
ZO-1344701	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.03	0.0396	163
ZO-1346804	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.07	0.0665	356
ZO-1355965	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.02	0.0518	377
ZO-1361183	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0803	0.0403	165
ZO-1371081	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.1269	0.4489	108
ZO-1371123	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0303	0.0031	106
ZO-1372774	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0234	0.4489	108
ZO-1372789	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0309	0.0831	103
ZO-1373565	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0393	0.0252	21
ZO-1380718	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	6.1646	2.3525	7259
ZO-1384237	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	23.1136	2.2384	7315
ZO-1426394	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0124	0.0042	38
ZO-1427079	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0009	0.0012	40

Interrupciones imprevistas MT/AT en el alimentador CÑ-02

Código	Tipo de Interrupción	Sector	SET	Alim	Nivel	Causa Genérica	Energía Inter MWh CC	Potencia Interrumpida MW	Clientes
ZO-1338477	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.27	0.0274	170
ZO-1338774	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.09	0.0262	107
ZO-1340860	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.52	0.7405	1
ZO-1341539	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	27.61	2.9454	4051
ZO-1341712	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	27.61	2.9454	316
ZO-1341763	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.85	1.2012	3625
ZO-1342256	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.52	0.7405	552
ZO-1342371	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.73	2.9454	104
ZO-1342390	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.11	0.0494	815
ZO-1342518	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.00	0	2
ZO-1343300	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.11	0.0494	815
ZO-1344554	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.52	0.7405	553
ZO-1345012	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.15	2.9454	105
ZO-1344676	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.17	0.0579	815
ZO-1355351	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	11.88	3.5723	9881
ZO-1355698	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	FENOMENOS CLIMATOLOGICOS	13.22	2.8776	4081
ZO-1358698	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	18.07	3.011	9881
ZO-1359373	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	17.79	5.4705	9881
ZO-1360303	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0064	0.0166	70
ZO-1362909	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	27.7134	4.3897	9894
ZO-1366214	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.84	0.203	1501
ZO-1369223	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0802	0.0306	816
ZO-1369237	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	6.7712	3.3422	9897
ZO-1370847	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0	0	1
ZO-1371413	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0	0	195
ZO-1372343	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	2.1494	0.42	1014
ZO-1374240	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.3248	0.0658	816
ZO-1375519	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0084	0.0057	1
ZO-1378782	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0586	0.0064	15
ZO-1380459	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.1729	0.0658	816
ZO-1381046	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.2682	0.0491	551
ZO-1383874	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	30.8768	2.6438	9991
ZO-1384282	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	3.9191	2.1771	3988
ZO-1385807	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.1396	0.0658	821
ZO-1387778	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	13.9911	0.6549	9991
ZO-1389147	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.2908	0.0165	1
ZO-1389991	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0	0.005	14
ZO-1390008	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1268	0.0416	100

INTERNAL

ZO-1392996	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.4396	0.0998	33
ZO-1393348	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0116	0.0508	321
ZO-1394801	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	11.5	2.44	9994
ZO-1396019	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	24.037	2.55	9994
ZO-1398990	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.061	0.0188	175
ZO-1399128	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.1387	0.0192	130
ZO-1402669	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.3243	0.1481	615
ZO-1405832	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.1396	0.0658	823
ZO-1405858	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1396	0.0658	225
ZO-1408319	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1455	0.0333	123
ZO-1408484	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	12.4041	3.7745	10034
ZO-1409124	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.4141	0.0831	795
ZO-1409802	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0003	0.002	1166
ZO-1409867	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.4559	0.1164	824
ZO-1411469	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.7079	0.1164	824
ZO-1412501	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.3281	0.0938	10035
ZO-1413026	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.3448	0.133	824
ZO-1416366	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.4643	0.0613	34
ZO-1417113	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.3254	0.1316	824
ZO-1417159	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	19.087	2.82	9183
ZO-1413912	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0337	0.0163	182
ZO-1416846	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.029625	0.075	257
ZO-1421520	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	11.608	2.845	10339
ZO-1421957	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.106	0.017	543
ZO-1422101	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0152	0.0034	47
ZO-1422112	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0344	0.0341	204
ZO-1422126	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.1268	0.0416	105
ZO-1422191	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	19.6849	2.63	10339
ZO-1425738	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	6.3356	2.19	4177
ZO-1427400	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.3401	0.1316	790
ZO-1429404	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0364	0.0199	106
ZO-1429793	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.003	0.02	322
ZO-1430100	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0308	0.045	322

Interrupciones imprevistas MT/AT en el alimentador CÑ-03

Código	Tipo de Interrupción	Sector	SET	Alim	Nivel	Causa Genérica	Energía Inter MWh CC	Potencia Interrumpida MW	Clientes
ZO-1335169	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.00	0.1496	606
ZO-1335448	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.00	0.0023	197
ZO-1338451	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	23.68	2.1365	8088
ZO-1338713	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.15	0.64	158
ZO-1339901	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.36	0.9786	1943
ZO-1339922	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.11	0.0696	50
ZO-1342984	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.01	0.0166	65
ZO-1344835	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	51.04	2.3936	8107
ZO-1348030	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.11	0.0987	256
ZO-1348077	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.05	0.21	593
ZO-1348892	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.13	0.0165	46
ZO-1349019	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.07	0.0494	192
ZO-1349071	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	11.20	4.05	8107
ZO-1349353	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.47	0.4656	1941
ZO-1356612	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.20	0.0831	327
ZO-1357854	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	4.44	1.2132	3099
ZO-1363360	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0331	0.0056	57
ZO-1366099	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1436	0.0147	71
ZO-1372484	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	1.5704	0.79	3041
ZO-1373260	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	2.3616	0.87	3102
ZO-1373377	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	2.9693	0.77	3102
ZO-1376068	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.537	0.3612	760
ZO-1377457	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	4.1165	0.7815	1950
ZO-1378689	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0107	0.0023	38
ZO-1378880	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.2669	0.3104	255
ZO-1378886	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0279	0.1555	595
ZO-1381117	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0741	0.08	159
ZO-1382099	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.2023	0.0998	604
ZO-1384239	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	30.7318	2.9195	8229
ZO-1386676	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.1845	0.0307	259
ZO-1388169	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	1.467	0.167	323
ZO-1386839	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0049	0.1159	610
ZO-1395204	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1426	0.7931	187
ZO-1397399	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0236	0.0733	199
ZO-1397579	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0139	0.0163	143
ZO-1398993	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0093	0.0094	75
ZO-1400229	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0305	0.0074	33
ZO-1403524	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0374	0.0092	60
ZO-1406571	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0787	0.0392	161

ZO-1406675	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0035	0.0003	21
ZO-1409518	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0235	0.0044	120
ZO-1414127	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.057	0.025	121
ZO-1417885	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.4055	0.1081	617
ZO-1418446	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.4262	0.0987	260
ZO-1416918	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.042	0.0165	117
ZO-1418484	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.028	0.12	607
ZO-1420067	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.018	0.01	21
ZO-1421759	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.005	0.032	99
ZO-1421770	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.038	0.01	20
ZO-1428506	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.6701	0.4323	2014
ZO-1430132	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0025	0.0045	13

Interrupciones imprevistas MT/AT en el alimentador CÑ-05

Código	Tipo de Interrupción	Sector	SET	Alim	Nivel	Causa Genérica	Energía Inter MWh CC	Potencia Interrumpida MW	Cliente
ZO-1334438	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.00	0.0043	95
ZO-1334762	Imprevista	D	CÑ	05	22.9 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.78	1.2304	509
ZO-1335388	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.94	2.3778	2958
ZO-1336456	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	FENOMENOS CLIMATOLOGICOS	0.31	0.7541	509
ZO-1336507	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	FENOMENOS CLIMATOLOGICOS	0.91	0.1771	126
ZO-1338248	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	11.43	5.0881	6620
ZO-1338535	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.90	0.2013	123
ZO-1339113	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.04	2.813	4870
ZO-1345332	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.39	0.115	592
ZO-1353119	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.01	0.0037	31
ZO-1353227	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.00	0.0026	78
ZO-1355135	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.61	1.68	2973
ZO-1355332	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	8.48	1.4512	2973
ZO-1361057	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.5083	1.49	2984
ZO-1361491	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0111	0.0026	31
ZO-1363720	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0016	0.0022	13
ZO-1369769	Fuera de Programa	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.5	4.7494	1
ZO-1370057	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	6.2931	0.8314	513
ZO-1371816	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.7927	0.981	2243
ZO-1372252	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.3865	0.755	2242
ZO-1380101	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	2.0202	1.1639	2245
ZO-1383754	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0	0	20
ZO-1386266	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0841	0.0412	224
ZO-1387158	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.118	0.086	307
ZO-1388249	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0351	0.0194	126
ZO-1388861	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.007	0.0028	17
ZO-1393364	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	8.4647	0.84	2270
ZO-1393897	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0762	0.0012	520
ZO-1394751	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.6557	2.39	5001
ZO-1398120	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.6886	1.12	2922
ZO-1403577	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.6102	0.0831	440
ZO-1406173	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0224	0.0052	18
ZO-1406228	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0043	0.0026	86
ZO-1406562	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.1295	0.49	522
ZO-1406845	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.9145	0.4157	521
ZO-1407077	Imprevista	D	CÑ	05	22.9 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0012	0.0155	1
ZO-1409020	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0356	0.0199	519
ZO-1409297	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.7458	0.3568	520

ZO-1409725	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0012	0.0155	520
ZO-1409894	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.5496	0.3658	457
ZO-1410194	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.8254	0.4822	458
ZO-1410209	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.9695	0.4215	458
ZO-1417191	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.8577	0.181	163
ZO-1417235	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.3503	0.11	617
ZO-1416127	Imprevista	D	CÑ	05	22.9 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0	0	1
ZO-1422895	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.6192	0.9145	2301
ZO-1425369	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	2.1502	0.9873	2299
ZO-1429190	Imprevista	D	CÑ	05	22.9 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.011347	0.0199	1

**ANEXO Nº 06: REGISTRO DE INTERRUPCIONES EN LOS
ALIMENTADORES DE LA SET SAN VICENTE – 2019**

Interrupciones imprevistas MT/AT en el alimentador CÑ-01

Código	Tipo de Interrupción	Sector	SET	Alim	Nivel	Causa Genérica	Energía Inter MWh CC	Potencia Interrumpida MW	Clientes
ZO-1444438	Imprevista	T	CÑ	01	60 KV (AT)	AGENTES EXTERNOS	25.5486	11.73	32449
ZO-1444438	Imprevista	T	CÑ	01	60 KV (AT)	AGENTES EXTERNOS	25.5486	11.73	32449
ZO-1445390	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0124	0.0046	15
ZO-1446912	Imprevista	T	CÑ	01	60 KV (AT)	AGENTES EXTERNOS	34.235	20.09	32449
ZO-1446912	Imprevista	T	CÑ	01	60 KV (AT)	AGENTES EXTERNOS	34.235	20.09	32449
ZO-1447371	Imprevista	T	CÑ	01	60 KV (AT)	AGENTES EXTERNOS	34.235	20.09	32449
ZO-1447371	Imprevista	T	CÑ	01	60 KV (AT)	AGENTES EXTERNOS	34.235	20.09	32449
ZO-1458993	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1189	0.0338	116
ZO-1467634	Fuera de Programa	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1184	0.0113	16
ZO-1484472	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.077	0.02	40
ZO-1500334	Imprevista	T	CÑ	01	60 KV (AT)	AGENTES EXTERNOS	26.955	7.87	32984
ZO-1504329	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.4194	1.85	7572
ZO-1508289	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.2388	0.0405	296
ZO-1508538	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1567	0.0812	296
ZO-1515104	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.6	2.311	7617
ZO-1532824	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0857	0.013	52
ZO-1534616	Imprevista	D	CÑ	01	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0	0	1

Interrupciones imprevistas MT/AT en el alimentador CÑ-02

Código	Tipo de Interrupción	Sector	SET	Alim	Nivel	Causa Genérica	Energía Inter MWh CC	Potencia Interrumpida MW	Clientes
ZO-1431946	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.8042	0.25	829
ZO-1435449	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.5151	0.6651	34
ZO-1436787	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0026	0.0023	13
ZO-1439948	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	13.2788	3.3089	10362
ZO-1442909	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	2.0957	0.848	1525
ZO-1445720	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	18.5784	4.89	10362
ZO-1447003	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0	0	279
ZO-1449071	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.2483	0.0665	831
ZO-1453889	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.7848	2.2946	2926
ZO-1454056	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	17.4738	6.0811	407
ZO-1455531	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	8.6622	4.84	10399
ZO-1459098	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.07	0.017	13
ZO-1460766	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1	0.01	7
ZO-1460790	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.3869	0.2	630
ZO-1467386	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.6986	0.133	803
ZO-1469239	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.023	0.014	135
ZO-1470816	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	19.9923	3.392	10456
ZO-1473508	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.1427	0.5155	1539
ZO-1475078	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.002	0.1645	839
ZO-1476331	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.7117	0.5986	2831
ZO-1477779	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	3.6035	0.7536	194
ZO-1478037	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0439	0.0527	255
ZO-1479464	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	1.9257	0.74	2825
ZO-1480509	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	6.0479	2.1616	4293
ZO-1480577	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0029	0.0007	7
ZO-1486345	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.4158	0.1164	528
ZO-1490597	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	20.1686	4.3332	10612
ZO-1496311	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.2425	0.0333	131
ZO-1503693	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0861	0.0166	12
ZO-1508849	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0839	0.0075	44
ZO-1508953	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.4421	0.25	843
ZO-1508973	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0768	0.0335	128
ZO-1509674	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.8716	0.4323	1302
ZO-1518531	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	42.235	4.21	10667
ZO-1527342	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.258	0.103	384
ZO-1532803	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	44.316	3.2041	10692
ZO-1534177	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.4183	0.1164	846
ZO-1534392	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.4183	0.1164	846
ZO-1535233	Imprevista	D	CÑ	02	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.2739	0.0363	123

Interrupciones imprevistas MT/AT en el alimentador CÑ-03

Código	Tipo de Interrupción	Sector	SET	Alim	Nivel	Causa Genérica	Energía Inter MWh CC	Potencia Interrumpida MW	Cientes
ZO-1433248	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0213	0.0125	43
ZO-1433242	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0023	0.0034	14
ZO-1433362	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.2856	0.0831	618
ZO-1436323	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0658	0.0249	65
ZO-1436381	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.7868	0.79	3210
ZO-1437286	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1298	0.0113	24
ZO-1438281	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.2856	0.0831	618
ZO-1438392	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0935	0.1496	588
ZO-1438420	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.6706	1.1639	2492
ZO-1439060	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0	0	4
ZO-1439172	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0012	0.0016	14
ZO-1439980	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.471	1.0111	2024
ZO-1441106	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.0097	0.4584	260
ZO-1441326	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.1692	0.0166	40
ZO-1441604	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.2293	0.0665	319
ZO-1441822	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.015	0.01	20
ZO-1444182	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0046	0.0037	20
ZO-1454330	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	2.0173	1.1639	3217
ZO-1454376	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0	0	233
ZO-1457793	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.4824	0.22	619
ZO-1459429	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.6476	0.2107	842
ZO-1462037	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0232	0.0028	20
ZO-1462718	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.6758	0.3326	849
ZO-1463128	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.1252	0.0543	144
ZO-1464532	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.4276	0.95	3221
ZO-1464961	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.194	0.086	246
ZO-1464969	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.219	0.189	602
ZO-1466116	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.428	0.266	885
ZO-1468922	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	7.992	2.521	8405
ZO-1470834	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.3159	4.0909	2032
ZO-1470864	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.113	0.3	1130
ZO-1473816	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.8298	0.44	2033
ZO-1473847	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.0692	0.88	3222
ZO-1478932	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.2203	0.1604	884
ZO-1490022	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	4.3762	0.65	3226
ZO-1490229	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.2631	0.0494	129
ZO-1490643	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.3244	0.0494	324
ZO-1503016	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.8333	2.7269	8451
ZO-1510190	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.7098	2.5939	8451

ZO-1513075	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0778	0.0333	130
ZO-1515200	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.2398	0.0665	327
ZO-1519286	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0982	0.0048	16
ZO-1520612	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0741	0.08	161
ZO-1521689	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	3.5315	0.8	3251
ZO-1531435	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.137	0.025	82
ZO-1533821	Imprevista	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.234	0.05	190
ZO-1537511	Fuera de Programa	D	CÑ	03	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0093	0.0094	4978

Interrupciones imprevistas MT/AT en el alimentador CÑ-05

Código	Tipo de Interrupción	Sector	SET	Alim	Nivel	Causa Genérica	Energía Inter MWh CC	Potencia Interrumpida MW	Clientes
ZO-1434933	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	3.7868	1.3986	3
ZO-1440041	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.9516	0.3904	158
ZO-1440402	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	5.3153	1.8623	2309
ZO-1443096	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	5.2693	3.4884	6827
ZO-1449596	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.9985	0.3991	16
ZO-1454965	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.5288	0.0293	127
ZO-1458845	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0109	0.0101	44
ZO-1459701	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.0499	0.0295	83
ZO-1461502	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	2.116	0.8227	2319
ZO-1463190	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	34.235	20.09	1
ZO-1464487	Imprevista	D	CÑ	05	22.9 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	6.1163	0.5595	3137
ZO-1465906	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0573	0.0329	232
ZO-1466580	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0138	0.0021	43
ZO-1466587	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0285	0.0166	91
ZO-1469486	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0026	0.0014	16
ZO-1470852	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	6.2618	1.0475	2321
ZO-1471273	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.3554	0.0543	361
ZO-1474589	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	1.1099	0.8227	2323
ZO-1479830	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	4.7885	1.5467	5127
ZO-1488737	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0	0	1
ZO-1490633	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	13.766	2.2872	6889
ZO-1490796	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	0.1512	0.0658	468
ZO-1491362	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	9.3338	1.6784	5139
ZO-1494085	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	1.348	0.266	761
ZO-1498956	Fuera de Programa	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0364	0.0364	27
ZO-1506202	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0143	0.045	172
ZO-1508748	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.8826	0.1823	1
ZO-1516988	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	2.2377	0.7459	536
ZO-1521338	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0647	0.0057	20
ZO-1521684	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0	0	129
ZO-1524230	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	AGENTES EXTERNOS	8.9619	0.9448	2355
ZO-1524279	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.0424	0.2155	816
ZO-1533429	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0	0	129
ZO-1537516	Fuera de Programa	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	1.348	0.266	3501
ZO-1535860	Imprevista	D	CÑ	05	22.9 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.097072	0.02398	1
ZO-1536205	Imprevista	D	CÑ	05	10 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0.2153	0.0658	459
ZO-1537963	Imprevista	D	CÑ	05	22.9 KV (MT)	IMPUTABLES AL SISTEMA	0	0	1

**ANEXO Nº 07: CARACTERISTICAS DE LAS CARGAS CONCENTRADAS
EN LOS ALIMENTADORES DE LA SET SAN VICENTE – 2019**

Alimentador CÑ01

Datos de las Cargas		
Alimentador CÑ 01		
Carga	Potencia kW.	Clientes
CL01	297.5	290
CL02	280.5	410
CL03	369.75	715
CL04	238	246
CL05	323	476
CL06	382.5	685
CL07	323	543
CL08	272	416
CL09	357	432
CL10	306	516
CL11	297.5	158
CL12	127.5	124
CL13	212.5	189
CL14	212.5	218
CL15	297.5	432
CL16	127.5	216
CL17	212.5	346

Alimentador CÑ02

Datos de las Cargas		
Alimentador CÑ 02		
Carga	Potencia kW.	Clientes
CL01	44	120
CL02	52	142
CL03	62	258
CL04	42	186
CL05	50	124
CL06	28	78
CL07	35	82
CL08	154	354
CL09	110	240
CL10	85	284
CL11	245	624
CL12	80	185
CL13	325	742
CL14	215	1
CL15	298	458
CL16	128	1
CL17	213	42
CL18	298	125
CL19	281	248
CL20	18	78
CL21	238	482
CL22	85	180
CL23	128	240
CL24	325	587
CL25	185	245
CL26	108	158
CL27	95	135
CL28	298	428
CL29	128	125
CL30	5	12
CL31	213	128
CL32	298	435
CL33	128	189

CL34	213	254
CL35	298	324
CL36	281	258
CL37	210	351
CL38	245	321
CL39	45	128
CL40	125	240
CL41	88	124
CL42	125	285
CL43	58	110
CL44	25	57
CL45	298	415
CL46	128	28
CL47	213	46
CL48	213	125
CL49	298	128
CL50	128	103
CL51	14	54
CL52	18	65
CL53	38	85
CL54	35	83
CL55	15	12

Alimentador CÑ03

Datos de las Cargas		
Alimentador CÑ 03		
Carga	Potencia kW.	Clientes
CL01	14	45
CL02	25	75
CL03	38	154
CL04	13	37
CL05	35	127
CL06	124	325
CL07	184	458
CL08	48	165
CL09	45	128
CL10	154	345
CL11	42	124
CL12	48	186
CL13	120	258
CL14	84	175
CL15	71	120
CL16	145	325
CL17	65	102
CL18	50	124
CL19	10	29
CL20	48	147
CL21	84	248
CL22	44	120
CL23	24	45
CL24	86	145
CL25	15	38
CL26	84	147
CL27	71	126
CL28	210	457
CL29	86	146
CL30	95	248
CL31	48	127
CL32	213	451
CL33	121	327

CL34	95	248
CL35	48	138
CL36	87	194
CL37	91	245
CL38	48	148
CL39	125	325
CL40	65	198
CL41	89	204
CL42	72	178
CL43	124	345
CL44	68	157

Alimentador CÑ05

Datos de las Cargas		
Alimentador CÑ 05		
Carga	Potencia kW.	Clientes
CL01	54	194
CL02	64	177
CL03	51	185
CL04	78	224
CL05	35	154
CL06	68	180
CL07	64	187
CL08	48	165
CL09	124	284
CL10	185	463
CL11	142	425
CL12	68	185
CL13	98	295
CL14	84	148
CL15	142	324
CL16	175	325
CL17	65	102
CL18	110	214
CL19	50	127
CL20	88	198
CL21	95	248
CL22	84	245
CL23	240	324
CL24	154	198
CL25	148	284
CL26	195	245
CL27	175	249
CL28	245	278
CL29	289	354
CL30	248	286

AUTORIZACIÓN

(Según Resolución de Consejo Universitario N° 084–2021–CU de fecha 27.05.21)

SEÑOR RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Yo, **AGUILAR RODRIGUEZ, DAISY STEPHANY**, Bachiller en Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, identificada con DNI N° **73800881**, con domicilio real en **Av. Puente Piedra N° 1178 – Puente Piedra**, Teléfono N° **997374991**, correo electrónico **dsaguiarro@gmail.com**.

Ante usted, **AUTORIZO** que mi tesis titulada “**GENERACIÓN DISTRIBUIDA PARA OPTIMIZAR LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD SAIDI Y SAIFI EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE CAÑETE–2020**” sea publicada en el repositorio de la Universidad Nacional del Callao.

Cabe mencionar que dicha tesis fue sustentada en grupo, con los Bachilleres en Ingeniería Eléctrica **CIPRIAN CASALLO, ERICK EYMER y CHAMPA RODRIGUEZ, GIANCARLO HILARIO**.

Callao, 02 de Noviembre del 2021.



.....
Bach. DAISY STEPHANY AGUILAR RODRIGUEZ
DNI N° 73800881