



EN LA UAP  
TÚ ERES PARTE  
DEL CAMBIO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“PROPUESTA DE MEJORA EN CALIDAD Y SERVICIO DE  
INTERRUPCIONES IMPREVISTAS Y PROGRAMADAS DE  
ALTA TENSIÓN, MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN DE  
OPERACIÓN EN TIEMPO REAL – ENEL DX”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
FREDDY ROMANI ROSALES**

**ASESOR  
MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS**

**LIMA – PERÚ, ENERO 2022**



## **DEDICATORIA**

Lleno de regocijo y esperanza, dedico este proyecto, a mi esposa e hijos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante cada día.

Es para mí satisfactorio poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo y trabajo me lo he ganado.

A Dios, que sin su bendición este trabajo no hubiera sido posible y hubiera encontrado muchas más dificultades.

A mi esposa Rosa, porque es la razón de continuar mis estudios y poder cumplir mis metas.

A mis hijos Georgina y Kevin, porque ellos son la motivación de mi vida y mi motor para seguir adelante.





## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Dios, por darme salud en estos tiempos difíciles pese a que la situación no es tan alentadora Dios siempre estuvo conmigo.

Agradezco a mi esposa y mis hijos. por darme todo el apoyo en todas las adversidades, e inconvenientes que se presentaron, siempre estaban motivándome para seguir adelante y no rendirme.

El agradecimiento de este trabajo va dirigido a mi asesor y docente que gracias a su conocimiento, asesoramiento y ayuda constante pude progresar en este trabajo con éxito.





## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se conocen dos tipos de interrupciones en el servicio eléctrico, las interrupciones imprevistas las cuales son las interrupciones fortuitas, que son causados por efectos adversos a nuestras acciones, ya sea por accidentes o situaciones distintas; y las interrupciones programadas las cuales, se realizan periódicamente para poder hacer trabajos de mantenimiento y renovación de nuestras instalaciones a fin de garantizar un mejor servicio a nuestros clientes.

Por el cual, se programan cortes del suministro en algunas zonas, en fechas y horarios establecidos. Es así que se comunica al usuario cuando reciba oportunamente en su domicilio un encarte con detalles de los programas de corte, a fin de que adopte las previsiones necesarias.

Es así que el presente trabajo busca encontrar un plan de mejora para que estas interrupciones perjudiquen en el menor nivel posible a la población, el programa contaría con una mejora tecnológica y en el personal, que sea eficiente y cumpla con su trabajo y el mantenimiento continuo de las redes, transformadores y operadores con el fin de no tener que recurrir a interrupciones imprevistas.





## RESUMEN

El presente trabajo se realiza con el objetivo de Contribuir a la mejora del proceso de mejora continua de servicios de interrupciones imprevistas y programadas en el suministro de electricidad en las redes de Alta Tensión Mediana tensión y Baja tensión.

Para el desarrollo de la investigación se recopilaron datos de la empresa que brinda el servicio de electricidad, la empresa de la cual se trata es Enel Distribución Perú S.A.A, una empresa concesionaria del servicio público de electricidad para la zona norte de Lima Metropolitana, la provincia constitucional del Callao y las provincias de Huaura, Huaral, Barranca y Oyón.

Como resultado se obtuvo que es primordial que la población sepa las normas y leyes que las beneficiarían en las interrupciones del servicio eléctrico mucho más si esta interrupción es imprevista, y se recomienda que el plan de mejora se ponga en acción ya que esto contribuirá a que se tenga una mejor imagen de la empresa.





## **ABSTRACT**

The present work is carried out with the objective of contributing to the improvement of the process of improving the services of unforeseen and programmed interruptions in the supply of electricity in the medium voltage and high voltage networks.

For the development of the research, data was collected from the company that provides the electricity service, the company in question is Enel Distribution Peru S.A.A., a concessionaire company of the public electricity service for the northern area of Metropolitan Lima, the province Callao and the provinces of Huaura, Huaral, Barranca and Oyón.

As a result, it was obtained that it is essential that the population know the norms and laws that would benefit them in the interruptions of the electricity service much more if this interruption is unforeseen, and it is recommended that the improvement plan be put into action since this will contribute to have a better image of the company.





## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>II</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO.....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. PERFIL DE LA EMPRESA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>2</b>
1.3.1. Misión.....	3
1.3.2. Visión .....	4
1.3.3. Objetivo estratégico institucional.....	4
<b>1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....</b>	<b>8</b>
<b>1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA.....</b>	<b>9</b>
1.5.1. Fortalezas de la empresa.....	9
1.5.2. Factor de riesgos .....	9
1.5.3. Análisis de la matriz FODA .....	10
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>12</b>
<b>REALIDAD PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>12</b>





<b>2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>12</b>
2.1.1. Descripción y diagrama de flujo .....	14
2.1.2. Formulación del problema.....	15
<b>2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....</b>	<b>16</b>
2.2.1. Interrupciones en la red de alta tensión .....	18
2.2.2. Interrupciones en la red de media tensión .....	19
<b>2.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>22</b>
2.3.1. Objetivo general.....	22
2.3.2. Objetivos específicos .....	22
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>23</b>
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO .....</b>	<b>23</b>
3.1.1. Antecedentes de la investigación.....	23
3.1.2. Bases teóricas .....	31
3.1.3. Bases normativas .....	37
3.1.4. Reglas generales .....	39
3.1.5. Procedimientos operacionales.....	41
3.1.6. Las cinco reglas de oro .....	43
<b>3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>44</b>
3.2.1. Diagnóstico del proceso de interrupciones imprevistas .....	44
3.2.2. Estimación de descompensaciones a los usuarios.....	50
3.2.3. Planeación de métodos Kaizen.....	55
3.2.4. Implementar la metodología de Deming .....	55
3.2.5. Plan de mejora.....	57
3.2.6. Tecnologías de implementación .....	60
3.2.7. Normas para intervenciones en las instalaciones .....	62





3.2.8. Actualización de la información técnica .....	64
3.2.9. Cronograma de implementación .....	66
3.2.10. Análisis económico .....	68
<b>3.3. COSTOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>73</b>
3.3.1. Costos aproximados de los materiales .....	73
3.3.2. Evaluación de costos .....	73
3.3.3. Propuesta de mejora.....	76
<b>3.4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>76</b>
<b>3.5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>78</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>80</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>80</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>80</b>
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>81</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>81</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>83</b>





## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Evolución Diaria de Clientes y Cliente- Hora .....	49
<b>Gráfico 2</b> Clientes sin Servicio Durante más de X Horas .....	54
<b>Gráfico 3</b> Evaluación Diaria de Clientes y Cliente - Hora .....	75





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Análisis de la Matriz DAFO .....	11
<b>Tabla 2</b>	Principales Beneficios por Tipo de Actuación .....	16
<b>Tabla 3</b>	Las Cinco Reglas de Oro .....	44
<b>Tabla 4</b>	Tipos de Fallas en Baja Tensión .....	47
<b>Tabla 5</b>	Reporte de Interrupciones Imprevistas .....	48
<b>Tabla 6</b>	Compensación por la Calidad del Servicio .....	51
<b>Tabla 7</b>	Recolección de Datos Para Compensación .....	53
<b>Tabla 8</b>	Tipo de Fallas en Baja Tensión .....	54
<b>Tabla 9</b>	Tabla de Mejora Continua .....	57
<b>Tabla 10</b>	Componentes de Equipos de Control .....	59
<b>Tabla 11</b>	Alcance de Proyecto Win .....	61
<b>Tabla 12</b>	Simbología Para la Actualización de la Red en el STM .....	66
<b>Tabla 13</b>	Cronograma de Implementación del Proyecto .....	67
<b>Tabla 14</b>	Costo de Operación en Tiempo Real de los 3 Turnos .....	70
<b>Tabla 15</b>	Costo de Brigadas de Campo de los 3 Turnos .....	70
<b>Tabla 16</b>	Costo de Cuadrillas de Emergencia de Contratista 3 Turnos .....	71
<b>Tabla 17</b>	Costo de Despachadores de B.T. 3 Turnos .....	72
<b>Tabla 18</b>	Costo de Cuadrilla de Reclamos de B.T. 3 Turnos .....	72
<b>Tabla 19</b>	Costo de Materiales del Proyecto .....	73
<b>Tabla 20</b>	Cuadro de Atención de Interrupciones en Condiciones Normales...	74
<b>Tabla 21</b>	Cuadro de Atención de Interrupciones con Equipos Tecnológicos ..	74
<b>Tabla 22</b>	Datos Comparativo de Costos .....	75





## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Zonas Manejadas por Enel DX.....	2
<b>Figura 2</b>	Logo de la Empresa de Estudio .....	3
<b>Figura 3</b>	Prevención de Riesgos, Preparación, Respuesta y Recuperación ....	7
<b>Figura 4</b>	Organigrama de Altos Cargos en Enel Perú .....	8
<b>Figura 5</b>	Zonas de la red eléctrica .....	13
<b>Figura 6</b>	Diagrama de Flujo del Proceso .....	14
<b>Figura 7</b>	Subestación AT/MT con Tres Transformadores de Potencia .....	19
<b>Figura 8</b>	Configuración de un Circuito Radial MT .....	20
<b>Figura 9</b>	Diagrama de Ishikawa .....	21
<b>Figura 10</b>	Centro (SET) de Transformación.....	31
<b>Figura 11</b>	Equipos y Celdas de Maniobra.....	33
<b>Figura 12</b>	Sistemas de comunicación.....	34
<b>Figura 13</b>	Características del Sistema Scada.....	35
<b>Figura 14</b>	BCU utilizado por Enel Dx .....	36
<b>Figura 15</b>	Esquema Unifilar de Redes y Subestaciones de Enel Dx .....	36
<b>Figura 16</b>	Distribución de Zonas de Concesión.....	41
<b>Figura 17</b>	Redes de Enel Perú .....	42
<b>Figura 18</b>	Subestaciones en Enel.....	43
<b>Figura 19</b>	Centro de Control de Monitorio de Redes .....	45
<b>Figura 20</b>	Interrupciones en Baja Tensión SAE y OA.....	46
<b>Figura 21</b>	Sistema de Doble Barra y Acoplamiento en 220 y 60KV.....	60
<b>Figura 22</b>	Centro de Operaciones .....	69





## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES DE LA EMPRESA

#### 1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Enel Perú (anteriormente Edelnor), es una subsidiaria del grupo Enel, multinacional italiana del sector energético, que participa en el mercado peruano en el sector de la Generación y Distribución de energía. En el país tiene centrales de energía de diversas fuentes: hidroeléctrica.

Como accionista mayoritario de la empresa, la relación con el Grupo Enel, una multinacional líder en los mercados de electricidad y de gas en diversas partes del mundo, representa un vínculo entre un importante apoyo accionista y los índices de referencias comerciales de la empresa, lo que implica un importante respaldo patrimonial, y la vinculación con un referente en el negocio de operación y distribución de energía eléctrica en el mercado internacional. La estructura de endeudamiento con que opera, definida de acuerdo a sus requerimientos financieros y operativos, conformada fundamentalmente, por emisiones de bonos corporativos en moneda nacional. Su adecuada estructura operativa, confirmada por sus ratios de operación y rentabilidad. (Enel dx, 2021)

El Programa de operaciones de optimización de caja con otras empresas del Grupo en el Perú, para cubrir necesidades de corto plazo. Su cartera de clientes en constante crecimiento, que en líneas generales se refleja en el incremento constante de energía consumida. Eólica, solar y termoeléctrica.

#### 1.2. PERFIL DE LA EMPRESA

Enel Distribución Perú S.A.A., una empresa concesionaria de los servicios de energía eléctrica en la zona norte de Lima Metropolitana, la provincia constitucional del Callao y las provincias de Huaura, Huaral, Barranca, Pativilca y Oyón.



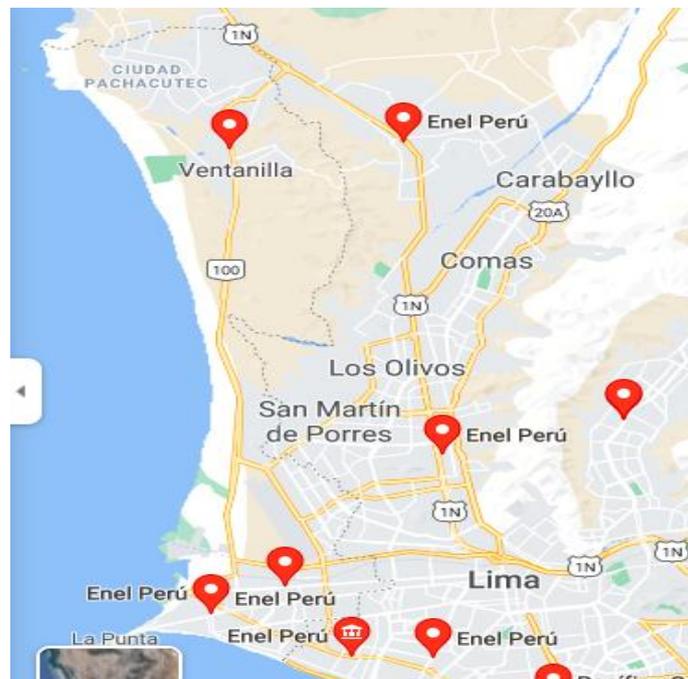


En total el área de concesión abarca aproximadamente unos 1,602 km<sup>2</sup> que cubre 52 distritos de las provincias mencionadas de forma exclusiva y otros 5 de manera compartida con la empresa distribuidora de la zona sur, llevando energía a más de 1 400 000 clientes beneficiando a más de la mitad de la población de la capital peruana.

Además, apostamos por el progreso social del país impulsando proyectos que buscan mejorar la calidad de vida de los peruanos en áreas como salud, desarrollo cultural, social, y educativo de las comunidades. (Enel dx, 2021)

**Figura 1**

*Zonas Manejadas por Enel DX*



Fuente: (Enel dx, 2021)

### 1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

Somos la principal empresa distribuidora de energía en el país. Nuestra área de concesión abarca a más de 50 distritos del departamento de Lima, llevando energía eléctrica a casi un millón y medio de peruanos.





En Enel Distribución Perú nos comprometemos no sólo con brindar el mejor servicio a nuestros clientes, sino que nuestros procesos sean respetuosos con el medio ambiente, la biodiversidad y la salud de las personas, bajo estrictos parámetros, trabajamos en construir un mundo más sostenible.

**Figura 2**

*Logo de la Empresa de Estudio*



Fuente: (Enel dx, 2021)

### **1.3.1. Misión**

Ampliamos nuestras dimensiones para alcanzar y conectar un mayor número de personas a una energía segura y sostenible

Dirigimos el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías para generar y distribuir la energía de forma más sostenible, sobre todo a través de fuentes renovables y de redes inteligentes.

Desarrollamos nuevos métodos que se ajustan a las necesidades efectivas de las personas, para ayudarlas a utilizar y gestionar la energía de manera más eficiente, sobre todo recurriendo a los contadores inteligentes y a la digitalización.

Desarrollamos nuevos servicios que emplean la energía para hacer frente a desafíos de carácter mundial dedicando una atención especial a la conectividad y a la movilidad eléctrica

Nos unimos a una red de colaboradores en la investigación, en la tecnología y en el diseño de nuevos productos, así como en el marketing, para desarrollar nuevas soluciones de forma conjunta.





### **1.3.2. Visión**

Durante más de 50 años Enel ha traído progreso a la gente de todo el mundo. Desde el día en que Enel fue fundada, en 1962, hemos trabajado duro para ayudar a personas, empresas y naciones a prosperar mediante la conexión a la electricidad, el gas y los servicios adecuados para sus necesidades.

Por lo tanto, constantemente hemos adoptado nuevas tecnologías para volver más confiable, más asequible y más sostenible nuestra energía desde la introducción del primer contador inteligente hasta convertirnos en el mayor productor mundial de energía renovable.

Ahora estamos comenzando una nueva, emocionante, era para la energía; una era abierta de participación, donde todo el mundo está conectado y tiene la oportunidad de participar y hacer frente a los grandes desafíos del mundo.

En el complejo y cambiante mundo actual podemos provocar un efecto concreto en los grandes desafíos globales únicamente multiplicando las ventajas que ofrece nuestra presencia y abriéndonos.

Por eso garantizamos nuestros servicios a cada vez más personas en un gran número de países, impulsando las economías locales y ampliando el acceso a la energía. (Enel dx, 2021)

### **1.3.3. Objetivo estratégico institucional**

- Proporcionar condiciones de trabajo seguras en nuestras actividades.
- Aumentar la satisfacción de los clientes.
- Implementar proyectos para mejorar el desempeño de los usos y consumos de energía.





- Implementar el sistema de gestión de continuidad de negocio como parte del SIG.
- Realizar 100% de las pruebas planificadas con resultados exitosos.
- Establecer las normas que permitan efectuar intervenciones en las instalaciones del sistema eléctrico en forma segura para las personas e instalaciones, manteniendo los estándares de calidad del servicio de acuerdo a la normativa vigente.
- Definir responsabilidades, deberes y atribuciones del personal que interviene en las instalaciones del sistema eléctrico.
- Fomentar las prácticas responsables en empresas grandes, medianas y pequeñas e impulsarlas al desarrollo sostenible de sus negocios para potenciar su impacto positivo en la sociedad.
- Nuestro compromiso es avanzar juntos hacia un desarrollo más sostenible para hacer que tanto nuestra empresa como las comunidades locales en las que operamos sean más ricas, inclusivas y resilientes.
- En definitiva, sin dejar a nadie atrás, integrar y detallar dos de los principales documentos de infraestructura y redes Perú.
- El instructivo operativo No. 667 “Atención de situaciones de emergencia o crisis” y la política No. 479 “Global Infraestructura and Networks.
- Definir responsabilidades, deberes y atribuciones del personal que participa en los procesos información de



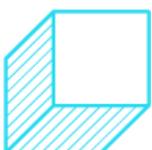


suspensiones de suministro, actualización de la información técnica para los sistemas de apoyo a la operación y puesta en servicio de instalaciones en el sistema eléctrico.

Las instalaciones sujetas a las instrucciones operativas contenidas en este manual son las siguientes:

- a. El sistema eléctrico constituido por las redes eléctricas, esquemas de protecciones, esquemas de medida, esquemas de control, sistemas de comunicación, sistemas automáticos de deslastre de carga, sistemas de supervisión remota y sistemas técnicos de ayuda a la operación de las redes eléctricas.
- b. interconexión con sistemas eléctricos de otras empresas o de clientes cuya operación sea efectuada por Enel distribución.
- c. Como se describe en otras políticas, en un ecosistema cada vez más caracterizado por eventos meteorológicos extremos, regulaciones desafiantes y expectativas exigentes de los clientes, I&N Perú ha remodelado recientemente su estrategia de acuerdo con el concepto de resiliencia innovadora, basada en el enfoque de “4R”.

(Enel dx, 2021)





**Figura 3**

*Prevención de Riesgos, Preparación, Respuesta y Recuperación*



Fuente: (Enel dx, 2021)

Pautas de estrategia con un enfoque en las últimas “3R”:

Preparación, respuesta y recuperación, pero la prevención de riesgos no es tema de este documento ya que sus acciones están cubiertas por otras pautas globales. Por lo tanto, en el O&M Perú se tendrá definido un procedimiento que describa las acciones locales adoptadas para las últimas “3R”. (Enel dx, 2021)





## 1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

**Figura 4**

*Organigrama de Altos Cargos en Enel Perú*



Fuente: (Enel dx, 2021)

Mediante Junta General Obligatoria Anual de Accionistas de Enel Distribución Perú S.A.A., celebrada el 25 de marzo de 2021, se designó al actual organigrama.





## **1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA**

### **1.5.1. Fortalezas de la empresa**

- Grupo controlador con conocimiento y experiencia internacional en el negocio de distribución y de generación de energía eléctrica.
- Solvencia del grupo controlador, tanto en soporte gerencial, como en patrimonial.
- Positiva trayectoria en el mercado de capitales peruanos, con emisiones públicas recurrentes.
- Empresa de primer nivel en el contexto de la economía peruana en cuanto a calidad de servicio y estabilidad financiera.
- Enel Dx opera en una zona de distribución de energía eléctrica de carácter exclusivo, con importante participación de clientes industriales y residenciales.
- Realiza permanentes inversiones para mejorar y ampliar su servicio, atendiendo adecuadamente el crecimiento de la demanda.

### **1.5.2. Factor de riesgos**

- La empresa opera con esquemas de fijación de precios por parte del ente regulador.
- Exigente nivel de regulación en el mercado de energía nacional.
- Dependencia del sector eléctrico a las condiciones hidrológicas del país.





- Cambios en el comportamiento económico futuro de la población puede afectar el nivel de consumo de energía eléctrica.
- Situación del mercado del gas.

### 1.5.3. Análisis de la matriz FODA

Para buscar las fortalezas de la empresa en estudio, para empezar, se exponen las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué es lo que hacemos bien?
- b. ¿Qué hace que nuestra empresa sea especial?
- c. ¿Qué es lo que le gusta de nuestra organización a la audiencia objetivo?

A continuación, se desarrolla la matriz para analizar las áreas clave en torno a estas oportunidades y amenazas, para obtener la información que se necesita para preparar al TSP para el éxito.





**Tabla 1**  
*Análisis de la Matriz DAFO*

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Referentes en la tecnología para la industria y el regulador</li> <li>● conocimiento técnico, compromiso y competencias de las personas</li> <li>● Sólidos indicadores de pérdidas de energía y calidad de suministro valorizando la pertenencia al grupo Enel y liderando a nivel local</li> <li>● liderazgo en mercado libre</li> <li>● cultura de seguridad</li> <li>● liderazgo en el mercado eléctrico</li> <li>● pertenencia a una empresa global</li> <li>● calidad de trabajo realizado</li> <li>● indicadores de pérdida y calidad</li> <li>● competencia técnica y capital humana</li> <li>● integración de propuestas de valor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Distancia del desafío de cero accidentes</li> <li>● Manualidad falta de digitalización en procesos, especialmente de interacción con clientes y proveedores</li> <li>● Camino por recorrer en satisfacción de clientes</li> <li>● proceso poco orientado a la experiencia al cliente</li> <li>● resistencia al cambio</li> <li>● trabajo en equipo debe ser integrado entre líneas de negocio</li> <li>● planificación, priorización y programación de tareas</li> <li>● difusión, falta de comunicación marketing</li> <li>● riesgo operacional debido a que los recursos están en otros proyectos</li> </ul>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Avance en la reforma regulatorio a través del nuevo decreto</li> <li>● liderazgo en movilidad eléctrico, medición electrónica y energías renovables</li> <li>● Apertura de mercado libre</li> <li>● Venta integral de productos, servicios y energía</li> <li>● Licitación de transmisión</li> <li>● Experiencia con Smart meters</li> <li>● Consciencia cambio climático</li> <li>● Mayor desarrollo tecnológico en el mundo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Exigencias de autoridad fiscalizadora</li> <li>● limitado mercado de empresas contratistas en el ámbito local</li> <li>● Impacto en la imagen regulatorio por las intolerancias ante fallas</li> <li>● Apertura de mercado libre</li> <li>● Impacto del alza de precios</li> <li>● Eventos climáticos</li> <li>● Fiscalización calidad técnica y comercial NT</li> <li>● Proyecto de ley distribución: tarifas y giro único</li> <li>● Alta sensibilidad política por contexto</li> <li>● Competencia por recursos capacitados (retención del talento) y también en el mercado.</li> </ul>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)





## CAPÍTULO II

### REALIDAD PROBLEMÁTICA

#### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El presente trabajo tiene como finalidad mejorar la calidad de atención a los clientes en una interrupción en el suministro eléctrico, ya sea imprevista o programada, y proponer soluciones mediante tecnología de punta con la instalación de equipos de control remoto en las redes para la empresa distribuidora de electricidad Enel Dx, a fin de reducir el tiempo que toma restablecer el servicio. Que propicie el beneficio a la empresa y sus clientes. (Enel dx, 2021)

La interrupción en la red AT puede ser imprevista o planificada. Una interrupción imprevista se constituye por regla general, por la intervención automática de una protección en SET a lo largo de la red de AT, causada por un fallo en la red de AT propia u de otra entidad (distribuidor o no) o como resultado de la interrupción de la red aguas arriba del punto de entrega generador-distribuidor. Una interrupción programada se genera normalmente a partir de la intervención manual del operador en la cabina primaria o a lo largo de la red AT, que provoca una desconexión de la Red AT propia u de otra entidad. (Enel dx, 2021)

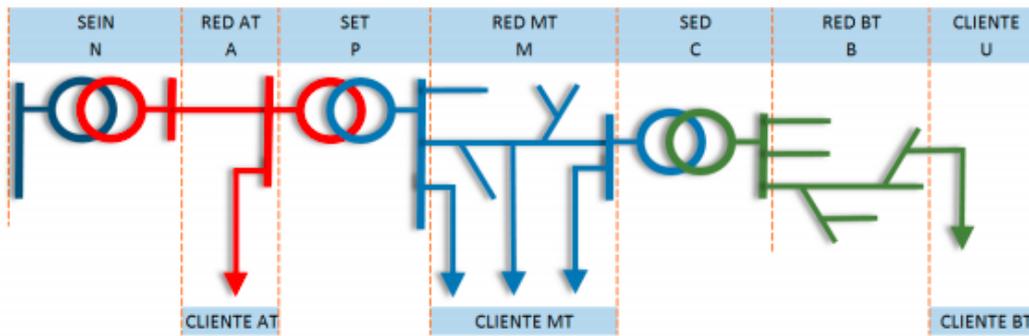
La problemática en operación de la red en A.T; M.T. Y B.T. al diseñar las actuaciones que resuelven las criticidades detectadas en la red se respetarán los criterios establecidos en la IO n.491 “Criterios de fiabilidad y desarrollo de la red eléctrica” de e-distribución. La comprobación de la idoneidad de las soluciones propuestas para resolver las criticidades de la red eléctrica. Cuando la solución incluya subestaciones AT/MT se aplicarán las reglas correspondientes en cuanto a la comprobación de su idoneidad. En caso de ser viable, y como una alternativa de menor coste para resolver alguna criticidad, se podrán la red eléctrica, se consideran que las modificaciones propuestas no son aplicables, se analizarán alternativas que supongan desarrollo de la red eléctrica. Proponer modificaciones al





esquema normal de explotación de la red eléctrica. Si los encargados de la operación de la red. (Enel dx, 2021)

**Figura 5**  
*Zonas de la red eléctrica*



Fuente: (Enel dx, 2021)

En la fase de planificación y autorización de los trabajos programados por las unidades a cargo, debe proporcionarse el mínimo impacto en términos de duración y número de clientes afectados. Para aquellos trabajos programados con un impacto superior al TIEPI/Objetivo de la división, deberán estar supervisados por un responsable. Para este fin, se definirá un work Flow de autorización para la ejecución de descargos programados por parte de los Head of División, que irá en función del valor del TIEPI en el que incurra la ejecución de dicho descargo. (Enel dx, 2021)

Sin embargo, puede haber casos en los que, por situaciones de contingencias, es necesario hacer un análisis posterior de los trabajos programados que, debido a la urgencia o por subestimación de la duración, hayan tenido un impacto negativo en los clientes y/o en los indicadores de calidad del servicio. Estos eventos también merecen un análisis posterior para que siempre se puedan identificar sus causas, a fin de mejorar el proceso. Algunos de los aspectos que deben considerarse son los siguientes.





- Acciones para minimizar la parte de red afectada en términos de clientes desconectados, incluso con intervenciones preventivas como la apertura de puentes o trabajos en tensión.
- Uso de grupos electrógenos, puentes de cable, etc.
- Cumplimiento en la ejecución del trabajo programado y los tiempos de ejecución y comunicaciones previas, considerando los desvíos en los horarios de comienzo y finalización de la afectación. (Enel dx, 2021)

### 2.1.1. Descripción y diagrama de flujo

Se toma los criterios de la red en el proceso de planificación de la red eléctrica y se establecen la metodología.

**Figura 6**

*Diagrama de Flujo del Proceso*



Fuente: (Enel dx, 2021)





### **2.1.2. Formulación del problema**

La implementación de mejora en calidad de los servicios de atención al cliente en interrupciones imprevistas y programadas, para la solución a los problemas deberá respetarse los estándares y los criterios técnicos de diseño y desarrollo de la red.

Las principales actuaciones para resolver problemas de calidad de servicio en la red de alta tensión, media tensión y baja tensión se pueden agrupar en varias categorías:

- Mantenimiento
- Telecontrol
- Automatización y reconectadores
- Estructura
- Adecuación y sustitución





**Tabla 2**  
*Principales Beneficios por Tipo de Actuación*

ACTUACIONES	PRINCIPALES BENEFICIOS
<b>Telecontrol</b>	Reducción de la duración de la interrupción
<b>Automatización</b>	Reducción de la duración de la falta y del número de fallas por cliente
<b>Re conectador</b>	
<b>Estructura</b>	Reducción de número de clientes afectados por la falla.
<b>Adecuación y sustitución</b>	Reducción de la tasa de fallas.
<b>Mantenimiento</b>	Se realizan para mejorar los índices de continuidad de la red

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

## 2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Una interrupción en la energía eléctrica en nuestra sociedad significa la paralización de sus actividades cotidianas de los clientes. Representa pérdidas para las empresas atraso en la producción, trabajadores inactivos en horario de trabajo, o que se estropeen algunos insumos o productos en proceso. Incluso representa pérdidas para la misma empresa proveedora de electricidad, ya que una interrupción cualquiera sea la naturaleza de la misma, implica dejar de suministrar, es decir deja de vender, energía a sus clientes y asumir otros costos en un sector bastante regulado.

En el caso de los cortes de energías programados solicitados por las unidades de mantenimiento, obras y operación deben ser corroboradas por el impacto de la afectación generada, se debe calcular el indicador asignado teniendo en cuenta la cantidad de clientes y el tiempo de corte de suministro definido en el pedido.





A tal fin se fija el valor minuto-clientes como valor límite de aprobación de solicitudes de trabajos programados. Se establece este valor en base a las jornadas de trabajo y clientes promedio a ser afectados. En caso de ser necesario se debe analizar la factibilidad de instalación de grupos electrógenos. (Enel dx, 2021)

Aquellos trabajos programados que superen el valor establecido como límite, deben tener una revisión individual con el objeto de evaluar la conveniencia de su ejecución y/o las acciones adicionales para reducir la afectación de clientes o el tiempo de ejecución de los trabajos. Las acciones adicionales a considerar son:

- Dividir en varias jornadas, ejecutando por etapas los trabajos.
- Reducir la red afectada en términos de clientes desconectados, incluso con intervenciones preventivas como la apertura de puentes.
- Conexión de generadores, cierres por la red de baja tensión.

Dentro del análisis de los eventos seleccionados se debe realizar la revisión del rendimiento del CO orientado a los aspectos de eficiencia operativa y condiciones de seguridad durante la ejecución de las maniobras o trabajos programados.

Se analizan las acciones ejecutadas por los operadores tomando como elementos de estudio los logger de Scada y STM, y las notas registradas durante la atención de los eventos en Retim (Enel dx).

Las revisiones deben tener en cuenta la aplicación de las siguientes pautas:

- a. La correcta aplicación de la instrucción operativa 1725. Operación de la red A.T. / M.T. y gestión de maniobras en fallas, la instrucción operativa No 1765. Gestión de las maniobras por falla de los transformadores AT/MT infraestructura y redes global y otros





procedimientos operativos globales o Locales asociados a la operación de las redes AT, MT, y BT.

- b. La registración de las duraciones que impactan en SAIDI, definiendo correctamente las etapas de alertas y desplazamiento, operación por telecontrol, operación manual, inspección y reparación.

En los casos de redes con equipos telemandos instalados se debe verificar la eficacia de la operación para el restablecimiento del suministro, con especial atención al porcentaje de clientes realimentados en un lapso de hasta tres minutos posteriores a la interrupción.

La aplicación de los planes de realimentación de CP y/o planes de emergencia preparados como resultado del estudio de riesgos operacionales (Instrucción Operativa No 1121. Instructivo de operación para el análisis de riesgo operacional infraestructura y redes global). Se debe hacer una revisión con los operadores intervinientes con objeto de verificar lo actuado en cada evento. Se debe hacer un informe con el resumen del análisis en el que se debe indicar las acciones de mejora y/o recomendaciones para su implementación. Los resultados deben ser difundidos al resto de los operadores.

En los casos en que haya un problema generalizado en el proceso o si hay errores sistemáticos por parte de varios operadores, se deben emitir instrucciones operativas con el objeto de dar conocimiento o reafirmar de los criterios a ser aplicados.

### **2.2.1. Interrupciones en la red de alta tensión**

Los eventos que se originan en la red de transporte con afectación a red de distribución, red de alta tensión tanto de la compañía distribuidora como otras compañías, o en equipos de AT de subestaciones se detectan automáticamente y/o manualmente a partir de un protocolo de sistemas de control remoto. Las

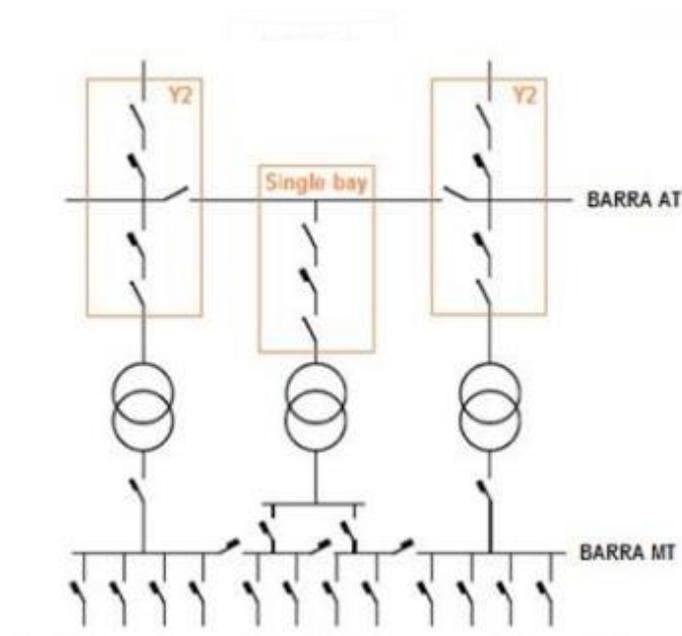




interrupciones en la red de AT pueden ser imprevistas o programadas. Una interrupción imprevista se crea por la intervención automática de una protección en la red de AT. Una interrupción programada se genera habitualmente por la necesidad que tiene la empresa distribuidora de realizar una intervención manual en la red AT. Todos los eventos que ocurren en la red de AT son registrados en los sistemas de telecontrol SAC/SCADA y la información relacionada se recopilan en SGI soportado en la base de datos BDE. (Enel dx, 2021)

**Figura 7**

*Subestación AT/MT con Tres Transformadores de Potencia*



Fuente: (Enel dx, 2021)

### 2.2.2. Interrupciones en la red de media tensión

Los eventos originados en la red de media tensión de cada compañía se detectan automáticamente y/o manualmente a partir de un protocolo de sistemas de control remoto en el que, además de mostrar todas las alarmas se registran todas las actuaciones del sistema de gestión de maniobras controladas de forma remota.



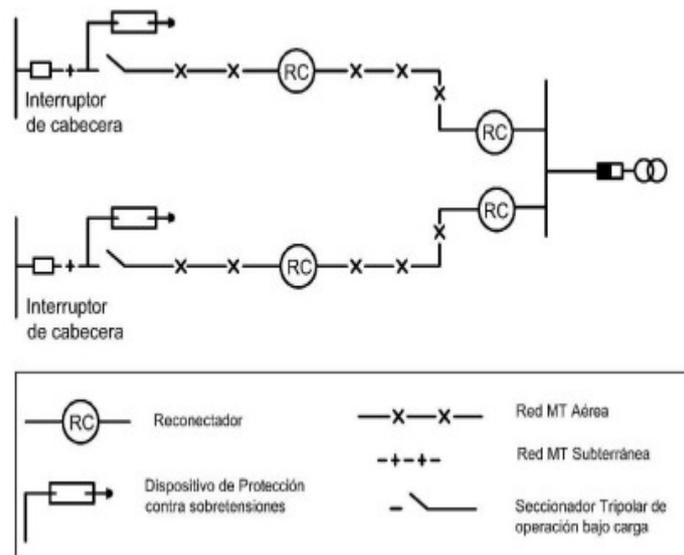


Las interrupciones en la red de MT pueden ser imprevistas o programadas. Una interrupción imprevista se crea, por regla general, por la intervención automática de una protección en una subestación o a lo largo de una línea causada por una avería (monofásica o trifásica) en la red de distribución o como resultado de una interrupción en la red.

Una interrupción programada se genera habitualmente por la necesidad que tiene la empresa distribuidora de desconectar del suministro de energía eléctrica a los usuarios debido a las necesidades del servicio (nuevas obras, reparaciones, mantenimiento, inspecciones, etc.). Todos los eventos que ocurren en la red de MT se registran en los sistemas de telecontrol (SAC/SCADA) y la información relacionada se recopilan en SGI soportado en la base de datos BDE (Enel dx).

**Figura 8**

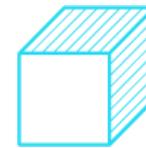
*Configuración de un Circuito Radial MT*



Fuente: (Enel dx, 2021)

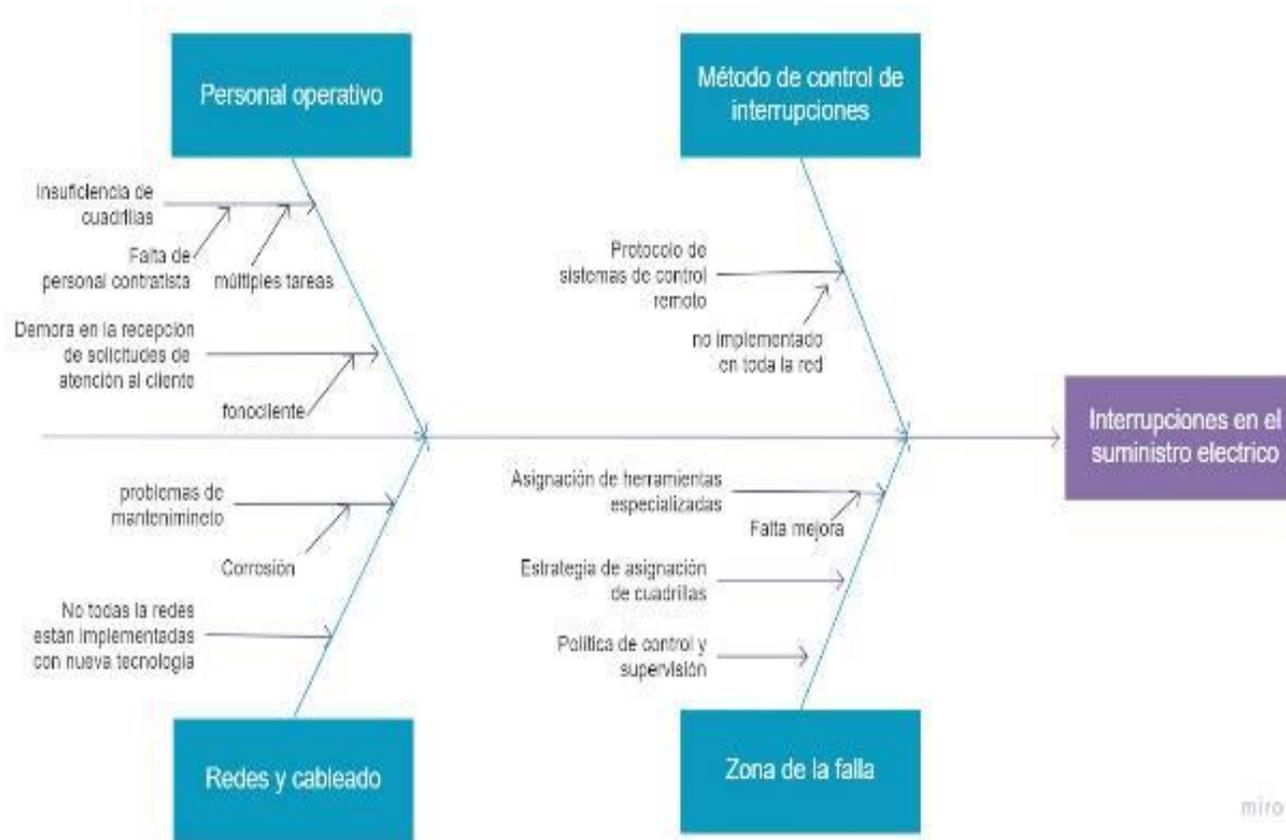
Teniendo como problema principal interrupciones imprevistas y programadas en Alta tensión, Mediana y Baja tensión, se decide analizar el problema desde las herramientas de la calidad como son del Diagrama causa Efecto y/o Ishikawa.





Lo cual nos permite tener las causas en torno a un problema o situación específica.

**Figura 9**  
*Diagrama de Ishikawa*



Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)





## **2.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **2.3.1. Objetivo general**

Establecer la mejora en calidad y servicio eléctrico de las interrupciones imprevistas y programadas a nivel de Alta Tensión, Media Tensión y Baja Tensión en la operación en tiempo real.

### **2.3.2. Objetivos específicos**

- a.** Diagnosticar y contribuir a la mejora del proceso de gestión de interrupciones imprevistas en Alta Tensión, Mediana tensión y Baja Tensión.
- b.** Estimar y proponer una solución de mejora al proceso y descompensaciones a los usuarios por falta de suministro de energía eléctrica a los clientes.
- c.** Establecer tecnología de punta para reducir el tiempo de interrupciones imprevista con equipos y herramientas modernos para la operación en tiempo real.
- d.** Establecer las normas que permitan efectuar intervenciones en las instalaciones del sistema eléctrico en forma segura para las personas e instalaciones.
- e.** Actualización de la información técnica para los sistemas de apoyo a la operación y puesta en servicio de instalaciones en el sistema eléctrico.





## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO

La gestión de la Operación del Sistema Eléctrico, en lo referente a la explotación, supervisión, coordinación, dirección, control, interacción con clientes y Centros de Control de otras empresas interconectadas, es responsabilidad de los Encargados de la Operación del Sistema Eléctrico.

Controlar el funcionamiento del Sistema Eléctrico en tiempo real, asegurando la calidad y continuidad de suministro a los clientes.

Realizar la gestión de las instalaciones en la ejecución de intervenciones imprevistas y programadas en la atención de anomalías.

##### 3.1.1. Antecedentes de la investigación

El sector eléctrico está compuesto por las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica. El Ministerio de Energía y Minas y el Osinergmin tienen a su cargo la función normativa y supervisora de las operaciones de la cadena de valor eléctrica.

En el mercado eléctrico actúan distintos agentes económicos, como son las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras, los cuales interactúan en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (en adelante "Sein") con la finalidad de abastecer de energía tanto a los clientes libres como a los clientes regulados a nivel nacional.

El presente TSP tiene como finalidad ver las implicancias que presenta una interrupción imprevista y programada en el suministro eléctrico y proponer soluciones a la empresa distribuidora de electricidad, a fin de reducir el tiempo que toma restablecer la energía eléctrica en los clientes.





### **Antecedentes internacionales**

Lopera J., Ruiz C., Centeno J., (2019) en su investigación Modelo predictivo de interrupciones del servicio de energía eléctrica domiciliar de Bogotá usando análisis de datos nos dice que la distribución de Energía Eléctrica en la ciudad de Bogotá es fundamental para el crecimiento de la economía local, los usuarios perciben la calidad como la mínima posibilidad de interrupciones y su duración, así como recibir unos parámetros eléctricos aceptables. Para el desarrollo de la investigación uso de KDD y la minería de datos, se logra concluir cómo con la información actual existente por parte del operador del sistema de distribución de energía en Bogotá y la información capturada y almacenada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) se relacionan, permitiendo establecer un modelo que ayuda a mejorar los indicadores de calidad, en la prestación del servicio.

Sánchez E., Rincón C., (2007) en su estudio titulado “Evaluación técnica y financiera para el mejoramiento de la calidad del servicio de energía eléctrica en el municipio de Cogua” con el objetivo de realizar una evaluación técnica y financiera de los Circuitos que suplen el servicio de energía eléctrica al municipio de Cogua, de tal manera, que permita brindar soluciones que contribuyan al mejoramiento de la calidad y confiabilidad del servicio. La investigación tiene como resultado que la configuración actual de los circuitos que alimentan el municipio de Cogua no es la adecuada, debido a que subestación de potencia AT-MT se encuentra en extremo de carga, como resultado de un crecimiento no planeado de nuevas cargas, ocasionado por el aumento de la demanda en el sector industrial.

Zúñiga S., (2013) en su investigación que tiene por nombre “Mejora al proceso de atención de emergencias en una empresa de





distribución eléctrica, a través de herramientas matemáticas y simulación” tiene como objetivo mejorar la calidad de servicio de la empresa distribuidora de energía eléctrica Amplia Energía y Servicios S.A en lo que se refiere a la atención de emergencias en el suministro eléctrico. Para el desarrollo de la investigación se utiliza una combinación de herramientas matemáticas para la determinación de dotación, basado en resultados de teoría de colas. Además, se construye un modelo de simulación que permite validar los resultados y realizar análisis de sensibilidad sobre el escenario actual, para finalmente estimar los efectos económicos de las mejoras al proceso. Como resultado se obtuvo una mejora para el servicio a los clientes, disminuyendo los montos de compensaciones a pagar y mejorando su imagen y relación con los clientes, considerando esto último como un elemento importante para el desarrollo de la compañía en el largo plazo.

Benalcázar W., Robalino R., Espinosa S., (2013) en su estudio con título “Estudio del sistema para la gestión de interrupciones OMS, en redes de distribución eléctrica y de los requerimientos para su implementación” tiene como objetivo ampliar el nivel de usuarios informados en forma individual previo a una interrupción programada. En el estudio de los sistemas de interrupciones se utiliza las normas internacionales de institutos reconocidos a nivel mundial en la elaboración de estándares para los Smart Grid como son el EPRI y el IEC. Las funciones principales en el análisis de las interrupciones se basan en la norma IEC, que son las operaciones de la red, y atención al cliente. Las brechas existentes en la Empresa Eléctrica Quito se minimizarán con la implementación del sistema OMS, logrando alcanzar, así las metas a corto plazo deseadas.

López P., (2018) en su investigación con título “Procedimiento para el control de la calidad del servicio técnico de distribución de energía eléctrica en el Ecuador” tiene como objetivo elaborar un





procedimiento para el control y supervisión de los índices de calidad del servicio técnico de distribución, a ser implementado por la Agencia de Regulación y control de Electricidad –ARCONEL. La investigación tuvo como resultado que el procedimiento propuesto se ajusta a la nueva visión de aumentar la eficiencia y flexibilidad con la que se ejecutaba los procesos para el control de la calidad del servicio técnico de distribución.

### **Antecedentes nacionales**

Cabrera G., (2018) en su investigación con título “Mantenimiento predictivo con aplicación de un Sistema Termo gráfico para optimizar los indicadores de calidad de suministro en los alimentadores de Media Tensión Trujillo Nor Oeste” tiene como objetivo mejorar la gestión de mantenimiento aplicando técnicas predictivas mediante termografía en los alimentadores de media tensión de Trujillo Nor Oeste, para el desarrollo de la investigación se utilizó información almacenada en el centro de control de operaciones (CCO) del año 2017. El indicador SAIFI en el primer semestre del año 2017 fue de 7.658 veces, y en el primer semestre del año 2018 se obtuvo 4.96 veces, el indicador SAIDI en el primer semestre del año 2017 fue de 11.85 horas y en el primer semestre del año 2018 fue de 8.24 horas, el indicador de ENS en el primer semestre del año 2017 fue de 14,548.68 kW/h y en el primer semestre del año 2018 se obtuvo 5,017.59 kW/h, el indicador de compensación en el primer semestre del año 2017 fue de 25,969.39 dólares, y en el primer semestre del año 2018 fue de 8,956.4 dólares, obteniéndose una reducción de 65.5%.

Enríquez C., (2019) en su investigación titulada “Análisis para disminuir las interrupciones eléctricas en media tensión de la empresa Hidrandina –Chimbote” tiene como objetivo analizar el registro de interrupciones de suministro eléctrico en Media Tensión producidos en la ciudad de Chimbote de la Empresa Hidrandina





S.A; durante el periodo comprendido entre Octubre 2013 y Setiembre 2015, Es una investigación descriptiva no experimental donde se analizaran los registros de interrupciones suscitados en el Sistema Eléctrico Chimbote. Los resultados que se esperan es conocer, clasificar y cuantificar los motivos de las interrupciones, los tiempos medios de atención, entre otros, para plantear una propuesta de mejora que conlleve a disminuir el número de interrupciones de suministro eléctrico no programadas.

Maque R., (2017) en su estudio que tiene como título “Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora de calidad de servicio a causa de fallas imprevistas en el suministro eléctrico en el distrito de Macusani-Carabaya” tiene como objetivo analizar, diagnosticar y dar la propuesta de como poder mejor la calidad de servicio a causa de fallas imprevistas en el suministro eléctrico en el distrito de Macusani-Carabaya en todo el sistema eléctrico, se emplea la investigación del tipo no experimental de diseño transversal, para lo cual la información se obtiene a través de encuestas y entrevistas planteadas por única vez a los representantes de Servicios Eléctricos Macusani y a los usuarios del sistema, y así mismo, la observación directa. La investigación tuvo como resultado hacer confiable y seguro el análisis de caída de tensión, en las líneas, se realiza empleando el software Neplan obteniendo resultados satisfactorios.

Escobedo A., (2018) en su investigación titulada “Automatización del servicio eléctrico en alimentadores de media de tensión de la empresa Hidrandina” tiene como objetivo elaborar una propuesta de automatización del servicio eléctrico en alimentadores de media de tensión en la Empresa Hidrandina. Es una investigación aplicada y descriptiva de diseño no experimental de corte transversal, se analizará los reportes de fallas registradas en la empresa, la técnica utilizada será análisis documental ya que se analizarán los reportes de fallas, y los datos se procesarán con el





software Microsoft office (Excel). Como resultado, se espera que las maniobras de reposición del suministro eléctrico o transferencias de carga, se realicen desde el centro de control; minimizando así los tiempos de espera de los clientes ante una falla de un alimentador en media tensión y así poder brindar un servicio óptimo.

De la Piedra H., (2019) en su estudio que tiene por título “Implementación de autotransformadores reguladores para mejorar la calidad de servicio en media tensión del alimentador 101, Lambayeque” tiene como objetivo mejorar la tensión motivo a las fluctuaciones que se presentan en dicha malla por la corriente de carga, la impedancia y el propósito fue implementar autotransformadores reguladores para mejorar la calidad de servicio en media tensión en el abastecedor 101 de Olmos, Lambayeque. Por esta razón se tomó en cuenta la implementación de autotransformadores reguladores de tensión monofásicos para mantener estable la tensión y brindar una mejor calidad de servicio eléctrico en dicho abastecedor. Se calculó la fuerza de los reguladores para dicha malla. Se hizo cálculos de conductores eléctricos de resistencia de trabajo, inductancia, impedancia, reactancia inductiva, corriente de cortocircuito, puesta a tierra y caída de tensión para instalar en abastecedor los reguladores de tensión en el punto indicado como se muestra en los planos unifilares.

### **Antecedentes locales**

Salas D., (2013) en su investigación titulada “Diagnóstico, análisis y propuesta de mejora al proceso de gestión de interrupciones imprevistas en el suministro eléctrico de baja tensión. Caso: empresa distribuidora de electricidad en Lima” tiene como objetivo diagnosticar, analizar y proponer acciones de mejora al proceso de gestión de interrupciones imprevistas en el suministro eléctrico de





baja tensión. Las interrupciones imprevistas del tipo SAE tienen una duración en su mayoría de 1 a 2 horas. Las fallas más comunes son las siguientes: defecto interno en instalación de cliente, falso contacto y material o equipo defectuoso. Solo estas tres causas concentraron el 55.29% del total de interrupciones imprevistas en el año 2012. En el caso de interrupciones imprevistas del tipo OA, estas tienen una duración en su mayoría de 2 a 3 horas y, con una frecuencia menor, un pico aislado de 5 a 6 horas.

Acosta L., (2019) en su investigación titulada “Calidad de Suministro Según La Norma Técnica de Calidad de Los Servicios Eléctricos en Los Puntos de Entrega Generador - Distribuidor del Perú en El Año 2018” tiene como objetivo Describir la calidad de suministro en los puntos de entrega generador -distribuidor del Perú según la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos en el año 2018. La Norma Técnica de calidad permite a las empresas generadoras controlar la calidad que reciben sus clientes en función a los indicadores de calidad N y D, así mismo, en el 2018 se obtuvo que 15% de los puntos de entrega tenían mala calidad, lo que indica que la calidad en los puntos de entrega generador distribuidor del 2018 es aceptable, luego de la mala calidad, las generadoras deben compensar a los distribuidores afectados, finalmente se detectó que el 83% de las interrupciones son responsabilidad de las empresas transmisoras, lo cual no está mal porque que son estas quienes resarcen a las empresas generadoras, sin embargo este monto no solo es proporcional a su interrupción sino al total de las interrupciones por punto de entrega generador distribuidor.

Manrique L., (2015) en su investigación titulada “Análisis y mejora de la gestión del mantenimiento en la empresa de distribución de energía eléctrica de lima norte S.A.A.” tiene como objetivo diagnosticar, analizar y proponer acciones de mejora al proceso de gestión de interrupciones imprevistas en el suministro eléctrico de





baja tensión de una Empresa de Distribución de Energía Eléctrica. Para medir la frecuencia media de interrupción por cliente (SAIFI) y el tiempo total promedio de interrupción por usuario (SAIDI) en un periodo determinado. Finalmente, se describen los tipos de interrupciones en el suministro eléctrico, programadas e imprevistas, y las compensaciones a los usuarios por la falta de calidad del suministro eléctrico.

Guzmán C., (2018) en su investigación titulada “La calidad del servicio del personal tercerizado y la satisfacción del cliente en la empresa edelnor, Lima, 2016” tiene como objetivo determinar en qué medida la calidad del servicio del personal tercerizado incide en la satisfacción del cliente en la empresa Edelnor, Lima, 2016. La presente investigación es descriptiva aplicada correlacional, siendo su diseño no experimental, contando con una muestra de 132 usuarios de la empresa Edelnor elegida mediante el muestreo probabilístico. La calidad de atención a las solicitudes y reclamos incide significativamente en la satisfacción por la capacidad de reacción del servicio que brinda el personal tercerizado en la empresa Edelnor.

Ortuzar J., (2021) en su estudio titulado “Implementación del proceso unificado de selección de inversiones – Óptima Capex - en una empresa distribuidora de energía eléctrica” tiene como objetivo implementar un proceso único para la selección de proyectos de inversión, en una empresa distribuidora de energía eléctrica de la ciudad de Lima. Como resultado se obtuvo que se pudiera implementar un proceso único de selección de inversiones que se aplique por igual en todas y cada una de las empresas del grupo, como condición previa a la asignación de presupuestos económicos anuales.





### 3.1.2. Bases teóricas

En el mercado eléctrico tenemos distintos agentes económicos, como son las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras, los cuales interactúan en el Sistema Eléctrico Interconectado local y Nacional, con la finalidad de abastecer de energía tanto a los clientes libres como a los clientes regulados a nivel nacional y local.

**Figura 10**

*Centro (SET) de Transformación*



Fuente: (Enel dx, 2021)

A continuación, una breve descripción de cada uno de los agentes económicos relevantes:

#### **Empresas generadoras**

Son aquellas que producen energía eléctrica a partir de fuentes renovables (hidroeléctricas, eólicas y solares) y no renovables (diésel, carbón, gas natural). Inyectan la energía generada al Sein.





### **Empresas Transmisoras**

Son líneas de transmisión que transportan de la energía eléctrica a través de líneas de alta tensión desde el punto de entrega del generador hasta el sistema de distribución.

### **Empresas distribuidoras**

Son empresas encargadas de distribuir la energía eléctrica a los usuarios regulados, residenciales, comerciales e industriales dentro de su zona de concesión. Pueden suministrar energía a los usuarios libres a través de contratos entre las partes.

### **Usuarios regulados**

Son aquellos que tienen una demanda menor a 0.2 MW y cuya energía es provista por las empresas distribuidoras que atiendan en la localidad que se ubiquen.

### **Usuarios libres**

Son aquellos usuarios con demanda superior a los 2.5 MW. Estos clientes pueden elegir a su suministrador y negociar el precio de la energía.

Los usuarios con demanda entre 0.2 MW y 2.5 MW pueden elegir entre ser regulados o libres.

Causas que generan corte de fluido eléctrico a los agentes económicos son:

### **Interrupciones imprevistas**

El sistema de gestión de fallas es parte de la red eléctrica y su sistema de control está destinado a proporcionar un operador del centro de control (CCO) para identificar fallas y restaurar el servicio. Su función principal es identificar dónde ocurrió la falla, recomendar la estrategia de recuperación más práctica y mantener la





continuidad del servicio brindado al usuario. Además, la información y los datos deben estar disponibles en el área visual de la organización para mantener el impacto en los usuarios durante las interrupciones con la comunicación.

### **Interrupciones programadas**

Las interrupciones programadas son aquellas que se avisan con la suficiente anticipación a los clientes, están claramente definidas en los marcos regulatorios de la mayoría de los mercados abiertos.

Se trata de un corte de energía debido a la expansión, consolidación o mantenimiento de la red planificada previamente por una empresa con la ayuda de las autoridades. Este tipo de evento debe notificarse al cliente al menos 8 horas antes de que se produzca. Para ello, el distribuidor de energía debe indicar el período de interrupción del servicio.

**Figura 11**

*Equipos y Celdas de Maniobra*



Fuente: (Enel dx, 2021)





## Organización

La gestión de la operación del sistema eléctrico, en lo referente a la explotación, supervisión, coordinación, dirección, control, interacción con clientes y centros de control de otras empresas interconectadas, es responsabilidad de los encargados de la operación del sistema eléctrico.

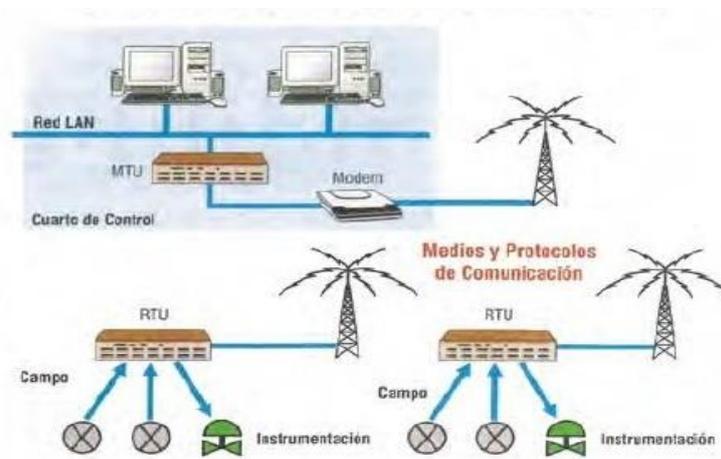
## Relé

Es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abriendo y cerrando el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente, el relé permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán, por eso también se llaman relés electromagnéticos.

## Sistema de Comunicación

**Figura 12**

*Sistemas de comunicación*



Fuente: (Enel dx, 2021)

## El sistema SCADA

Es una herramienta de automatización y control industrial utilizado en los procesos productivos que puede controlar, supervisar, recopilar datos, analizar datos y generar informes a distancia mediante una aplicación informática. Su principal función es la de





evaluar los datos con el propósito de subsanar posibles errores. Su definición es la de una agrupación de aplicaciones informáticas instaladas en un ordenador denominado Máster o MTU, destinado al control automático de una actividad productiva a distancia que está interconectada con otros instrumentos llamados de campo como son los autómatas programables (PLC) y las unidades terminales remotas (RTU).

**Figura 13**

*Características del Sistema Scada*



Fuente: (Enel dx, 2021)

### **El equipo BCU**

Aborda las aplicaciones más exigentes, como los sistemas de transmisión y distribución de servicios públicos, plantas de energía, transporte o aplicaciones industriales, al combinar diversas opciones de I/O, programación de usuario avanzada y control de alto rendimiento en un sistema altamente confiable, flexible y poderoso. Está totalmente preparada para admitir soluciones modernas de subestaciones totalmente digitales, incluida la integración de herramientas de ingeniería de sistemas de terceros.





**Figura 14**

*BCU utilizado por Enel Dx*



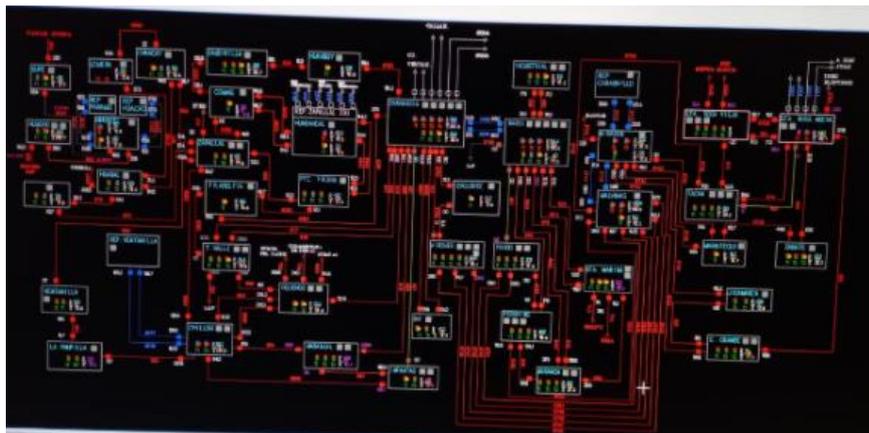
Fuente: (Efacec, 2021)

### **Esquema unifilar de fallas**

Los diagramas unifilares representan las partes que componen a un sistema eléctrico de modo gráfico, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para lograr así una visualización completa del sistema de la forma más sencilla.

**Figura 15**

*Esquema Unifilar de Redes y Subestaciones de Enel Dx*



Fuente: (Enel dx, 2021)





### 3.1.3. Bases normativas

Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Ley N° 25844) y su reglamento

Es uno de los pilares normativos del sector eléctrico. Establece la división de actividades (generación, transmisión y distribución), los mecanismos de regulación de estas y el impedimento a que un mismo titular o quien ejerza control directa o indirectamente sobre éste, desarrolle más de una actividad, salvo lo previsto en la Ley Antimonopolio y Anti oligopolio del Sector Eléctrico (Ley N° 26876).

#### **Decreto Ley N° 25844**

Artículo 1°. - Los encargados de velar por el cumplimiento de la presente ley son El Ministerio de Energía y Minas y el OSINERG quienes también transmiten, distribuyen y comercializan la energía eléctrica.

Artículo 2°. - Constituyen Servicios Públicos de Electricidad:

- a. El suministro regular de energía eléctrica para uso colectivo o destinado al uso colectivo, hasta los límites de potencia fijados por el Reglamento.
- b. La transmisión y distribución de electricidad. El Servicio Público de Electricidad es de utilidad pública.

Artículo 4°. - Cuando la potencia instalada es superior a 500 KW se necesita autorización para desarrollar las actividades termoeléctricas.

Artículo 6°. - Las concesiones y autorizaciones serán otorgados por el Ministerio de Energía y Minas, que establecerá para tal efecto un Registro de Concesiones Eléctricas.

#### **Decreto Supremo N° 009-93-em**





Artículo 7°. - El Comité de Gestión mantiene un registro de concesiones de energía que registra todos los documentos, contratos y derechos relacionados con concesiones y autorizaciones en forma de archivos internos. A tal efecto, se aplica la normativa interna de registro de concesiones.

Artículo 19°. - Todos los miembros de la junta reciben un salario mensual regular. Por la naturaleza de sus funciones y su dedicación, el presidente también recibe una cantidad adicional equivalente a tres veces el salario mensual normal.

Norma Técnica de Calidad del Servicio Eléctrico (D.S. N° 020-97-EM)

Norma que establece los niveles mínimos de calidad de los servicios eléctricos, incluido el alumbrado público, y las obligaciones de las empresas de electricidad.

Ley que Mejora la Regulación de la Distribución de Electricidad para promover el acceso a la energía eléctrica (Decreto Legislativo N° 1221) y sus normas reglamentarias

Norma que implementó reformas en la actividad de distribución eléctrica, entre ellas:

- El Valor Agregado de Distribución (VAD) se calcula para cada empresa con más de 50,000 clientes.
- Se crean las Zonas de Responsabilidad Técnica (ZRT) con la finalidad de ampliar la cobertura eléctrica, las que son asignadas a cada distribuidora por el Ministerio de Energía y Minas.
- Posibilidad de presentar proyectos de innovación tecnológica y calidad en los procesos tarifarios.





- Migración a sistemas de medición inteligente (con un plazo de 8 años para el despliegue masivo de medidores).
- Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas (Decreto Supremo N° 014-2019-EM).

Tiene por objeto promover y regular la gestión ambiental de las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica con la finalidad de prevenir, minimizar, rehabilitar y/o compensar los impactos ambientales negativos derivados de tales actividades en un marco de desarrollo sostenible.

#### **3.1.4. Reglas generales**

- Es responsabilidad de toda persona que acceda a las instalaciones eléctricas de Enel Distribución el usar los elementos de protección personal, cumplir con las normas de seguridad y evaluar los riesgos del entorno, cualquiera sea la actividad que se disponga a realizar.
- Todo componente o elemento de las instalaciones en el alcance de este Manual de Instrucciones Operativas, que se encuentra en servicio o en condiciones de uso en el sistema, está bajo el control de los Encargados de la Operación.
- Los equipos y líneas del sistema eléctrico al momento de su Puesta en Servicio serán operados de acuerdo con los niveles de explotación que definen los Encargados de Desarrollo de la Red.

#### **Programar intervenciones**

- Coordinar y programar la secuencia lógica de maniobras que permitirán la realización de la intervención.





- Informar las modificaciones previstas de la conectividad del sistema eléctrico y la incorporación de nuevas instalaciones, a los responsables de la actualización de los sistemas técnicos.

### **Gestionar recursos y sistemas**

- Gestionar con los responsables de sistemas para coordinar actividades y asegurar el buen funcionamiento de los sistemas técnicos.
- Gestionar los recursos de operación y los avisos de suspensiones programadas del suministro a clientes.
- Elaborar informes asociados a la gestión de la operación.

### **Operación en tiempo real**

- Controlar el funcionamiento del sistema eléctrico en tiempo real asegurando la calidad y continuidad de suministro a los clientes.
- Realizar la gestión de las instalaciones en la ejecución de intervenciones programadas e imprevistas.
- Relación con el CEN y otras empresas eléctricas
- Establecer con el CEN acciones coordinadas ante eventuales contingencias del sistema interconectado central.
- Gestionar con CEN y otras empresas de transporte y distribución de energía las intervenciones y la disponibilidad programada de componentes del sistema eléctrico.





### 3.1.5. Procedimientos operacionales

- Las operaciones solo pueden ser ejecutadas por instrucción de los Encargados de Operación y por personal acreditado.
- Las personas acreditadas para operar realizarán maniobras de conexión de equipos solamente a solicitud del Centro de Control.
- Las personas que ejecutan las maniobras de conexión y desconexión de equipos deberán estar debidamente acreditadas. En caso de riesgo inminente a la seguridad de las personas o de daño a equipos, las personas acreditadas para operar, podrán ejecutar maniobras de desconexión sin previa coordinación con el Centro de Control. Será obligación de la persona que ejecute esta maniobra, informar a la brevedad al Centro de Control (Enel dx).

**Figura 16**

*Distribución de Zonas de Concesión*



Fuente: (Enel dx, 2021)

Enel Distribución desplegó personal propio y contratista en un esfuerzo importante para asegurar la continuidad del servicio eléctrico a los hospitales y centros de atención de pacientes con COVID-19, cumpliendo con los protocolos de bioseguridad necesarios para reducir la exposición y contagio en el desarrollo de





las actividades en medio de la pandemia, asimismo se priorizó la ejecución de obras de nuevas conexiones solicitadas por dichos clientes.

### **Las redes de Enel Perú**

En 2020, nuestras redes eléctricas alcanzaron los 30,097 km. de extensión, lo que representó un incremento de 1.4% respecto al año anterior, equivalente a 420 km. de nuevas redes.

**Figura 17**

*Redes de Enel Perú*

Redes		Kilómetros de extensión		
		2019	2020	
Alta Tensión (AT)	Aéreas	556	573	
	Subterráneas	160	154	
	<b>Total AT</b>	<b>716</b>	<b>727</b>	
Media Tensión (MT)	Aéreas	2,154	2,192	
	Subterráneas	2,791	2,861	
	<b>Total MT</b>	<b>4,945</b>	<b>5,053</b>	
Baja Tensión Servicio Particular (BT)	Aéreas	6,000	6,119	
	Subterráneas	7,168	7,226	
	<b>Subtotal</b>	<b>13,168</b>	<b>13,345</b>	
	Alumbrado Público	Aéreas	5,999	6,105
		Subterráneas	4,848	4,868
	<b>Subtotal</b>	<b>10,847</b>	<b>10,972</b>	
<b>Total BT</b>	<b>24,016</b>	<b>24,317</b>		
<b>Total redes</b>		<b>29,677</b>	<b>30,097</b>	

Fuente: (Enel dx, 2021)

### **Subestaciones en operación**

Durante el 2021, se realizado importantes inversiones en subestaciones de transformación, destacando la construcción de tres subestaciones de alta/media tensión, las cuales son Izaguirre,





Mariátegui y Medio Mundo. Con estas inversiones nuestra infraestructura eléctrica en distribución queda de la siguiente manera:

**Figura 18**  
*Subestaciones en Enel*

Subestaciones Transformación	2019		2020	
	No.	MVA	No.	MVA
Alta tensión / alta tensión	7	2,525	8	2,575
Alta tensión / media tensión	37	2,365	37	2,405
Media tensión / media tensión	5	33	4	33
Media tensión / baja tensión	10,515	2,042	10,557	2,088

*Baja Tensión: menor a 1 kV - Media Tensión: entre 1 kV y menor a 30 kV.*

*Alta Tensión: igual o mayor a 30 kV.*

Fuente: (Enel dx, 2021)

### 3.1.6. Las cinco reglas de oro

Es importante que el cliente siempre esté al tanto del alcance de los trabajos a realizar y conozca las diferentes formas de proteger tanto sus instalaciones como su personal y el personal de la empresa contratista:





**Tabla 3**  
*Las Cinco Reglas de Oro*

REGLAS	DESCRIPCIÓN DE LA REGLA DE ORO
<b>Desconectar, corte visible o efectivo</b>	Garantizando que el corte sea efectivo.
<b>Enclavamiento, bloqueo y señalización</b>	Impedir la maniobra de los aparatos, manteniéndolo en una posición determinada. Esto con la señalización adecuada.
<b>Comprobación de ausencia de tensión</b>	Con un detector de tensión que sea probado antes y después.
<b>Puesta a tierra y cortocircuito</b>	Unir entre sí todas las fases de una instalación, mediante un puente equipotencial de sección adecuada, que previamente ha sido conectado a tierra.
<b>Señalización de la zona de trabajo</b>	El área de trabajo debe ser delimitada por vallas, manilas o bandas reflectivas. En los trabajos nocturnos se deben utilizar conos o vallas fluorescentes y además señales luminosas.

Fuente: (Enel dx, 2021)

## 3.2. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 3.2.1. Diagnóstico del proceso de interrupciones imprevistas

El proceso de diagnóstico utiliza dispositivos adecuados que pueden ayudar y evitar las fallas enviando señales a través de equipos especiales mediante la unidad terminal remota o RTU al sistema SCADA. Esta se realiza cuando se dan indicios de falla en la red eléctrica o cuando ya ocurrió la falla tanto en alta, media y baja tensión.

La diagnosticación para la interrupción de Alta y media tensión. Primero, en el centro de control el operador de sistema verifica que tipo de fallas ocurrió en el sistema eléctrico.





**Figura 19**

*Centro de Control de Monitorio de Redes*



Fuente: (Enel dx, 2021)

Se verifica en el sistema SCADA que alarmas generó la falla. Luego, también se hace la verificación en el BCU de los registros de RELE, para determinar qué tipo de falla ocurrió en el sistema eléctrico.

De acuerdo a ello se toma la decisión de aislar el punto de falla verificando en el esquema unifilar del sistema eléctrico para restablecer el servicio de electricidad en el menor tiempo posible. El operador de sistema comunica al operador de campo para que se dirija al punto de falla. Cuando el operador de campo llegue a la zona donde ocurrió la falla eléctrica, este comunica al operador de sistema el tipo de avería. Dependiendo que tipo de avería sea, el operador de sistema le ordena al operador de campo que libere el circuito de acuerdo al procedimiento de trabajo cumpliendo las 5 reglas de oro.

El operador de campo comunica al centro de control que el circuito está aislado para la intervención. El centro de control le asigna una clave al supervisor de la cuadrilla para el inicio de las actividades de reparación de la falla. Una vez terminada la reparación el supervisor de la cuadrilla comunica al centro de control el término de la reparación de falla. El operador de sistema comunica al





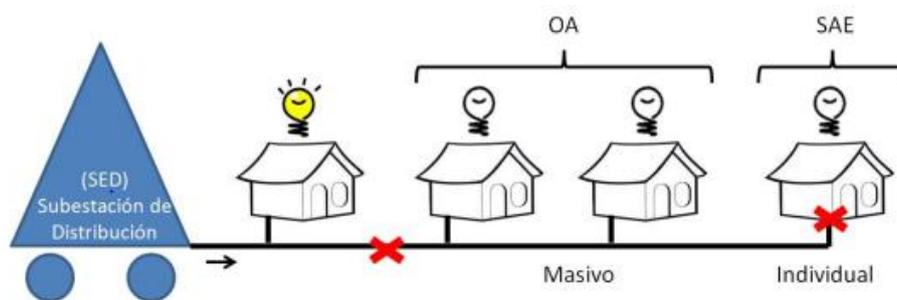
operador de campo los términos de la reparación de la falla, indicando que deje preparado el circuito para restablecer el sistema eléctrico de la zona en su configuración normal.

La diagnosticación para la interrupción de baja tensión. Las redes de baja tensión son de niveles 220 voltios (BT). Es para satisfacer la demanda de los clientes finales que pueden ser residenciales, comerciales e industriales.

Las interrupciones imprevistas en baja tensión inician cuando el cliente presenta una queja por la falta de servicio eléctrico. Estas pueden ser ingresadas a través de los centros de atención o por fono cliente de la empresa. Los servicios de call center, donde registran la solicitud en su sistema informático, tomando los datos del cliente, de donde envían la información al área de despacho BT o centro de control BT es la encargada de realizar el análisis de la situación y determinar si efectivamente la falla corresponde a baja tensión o corresponde la falla a MT. El análisis se da según la magnitud de la falla, y puede clasificarse en SAE, o como en una OA. Mientras estas interrupciones son de la misma subestación de distribución (SED) seguirá siendo una falla en BT. En caso contrario será una falla es de diferentes SED del sistema eléctrico se determina la falla es de alta o media tensión.

**Figura 20**

*Interrupciones en Baja Tensión SAE y OA*



Fuente: (Enel dx, 2021)





Después de determinar y confirmar el nivel de tensión de la falla, los operadores del centro de control de B.T. Generan una orden de trabajo SAE u OA, y envían a la cuadrilla de reparaciones BT más cercana al lugar donde se registró la falla, cuando la falla es determinada en MT. Es comunicado al centro de control de A.T. y M.T. para su atención correspondiente de la falla.

**Tabla 4**

*Tipos de Fallas en Baja Tensión*

TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN
<b>SAE</b>	Es una orden de trabajo para la atención de interrupciones imprevistas cuando esta no es mayor a un cliente.
<b>OA</b>	Es una orden de trabajo para la atención de interrupciones imprevistas cuando esta involucra a dos o más clientes.

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

### **Frecuencia de fallas**

En la siguiente tabla se muestra el reporte de las interrupciones imprevistas que se generan en el servicio.





**Tabla 5**  
*Reporte de Interrupciones Imprevistas*

Referencia	NT	UOT	Zona	CFT	Subestación	LMT	Duración	Fecha inicio/hora	Fecha Fin	Tipo Evento	Causa	Ticket	Cl. Afec.	Cl. Sing.	G.res
B007508	MT	UO PANAMERICANA	ZO PANAMERICANA	SAN MARTIN DE PORRES	FILADELFA	FA-05	03339A	29/11/2021 03:08:55	29/11/2021 06:13:00.000	AVERIA	DEGRADACION MATERIAL	DF20218187553	238	238	P
B007519	MT	UO COLONIAL	ZO COLONIAL	LURIGANCHO-CHOSICA	JICAMARCA	J-09		29/11/2021 10:21:55	29/11/2021 10:23:06	DISPARO DE CABECERA			2550	2546	
B007522	MT	UO NORTE CHICO	ZO NORTE CHICO	HUACHO	HUACHO	H-03	20172A	29/11/2021 10:45:00	29/11/2021 14:32:00	AVERIA	DEGRADACION MATERIAL	DF20218187950	308	308	P
B007525	MT	UO PANAMERICANA	ZO PANAMERICANA	CALLAO	STA-MARINA	F-12		29/11/2021 12:17:25	29/11/2021 12:37:08	AVERIA	NECESIDADES PROPIAS URGENTES	DF20218187999	449	448	P
B007528	MT	UO COLONIAL	ZO COLONIAL	SAN JUAN DE LURIGANCHO	ZARATE	Z-11		29/11/2021 12:27:00	29/11/2021 12:28:00	AVERIA	CLIENTE	DF20218188125	1	1	T
B007526	MT	UO PANAMERICANA	ZO PANAMERICANA	CALLAO	STA-MARINA	F-12		29/11/2021 12:37:16	29/11/2021 15:44:23	AVERIA	NECESIDADES PROPIAS URGENTES	DF20218187999	1107	1104	P
B007523	MT	UO PANAMERICANA	ZO PANAMERICANA	BELLAVISTA	STA-MARINA	F-12	06283C	29/11/2021 12:51:05	29/11/2021 15:44:18	DESCONEXION MANUAL O MANIOBRAS			417	416	
B007529	MT	UO PANAMERICANA	ZO PANAMERICANA	BELLAVISTA	STA-MARINA	F-12	01538S	29/11/2021 15:43:27	29/11/2021 15:44:18	DESCONEXION MANUAL O MANIOBRAS	NECESIDADES PROPIAS URGENTES		449	448	P
B007534	MT	UO NORTE CHICO	ZO NORTE CHICO	PACARAOS	RAVIRA	RP-01		29/11/2021 16:00:00	29/11/2021 16:02:00	AVERIA	SOBRECARGA	DF20218188459	478	477	P
B007531	MT	UO PANAMERICANA	ZO PANAMERICANA	COMAS	INFANTAS	I-09		29/11/2021 16:48:10	29/11/2021 17:16:37	DESCONEXION MANUAL O MANIOBRAS	OTRAS CAUSAS PROPIAS INTERNAS	DF20218188314	70	70	P
B007533	MT	UO NORTE CHICO	ZO NORTE CHICO	CHANCAY	CHANCAY	CY-03		29/11/2021 16:49:00	29/11/2021 17:32:00	AVERIA	OTRAS CAUSAS ATMOSFERICAS	DF20218188432	1	1	P
B007536	MT	UO NORTE CHICO	ZO NORTE CHICO	27 DE NOVIEMBRE	HUYOS-ACOS	AC-01		29/11/2021 17:30:00	29/11/2021 17:32:00	AVERIA	SOBRECARGA	DF20218188473	626	626	P
B007535	MT	UO NORTE CHICO	ZO NORTE CHICO	SAYAN	ANDAHUASI	AD-01		29/11/2021 19:00:48		AVERIA	CLIENTE	DF20218188464	123	123	T
B007537	MT	UO PANAMERICANA	ZO PANAMERICANA	SAN MARTIN DE PORRES	HUANDCOY	HY-01	02045A	29/11/2021 19:51:59	29/11/2021 23:58:28	AVERIA	OTRAS CAUSAS DE TERCEROS	DF20218188518	6640	6614	T

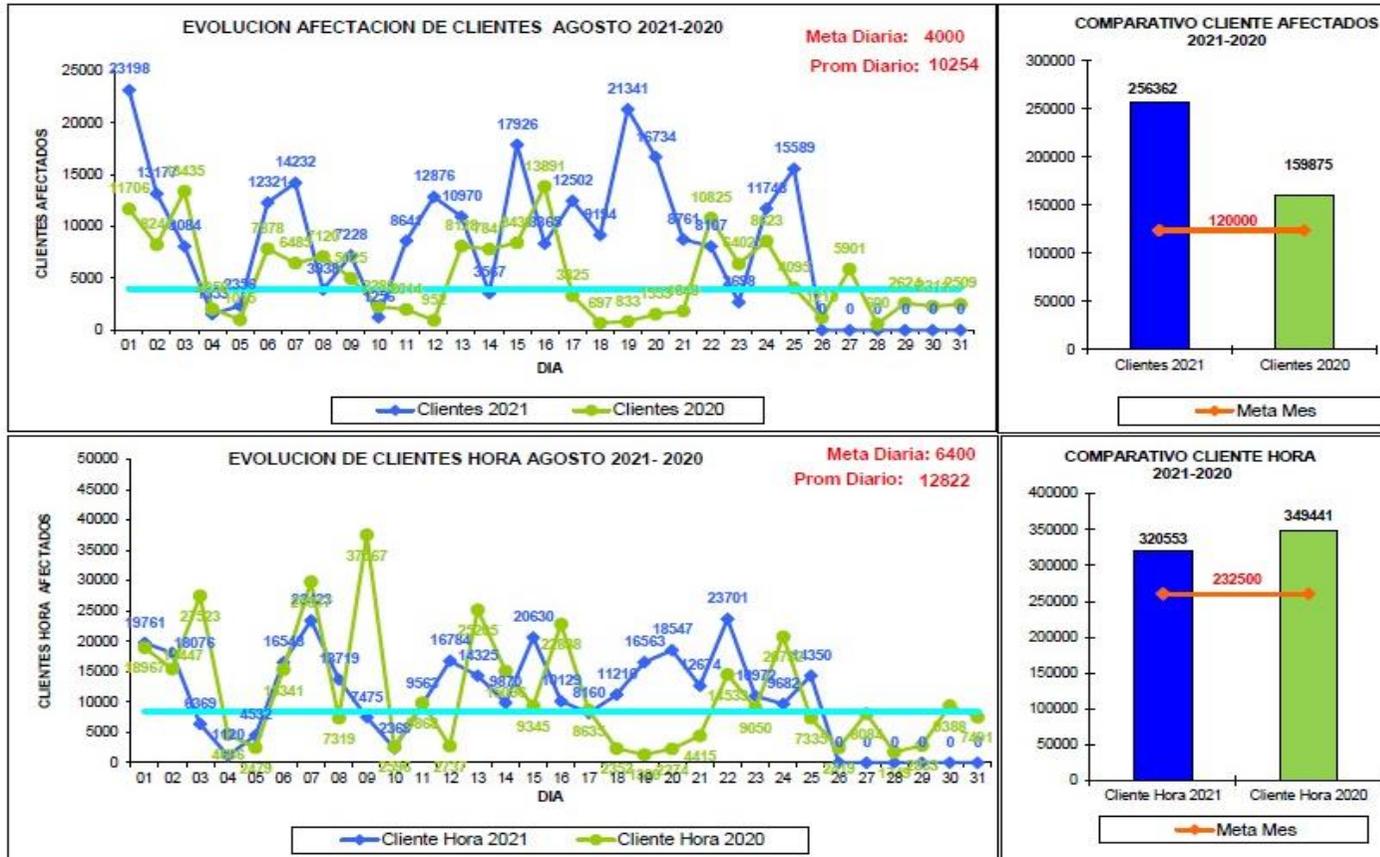
Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)





**Gráfico 1**

*Evolución Diaria de Clientes y Cliente- Hora*



Fuente: (Enel dx, 2021)





### 3.2.2. Estimación de descompensaciones a los usuarios

#### Compensación

En el artículo 86° de la ley de concesiones eléctricas se señala que si el suministro de energía sufriera una interrupción total o parcial por un periodo consecutivo mayor de cuatro -04- horas, el concesionario deberá compensar a los usuarios por el costo de la potencia y energía no suministrada en las condiciones que establezca el reglamento, excepto en las oportunidades en que ellas fueren originadas por causa imputable al usuario afectado.

En el inciso a del artículo 168° del reglamento de la ley de concesiones eléctricas, se señala que “todo período de interrupción que supere las cuatro -04- horas consecutivas, deberá ser registrado por el concesionario. El usuario podrá comunicar el hecho al concesionario para que se le reconozca la compensación”, asimismo en el mencionado artículo se precisa que para este efecto no se consideran las interrupciones programadas a los usuarios con 48 horas de anticipación.

De acuerdo a lo establecido en la NTCSE, la calidad del suministro eléctrico se expresa en función de la continuidad del servicio de luz y para evaluar dicha calidad, se toman en cuenta los indicadores que miden el número de interrupciones del servicio eléctrico, la duración de las mismas y la energía no suministrada a consecuencia de ellas. El período de control de interrupciones es de seis —06— meses calendario de duración (Enel dx).





**Tabla 6**

*Compensación por la Calidad del Servicio<sup>1</sup>*

	Número de interrupciones por cliente (N°) /semestre	Duración total de interrupciones por cliente (D°) / semestre
Clientes en muy alta y alta tensión	02 interrupciones	04 horas
Clientes en media tensión	04 interrupciones	07 horas
Clientes en baja tensión	06 interrupciones	10 horas

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

### Cálculos de índices orientados al cliente

**SAIDI:** *System Average Interruption Duration Index*, representa el tiempo promedio por período determinado en que se interrumpe el suministro a un cliente de BT. Se calcula en interrupciones largas y se expresa en minutos por cliente BT utilizando la siguiente fórmula:

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \times U_i}{U_t}$$

**SAIFI:** *System Average Interruption Frequency Index*, representa el número promedio de interrupciones que el cliente promedio de BT experimenta en un período determinado. Se calcula en interrupciones largas y se expresa en número de interrupciones por cliente BT utilizando la siguiente fórmula:

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{U_t}$$

---

<sup>1</sup> Es sobre la calidad fijada de acuerdo a su nivel de tensión.





Los datos recolectados se calcularán y enviarán a operación y mantenimiento global de acuerdo al siguiente formato





**Tabla 7**  
*Recolección de Datos Para Compensación*

Nombre del territorio	Índice	Nivel de Voltaje	Año (yyyy)	Mes (mm)	Clientes de BT [No.]	Otras causas	Terceros	Planeado sin previo aviso	Planeado con aviso	Fuerza mayor (Documental)	Eventos Excepcionales	Externos (a red de distribución)	
	SAIDI	AT											
		MT											
		BT											
	SAIFI	AT											
		MT											
		BT											

Fuente: (Enel dx, 2021)





**Grafico 2**

*Clientes sin Servicio Durante más de X Horas*



Fuente: (Enel dx, 2021)

**Las SAE.** Son generados por reclamos de los clientes por falta de servicio eléctrico mediante llamadas y/o por página web

**Las OAS.** Son generados a partir de un conjunto de reclamos generados por los clientes es decir por la falta de suministro eléctrico en más de unos clientes pertenecientes a una misma SED.

**Tabla 8**

*Tipo de Fallas en Baja Tensión*

TIPO DE FALLA	DESCRIPCION
SAE	Es un de trabajo para la atención de interrupciones imprevista no mayor a un cliente
OA	Es una orden de trabajo para la atención de interrupciones imprevistas que involucra a dos a más clientes.

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)





### 3.2.3. Planeación de métodos Kaizen

Se realiza una planeación involucrando al líder del proceso a mejorar:

- Eliminación de procesos de viajes individuos y repetitivos.
- Incremento de la productividad y mejora en la atención a clientes.
- Incremento de la satisfacción y el reconocimiento de los clientes.
- Potenciación de la competitividad de la empresa.
- Atención rápida en las interrupciones imprevista de energía eléctrica.
- Mejor adaptación con los procesos a los avances tecnológicos del mercado.
- Capacitación del personal propio y de contratistas.
- Mapeo de proceso e identificación de Oportunidades de mejora.
- Presentación de resultados de la mejora.

### 3.2.4. Implementar la metodología de Deming<sup>2</sup>

- a. Planificar:** Primeramente, es necesario identificar las actividades que requieren de mejoras y establecer los indicadores que se van a gestionar dentro del proceso con objetivos que se quieren alcanzar en operación en tiempo

---

<sup>2</sup> Esta implementación en base a la metodología del ciclo PHVA será en tiempo real.





real; controlar el funcionamiento del sistema eléctrico en tiempo real, asegurando la calidad y continuidad de suministro a los clientes.

Con la acción en la formación y capacitación del personal propia y contratista con el propósito de que sean capaces de atender las interrupciones imprevistas y programadas en menor tiempo posible.

Las personas que ejecutan las maniobras de conexión y desconexión de equipos deberán estar preparadas y capacitadas para la atención.

- b. Hacer:** Consiste en ejecutar todas las acciones planeadas en esta actividad se llevan a cabo dentro del proceso que ayudaran a mitigar los críticos que se han identificado y ayudaran a gestionar los indicadores de fallas definidos.

En centro control ejecutara las maniobras a través de controles remotos y/o mediante controles locales ordenando la ejecución de operaciones a las personas acreditadas.

- c. Verificar.** Donde se debe evaluar los resultados reales conseguidos comparados con lo planeado, validado si se cumplió con lo que se propuso en el ejercicio, si el comparativo indica que la mejora no se ha producido deben plantearse las actividades que llevaran a lograr los objetivos planteados.

En operaciones de tiempo real comparamos los tiempos de ejecución de maniobras en interrupciones imprevistas y programadas.

- d. Actuar.** Cuando ha finalizado el proceso se procedió estudiar los resultados obtenidos y compararlos e ir implementando los cambios que surjan, a través de un ciclo.





Finalmente empezamos a implementar en operaciones de tiempo real los procesos que mejor resultado dieron en la atención de interrupciones imprevistas y programadas en alta tensión, media tensión y baja tensión.

### **Equipo de mejora continua**

Para poner en marcha el plan de trabajo, se cuenta con el equipo de Mejora Continua, que va desde la sub Gerencia técnica e involucrar a Jefaturas claves que brinden un soporte para un eficiente trabajo.

Enel Distribución evalúa y mejora permanentemente la conveniencia, adecuación y eficacia considerando los resultados del análisis y la evaluación.

**Tabla 9**

*Tabla de Mejora Continua*

<b>RESPONSABLE</b>	<b>CANTIDAD</b>
Sub gerente	1
Jefe de operaciones tiempo real	1
Jefe de calidad y servicio	1
Supervisores de operación tiempo real	3
Operadores de operación tiempo real.	16
Programador de operación tiempo real	2
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

### **3.2.5. Plan de mejora**

La mejora que se debe implementar de acuerdo a los diagnósticos de las interrupciones imprevistas y programadas de alta tensión, media tensión y baja tensión, se realizan planificaciones de mantenimiento periódico de redes y subestaciones y el cambio de





los equipos obsoletos que cumplieron con su ciclo de vida, por equipos modernos. Donde nos enfocaremos en la implementación del nuevo sistema de telecontrol para toda la red eléctrica de Enel distribución. Para tener una red altamente confiable, más eficiente y automatizada.

La automatización nos permite reducir el tiempo de restablecimiento del fluido eléctrico ante una falla en la red eléctrica, donde se aislará de manera automática solo la zona afectada.

De esta forma reducirá el tiempo promedio de duración de una interrupción imprevista, disminuyendo el tiempo de compensaciones a los usuarios por falta de suministro de energía eléctrica.

El propósito de la metodología es proporcionar un fundamento de análisis y acelerar los cambios y mejoras, involucrando a los participantes del proceso.





## Equipos de telecontrol para mejora

**Tabla 10**

*Componentes de Equipos de Control*

EQUIPOS DE TELECONTROL		
SECCIONADOR AEREO	RECLOSER	SED CONVENCIONALES
Su función es realizar maniobras de apertura y cierre con el fin aislar o reconfigurar los tramos de red afectados por una falla	Equipo de maniobra auto-controlado que tiene la capacidad de interrumpir automáticamente una corriente de falla dentro de sus límites de diseño y realizar operaciones de reconexión automática con una secuencia predeterminada de aperturas y reconexiones seguidas de una operación de bloqueo o restablecimiento del servicio	Está conformado por varios componentes.
Componentes	Componentes	Componentes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformador de tensión</li> <li>• Seccionador aéreo</li> <li>• UP</li> <li>• Modem/DMR</li> <li>• RGDAT</li> <li>• Batería</li> <li>• Módulos de alimentación y procesamiento (UP Exterior)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformador de tensión</li> <li>• Recloser (equipo de maniobra)</li> <li>• Recloser (controlador)</li> <li>• Batería</li> <li>• Modem/DMR</li> <li>• Relé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Celda Seccionador de Línea</li> <li>• Celda Seccionador con fusible</li> <li>• Celda de interruptor</li> <li>• Celda de Medición</li> <li>• RGDAT</li> <li>• Relé</li> <li>• Batería</li> <li>• UP</li> <li>• Modem/ DMR</li> </ul>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

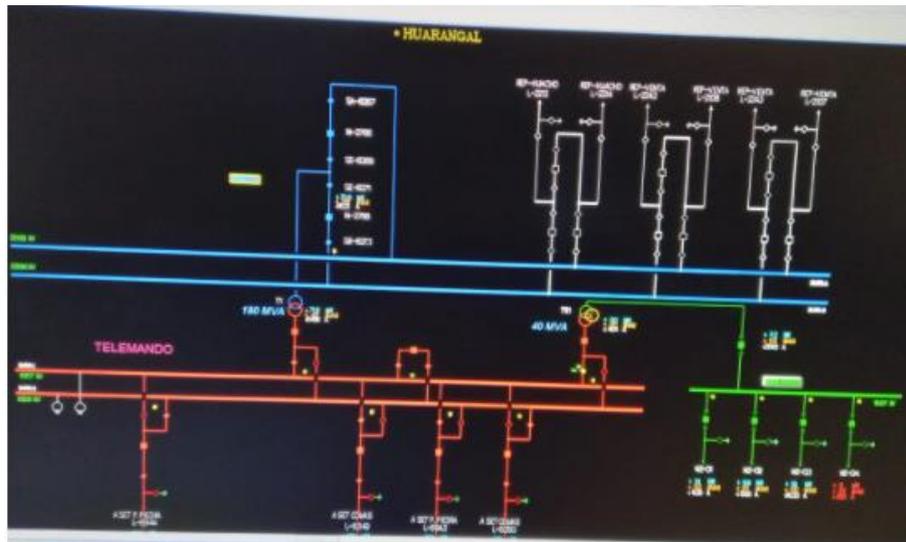
También la ampliación futura en redes de alta tensión con la equipación de un sistema de doble barra con acoplamiento que garantice la continuidad del servicio en casos de interrupción y mantenimiento o contingencias en la operación.





**Figura 21**

*Sistema de Doble Barra y Acoplamiento en 220 y 60KV<sup>3</sup>*



Fuente: (Enel dx, 2021)

### 3.2.6. Tecnologías de implementación

#### Proyecto WIN

Es la actualización tecnológica de los sistemas, impactando en toda la cadena del negocio que permite contar con diversos beneficios que van desde la experiencia del cliente hasta el pago de los contratistas.

#### Integración

Contaremos con procesos *end to end IO* que nos permitirá mejorar su trazabilidad, desde el contacto con nuestros clientes hasta la gestión final de pago con nuestros contratistas.

#### Convergencia

Nuestro grupo creció de manera importante, integrando negocios en distintos países, con procesos, sistemas y formas de trabajo distintas. Necesitamos trabajar de manera global y única. Adoption

<sup>3</sup> Corresponde al SET de la zona del Huarangal – Lima.





WIN estandariza la operación a nivel mundial, tomando las mejores prácticas existentes en cada una de las compañías.

### **Transformación digital**

Contamos con una estrategia a nivel mundial, que nos orienta a optimizar nuestro trabajo, automatizar y digitalizar los procesos, y así mejorar la experiencia de nuestros clientes.

**Tabla 11**  
*Alcance de Proyecto Win*

GRID	ERP	FORCEBEAT
<b>Desarrollo de la Red</b>		Corte y reposición
<b>Mantenimiento de la Red</b>	Solicitudes de clientes	Inspecciones de pérdidas
<b>Gestión de Emergencias</b>	Contratos, Compras y Ventas	Normalizaciones (cambio de medidor/ventilación de medidas)
<b>Calidad de Servicio</b>		Smart meter
<b>Cartografía</b>	Desarrollo de la Red	Atención de emergencias
<b>Procesamiento de datos</b>	Mantenimiento de la Red	Nuevas conexiones
<b>Calidad de datos</b>		Mantenimiento de la Red

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

### **Automatización del mundo GRID<sup>4</sup>**

Existirá una unión más clara entre ingeniería, obra y operación, aspectos técnicos (uno de ellos son los sistemas información en tiempo real/ telecontrol). Por ejemplo, en la interrupción de suministro donde ocurre una operación automática porque una

<sup>4</sup> Se refiere a la automatización del mundo GRID con el sistema de control.





protección opera, el mundo GRID WIN se entera de manera expedita para la asignación de una cuadrilla. Ahora el operador no deberá ingresar la instrucción en el sistema GRID. No habrá más interfaces que los futuros de sistemas.

### **Operación**

Durante la etapa de operación de estos servicios es necesario medir su disponibilidad y la calidad del servicio, lo que se realiza mediante el sistema de telecontrol de media tensión STM. Si existen fallas identificadas, se genera un requerimiento para su gestión a través de las herramientas de gestión de avisos e interrupciones GESI, la gestión de los datos de los eventos se realiza en el sistema de gestión de eventos e incidencias GEMAS.

#### **3.2.7. Normas para intervenciones en las instalaciones<sup>5</sup>**

La operación del Sistema Eléctrico consiste en el manejo dinámico y eficiente de los equipos en servicio y disponibles, de tal modo que permitan el flujo permanente y óptimo de la energía eléctrica hacia los puntos de consumo o venta, de acuerdo con las normas de calidad y seguridad exigidas por los dispositivos legales vigentes.

Esta responsabilidad recae sobre la unidad O&M y específicamente en la unidad NO para todo equipo que esté en servicio o se encuentre en condiciones de uso en el sistema eléctrico de Enel Distribución Perú comprendido dentro de las líneas de alta tensión, las subestaciones de transmisión y la red de distribución.

Primaria: Estos equipos están bajo el control de los operadores del sistema en los que se refiere a la operación del sistema, por lo tanto, toda maniobra debe ser exclusivamente ordenada y/o ejecutada por ellos.

---

<sup>5</sup> Se refiere a la responsabilidad sobre la operación del sistema eléctrico.





Para todo equipo que esté en servicio, o se encuentre en condiciones de uso en el sistema eléctrico de Enel Distribución Perú comprendido dentro de la red de distribución de baja tensión, la responsabilidad recae sobre las unidades COU, POU, NOU, en lo que respecta a la disponibilidad del recurso operativo, y a la unidad NO en lo referente a la gestión de la atención de las emergencias en BT a través del despacho BT.

### **Aplicación e interpretación del reglamento de operación**

El acatamiento del presente reglamento es obligatorio para todas las personas de Enel Distribución Perú y contratistas que requieran intervenir en el sistema eléctrico controlado por Enel Distribución Perú o en sus proximidades, quienes deberán de conocerlo, dar estricto cumplimiento a todas sus disposiciones y aclarar con sus jefes cualquier duda que éste les merezca. Es obligación de las empresas contratistas verificar que todas las personas que requieran intervenir en el sistema eléctrico, tengan la capacitación y certificación en el conocimiento del reglamento de seguridad.

La capacitación y certificación en el conocimiento del reglamento de operación, serán realizadas por algún organismo de capacitación competente. será responsabilidad de las empresas contratistas verificar que las personas tengan certificada su capacitación.

Será responsabilidad de los responsables de las unidades verificar que el personal de Enel Distribución Perú tenga la adecuada capacitación en el conocimiento del reglamento de operación.

### **Manual de procedimientos**

Para el cumplimiento de sus funciones, toda empresa que intervenga directamente en las instalaciones del sistema eléctrico de Enel Distribución Perú, deberá contar con un “Manual de Procedimientos” que elaborará compilando en forma sistemática,





ordenada y actualizada toda la información necesaria para que su personal desarrolle sus cometidos de manera uniforme, cumpliendo con normas técnicas y procedimientos de trabajo seguros. Este manual deberá de ser visado por la unidad administradora del contrato.

### **3.2.8. Actualización de la información técnica**

Para actualización de los datos técnicos de alta, media y baja tensión de los sistemas digitales.

#### **Actualización cartográfica**

La actualización cartográfica comprende las siguientes actividades:

- Actualización de subestaciones y trazado de redes de alta tensión.
- Actualización de redes MT, transformadores y equipos de maniobra.
- Actualización de redes BT y asociación de clientes a transformadores.
- Georreferenciación de clientes

#### **Actualización de planimetría**

Actualización de límites de zona, el personal de Enel distribución encargado del mantenimiento y actualización de la información técnica cartográfica, tienen la responsabilidad de:

- Actualizar la cartografía digital en los Sistemas Técnicos.
- Georreferenciar y asociar los clientes a las redes y al transformador al cual se encuentran conectados.
- Revisar y validar las actualizaciones que realizan los contratistas en los Sistemas Técnicos.





- Ejecutar el proceso de transferencia de información cartográfica de la red de baja tensión.

### **Actualización técnica**

Actualización de Elementos de redes eléctricas y Clientes. Corresponde a la actualización de la red de distribución eléctrica hacia los sistemas técnicos de la compañía. Cada actualización de plano y/o croquis de proyecto debe ser respaldado, por parte del contratista, por un reporte de la revisión de la totalidad de la actualización realizada, indicando problemas, inconvenientes

Inconsistencias detectadas al momento de desarrollar la actividad, el reporte debe ser remitido al administrador del contrato correspondiente.

Revisión y contraste de actualizaciones (sistemas – trabajo oficina), consiste en el pareo y contraste de la información que ha sido actualizada en los sistemas técnicos, con la finalidad de controlar y testear calidad de la actualización, detectando inconsistencias y errores.

Actualizaciones menores, apropiaciones y cambios de límites de zona ejecutados por unidades de despacho AT, MT y BT.





**Tabla 12**

*Simbología Para la Actualización de la Red en el STM*

Simbología SDA		Simbología STM
Tipo de Red	Descripción	Equivalencia
----- ( )	Cable NKY - Cu	C1
----- ( )S	Cable N2XSY - Cu	C2
----- ( )SM	Cable N2XSY Monofásico - Cu	C3
----- ( )A1	Cable NA2XSY - 10kV - Al	A1
----- ( )A2	Cable NA2XSY - 20kV - Al	A2
----- ( )AS	Cable de Aluminio Autosoportado - Al	A3
----- ( )	Línea Aérea - Cu	C4
----- ( )*	Línea Aérea - Al	A4
----- ( )M	Línea Aérea Monofásico	A5
----- ( )A2R	Cable NA2XSA2Y - 20kV	C5

Fuente: (Enel dx, 2021)

### 3.2.9. Cronograma de implementación

A continuación, se presenta una propuesta de cronograma que deberá ajustarse tan pronto inicie el proyecto, de acuerdo a las circunstancias del momento. Es importante considerar el factor tiempo y los responsables de cada actividad.







### **3.2.10. Análisis económico**

Para el análisis económico para plan de mejora en operación en tiempo real vamos a tomar en cuenta las actividades realizadas en la implementación de la mejora para atención de las interrupciones imprevistas y programadas en Alta Tensión, Media Tensión y Baja Tensión.

En estas actividades se han tomado los costos de mano de obra de operación, materiales y equipos.

La mano de obra de operación es un equipo de personal destinado a centro control y operación en campo propio y contratista.

Materiales y equipos utilizados en la implementación de sistemas automatizados de las redes eléctricas para la mejora.

#### **Costo de operación mano de obra**

El costo de operación de la mano de obra está dado en cuatro rubros de atención a las interrupciones imprevistas asciende un monto aproximado 314,100.00 en soles.

Este costo corresponde a las 24 horas del día de los 30 días calendarios, que están programados para la realización de atenciones de emergencias, de falta de servicio eléctrico al usuario final.

Está conformado de la siguiente manera:

- Operador de sistema operaciones de tiempo real
- Operador brigada propia de Alta Tensión
- Operador de emergencia contratista Media Tensión
- Despachador propio de Baja Tensión





- Cuadrilla contratista para atención de reclamos de SAE Y OAS en B.T.

### **Operador de sistema operaciones en tiempo real**

La gestión de la operación del sistema eléctrico, en lo referente a la explotación, supervisión, coordinación, dirección. Control, interacción con los clientes y centros de control de otras empresas.

Además, controlar el funcionamiento del sistema eléctrico en tiempo real, asegurando la calidad y continuidad de suministro a los clientes.

Realizar la gestión de las instalaciones en la ejecución de intervenciones programadas y en la atención de anomalías.

**Figura 22**

*Centro de Operaciones*



Fuente: (Enel dx, 2021)





**Tabla 14**

*Costo de Operación en Tiempo Real de los 3 Turnos*

personal	Cantidad	n° de dias	Salario diario	Sub total
Jefe de Area	1	30	\$ 300.00	\$ 9,000.00
coordinadores	3	30	\$ 235.00	\$ 21,150.00
programador	2	30	\$ 165.00	\$ 9,900.00
operadores de sistema	9	30	\$ 165.00	\$ 44,550.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 84,600.00</b>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

### **Operador brigada propia de alta tensión**

Son cuadrillas encargados de realizar labores de campo, ejecución de maniobras físicas en coordinación con centro control.

Ejecución de maniobras programadas de UO y a la espera de cualquier orden de centro control para atención de emergencia o interrupción del servicio eléctrico de alta tensión y disparo de cabecera de algún alimentador en MT.

**Tabla 15**

*Costo de Brigadas de Campo de los 3 Turnos*

personal	Cantidad	n° de dias	Salario diario	Sub total
Jefe de Area	1	30	\$ 300.00	\$ 9,000.00
coordinadores	1	30	\$ 235.00	\$ 7,050.00
operador chofer	6	30	\$ 150.00	\$ 27,000.00
unidad	3	30	\$ 200.00	\$ 18,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 61,050.00</b>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

### **Operador de emergencia contratista Media Tensión**

Son cuadrillas de contratista encargados de realizar labores de campo, ejecución de maniobras físicas y emergencias en coordinación con centro control.





Ejecución de maniobras programadas de UO y a la espera de cualquier orden de centro control para atención de emergencia o interrupción del servicio eléctrico de media tensión.

Las remuneraciones son perciben de sus respectivas empresas contratistas, Enel realiza los pagos a las empresas contratistas de acuerdo al contrato.

**Tabla 16**

*Costo de Cuadrillas de Emergencia de Contratista 3 Turnos*

personal	Cantidad	nº de días	Salario diario	Sub total
Jefe de Area	1	30	\$ 120.00	\$ 3,600.00
coordinadores	1	30	\$ 90.00	\$ 2,700.00
operador chofer	20	30	\$ 50.00	\$ 30,000.00
unidad	9	30	\$ 130.00	\$ 35,100.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 71,400.00</b>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

### **Despachador propio de baja tensión**

Personal encargado a verificar los reclamos de los clientes en el sistema y además gestionar la atención de la misma.

La gestión de interrupciones imprevistas en B.T., inicia cuando el cliente presenta un reclamo o queja por falta de servicio eléctrico en su domicilio o en la zona, los reclamos ingresan a través de los centros de atención, pagina web, por carta y vía teléfono.

El despachador de B.T., es el encargado de realizar el análisis de la situación y determinar la falla corresponde a baja tensión o a media tensión, además es clasificado como SAE o como una OA.





**Tabla 17**

*Costo de Despachadores de B.T. 3 Turnos*

personal	Cantidad	n° de dias	Salario diario	Sub total
coordinadores	3	30	\$ 135.00	\$ 12,150.00
despachador B.T.	8	30	\$ 120.00	\$ 28,800.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 40,950.00</b>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

Cuadrilla contratista para atención de reclamos de SAE Y OAS en baja tensión.

El despachador de B.T. genera una orden de trabajo SAE u OA y envía a la cuadrilla al punto de reclamo, luego procede a verificar su medidor del cliente, cuando el reclamo es una SAE.

A diferencia de una OA que se trata de 2 a más clientes, pueden ser fallas en redes aéreas o redes subterráneas en MT y BT.

**Tabla 18**

*Costo de Cuadrilla de Reclamos de B.T. 3 Turnos*

personal	Cantidad	n° de dias	Salario diario	Sub total
Jefe de contratista	1	30	\$ 120.00	\$ 3,600.00
coordinadores	4	30	\$ 90.00	\$ 10,800.00
operador chofer	20	30	\$ 50.00	\$ 30,000.00
unidad	3	30	\$ 130.00	\$ 11,700.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 56,100.00</b>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)





### 3.3. COSTOS DEL PROYECTO

#### 3.3.1. Costos aproximados de los materiales

**Tabla 19**  
*Costo de Materiales del Proyecto*

Descripcion	Unid.	Cantidad	precio unit.	Sub total
Seccionador aereo	1	1	\$ 4,500.00	\$ 4,500.00
Recloser	1	1	\$ 5,600.00	\$ 5,600.00
Transformador de tensio	1	2	\$ 1,500.00	\$ 3,000.00
UP	1	2	\$ 1,200.00	\$ 2,400.00
Modem/DMR	1	2	\$ 1,100.00	\$ 2,200.00
Bateria	1	2	\$ 800.00	\$ 1,600.00
Plc	1	2	\$ 1,200.00	\$ 2,400.00
Enlace de telef.	1	2	\$ 1,800.00	\$ 3,600.00
Swiches	1	16	\$ 150.00	\$ 2,400.00
Etapa de potencia	1	2	\$ 350.00	\$ 700.00
Interfase	1	4	\$ 350.00	\$ 1,400.00
Interfase Mod Bus	1	2	\$ 450.00	\$ 900.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 30,700.00</b>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

#### 3.3.2. Evaluación de costos

Las interrupciones imprevistas antes sin la tecnología tenían una duración en su mayoría más de 3 a 6 horas, las fallas más reiterativas son las siguientes:

- a. Defecto interno en instalación de cliente
- b. Falso contacto
- c. Terceros
- d. Material o equipo defectuoso

Cuando ocurría una interrupción en cualquier de estos casos, ya teniendo conocimiento sobre la interrupción, operación en tiempo real envía una cuadrilla al campo a la zona afectada, se controla el tiempo que demora en llegar a la zona interrumpida de fluido





eléctrico, donde es mucho mayor que ahora, para que determine la falla, luego aislar la zona o circuito con falla y restablecer el suministro eléctrico a través de enlaces auxiliares en menor tiempo posible.

Por lo tanto, los costos de compensaciones por cliente hora eran muy costosos.

**Tabla 20**

*Cuadro de Atención de Interrupciones en Condiciones Normales*

ATENCIÓN DE LA INTERRUPCION EN A.T; M.T. Y B.T.						
ANTES						
ZONA	CAUSA	TIEMPO PROMEDIO	TIPO DE EVENTO	COSTO DE OPERACIÓN MENSUAL	COSTO DE OPERACIÓN ANUAL	CI.AFECTADOS
CALLAO	OTRAS CAUSAS PROPIAS INTERNAS	4 h	Averia	3.967,50	47.610,00	2550
SAN JUAN DE LURIGANCHO	NO DETERMINADA	5 h	Disparo de cabecera	8.448,13	101.377,50	6640
CHANCAY	TERCEROS	6 h	Averia	10.074,38	120.892,50	478
S.M.P.	DEGRADACION MATERIAL	4 h	Averia	6.774,38	81.292,50	3770
<b>TOTAL</b>		<b>4.75 h</b>		<b>29.264,38</b>	<b>351.172,50</b>	<b>13438</b>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

**Tabla 21**

*Cuadro de Atención de Interrupciones con Equipos Tecnológicos*

ATENCIÓN DE LA INTERRUPCION EN A.T; M.T. Y B.T.						
DESPUES						
ZONA	CAUSA	TIEMPO PROMEDIO	TIPO DE EVENTO	COSTO DE OPERACIÓN MENSUAL	COSTO DE OPERACIÓN ANUAL	CI.AFECTADOS
CALLAO	OTRAS CAUSAS PROPIAS INTERNAS	2 h	Averia	2.055,00	24.660,00	2550
SAN JUAN DE LURIGANCHO	NO DETERMINADA	2 h	Disparo de cabecera	3.498,13	41.977,50	6640
CHANCAY	TERCEROS	3 h	Averia	5.124,38	61.492,50	478
S.M.P.	DEGRADACION MATERIAL	3 h	Averia	5.124,38	61.492,50	3770
<b>TOTAL</b>		<b>2.5 h</b>		<b>15.801,88</b>	<b>189.622,50</b>	<b>13438</b>

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

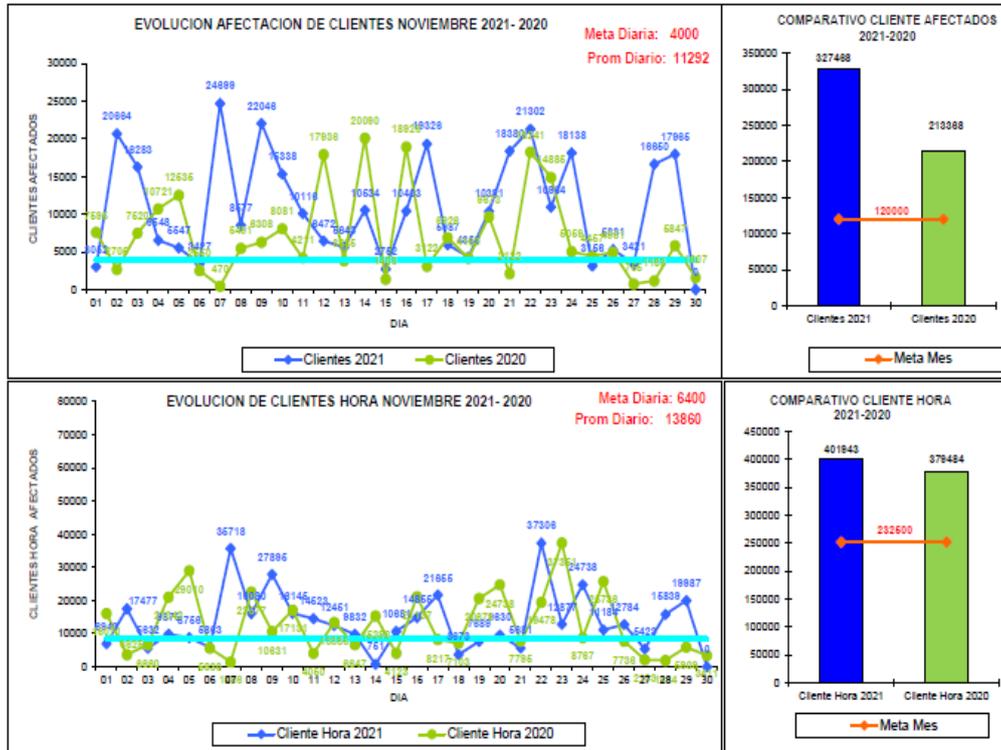




Evolución diaria de clientes y cliente - hora propios media tensión al 29/11/2021:

**Gráfico 3**

*Evaluación Diaria de Clientes y Cliente - Hora*



Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)

**Tabla 22**

*Datos Comparativo de Costos*

COMPARACION DE COSTO DE OPERACIÓN ANUAL			COSTO DE COMPENSACION CLIENTE HORA %	
ANTES	DESPUES	AHORRO	ANTES	DESPUES
35.117.250,00	18.962.250,00	16.155.000,00	65%	35%

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)





### **3.3.3. Propuesta de mejora**

Asimismo, es necesario mejorar el desempeño de atención de fallas que no solo afecta a los clientes, sino que también produce efectos que repercuten sobre la empresa como hemos mencionado anteriormente. Se presenta a continuación la propuesta de mejora que considera los siguientes aspectos:

Instalación de equipos de tecnología con mando a distancia y con indicadores de falla.

Con la instalación de los equipos con telecontrol las interrupciones imprevistas, se actúa en forma rápida la identificación de problemas en la red que generan interrupciones en el fluido eléctrico así mismo reduciendo el tiempo de atención para restablecer el servicio eléctrico.

La duración de las interrupciones imprevistas forma parte del SAIDI, es un indicador que es medido por Osinergmin.

Con las nuevas tecnologías para la automatización con equipos de telecontrol, que permitirá reducir aún más el tiempo de restablecimiento del fluido eléctrico ante un problema en la red, donde se aislará de manera automática solo la zona afectada.

### **3.4. CONCLUSIONES**

Esta investigación analiza la calidad de la ingeniería y la inversión en la infraestructura para mejorar la calidad de la ingeniería de la empresa pública de distribución de energía peruana Enel y recomienda estrategias para mejorar la calidad del servicio de energía, además de regulaciones e inversiones similares en indicadores de calidad técnica y su infraestructura de entrega, se proponen nuevas metas para mejorar los indicadores de calidad técnica y estrategias para lograrlos. Asimismo, se ha propuesto mejorar el proceso de inversión en infraestructura de distribución del y así simplificarlo para mejorar la calidad técnica. Basándonos en la información





que se ha ido recopilando a lo largo de la investigación y así llegar a la primera conclusión que sería:

- Como primera conclusión es primordial que la población sepa las normas y leyes que las beneficiarían en las interrupciones del servicio eléctrico mucho más si esta interrupción es imprevista ya que afectaría a muchas familias.
- Como segunda conclusión se sabe que se pueden proponer más de un plan de mejora para que las interrupciones del servicio eléctrico por parte de la empresa tanto interrupciones imprevistas como interrupciones programadas, no afecten tanto a los clientes.
- Como tercera conclusión para mejorar la productividad de los empleados y la calidad de los servicios que brinda a los clientes, se brindan planes de capacitación para todo el personal de reparación en la empresa y se brindan planes de mantenimiento para todos los dispositivos, ya que un equipo apto y empático hará que los clientes se encuentren mucho más satisfechos a la hora de presentar algún problema o reclamo.
- Como cuarta conclusión se llegó que mediante el estudio de los trámites realizados cuando se identificó el problema principal a través del diagnóstico realizado con base en el estado actual de la empresa eléctrica se ha resuelto el problema identificado que algunos problemas serían falta de priorización del seguimiento y reprogramación del, falta de verificación de los materiales relacionados con los materiales Pérdida del tiempo de retirada de material.
- La automatización en el campo de las redes eléctricas de Enel distribución es un aporte significativo.





- por medio del control de los sistemas instalados puede reducirse el tiempo de respuesta a problemas de conexión y desconexión de la red eléctrica.
- El sistema tele controlado monitoreado por sistemas Scada, la ejecución de las maniobras se reduce de 6 horas a cuestión de horas o minutos, pues esto solo depende de una orden por software y no de traslados de personal que conllevan gastos y riesgos profesionales.

### **3.5. RECOMENDACIONES**

- Le recomendamos que implemente la propuesta de mejora del proceso de atención de incidentes para aumentar la rentabilidad de su proyecto y cumplir con todas las notificaciones de incidentes solicitadas por sus clientes.
- Las sugerencias de mejora están dirigidas al uso racional de recursos como el tiempo, empleados y dinero. Minimizar el número de cortes por día a aumentará las ganancias de la empresa de servicios públicos y es así que se tienen las siguientes recomendaciones:
- Se recomienda que se ponga en práctica o se tome en cuenta los planes de mejora para que los clientes no se vean tan perjudicados con las interrupciones del servicio de electricidad.
- Es recomendable que se incluyan capacitaciones a los trabajadores de la empresa distribuidora de electricidad para que sepa explicar a los clientes que muchas veces las interrupciones previstas son con un fin mayor.
- Las encuestas de seguimiento de las empresas eléctricas, similares a la empresa bajo revisión, muestran que el sector de las empresas eléctricas genera más producción de la que permiten las operaciones del distrito comercial y la utilidad del proyecto





- Además, en futuras investigaciones, se recomienda duplicar el método aplicado al área de servicio de incidentes en todas las áreas cubiertas por el proyecto con el fin de mejorar la rentabilidad del proyecto.
- Estudios futuros recomiendan aplicar mejoras continuas a todas las áreas de apoyo a las empresas encuestadas, incluidos transporte, almacenamiento y compras, para mejorar los procesos e impulsar el crecimiento para el beneficio del proyecto.
- La situación de las empresas del servicio de distribución de la costa, es crítica y se hace necesario recurrir en mejorar con tecnológicas que permitan un mejor servicio a los clientes.
- Es seguro la adopción de tecnologías tele controlada, es una solución a los problemas de interrupciones imprevista del servicio eléctrico.
- La recomendación es automatización de redes eléctricas de Enel distribución en Alta tensión, Media tensión y baja tensión es un aporte significativo, puesto que por medio del control de los sistemas instalados puede reducirse el tiempo de respuesta a problemas de conexión y desconexión de la red eléctrica y se puede de esta manera migrar a tecnologías que facilitan los procedimientos de ejecución de atención de interrupciones del servicio eléctrico. Se pudo observar que por medio de un sistema controlado por sistemas Scada, la ejecución de las maniobras se reduce en tiempo pues esto solo depende de una orden por software y no de traslados de personal que conllevan gastos y riesgos profesionales.





## CAPÍTULO IV

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### REFERENCIAS

Efacec. (2021). *Empresa suministradora de componentes y equipos eléctricos de BT, MT y AT*. Obtenido de [www.efacec.pt](http://www.efacec.pt): <https://www.efacec.pt/>

Elizalde, O. (2020). <https://www.lamalditatis.org/post/triangulacion-de-datos>. Obtenido de <https://www.lamalditatis.org/post/triangulacion-de-datos>: <https://www.lamalditatis.org/post/triangulacion-de-datos>

Enel dx. (2021). *Ente Nazionale per l'energia ELettrica*. Obtenido de [www.enel.pe](http://www.enel.pe): <https://www.enel.pe/>

Escuela de Tecnología medica de la Facultad de Medicina UNMSM, P. W. (2021). Obtenido de <https://medicina.unmsm.edu.pe/inicio/presentacion-mision-y-vision/>

Maps, G. (2021).

Medicina, F. d. (2021). Obtenido de <https://medicina.unmsm.edu.pe/inicio/organigrama/>

Pérez, M. (2021). <https://foda-dafo.com/matriz-foda-o-dafo/>. Obtenido de <https://foda-dafo.com/matriz-foda-o-dafo/>: <https://foda-dafo.com/matriz-foda-o-dafo/>

Romani Rosales, F. (2021). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII/UAP para optar el título de Ingeniero Industrial. *“Propuesta de mejora en calidad y servicio de interrupciones imprevistas y programadas de alta tensión, media tensión y baja tensión de operación en tiempo real – Enel dx”*. Lima, Perú: Electrónico&Digital.

Trinidad, J. (2021). *Elaboracion propia*.





## CAPÍTULO V

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**BAJA TENSIÓN:** El nivel de tensión menor o igual que 1 KV.

**CALOR:** Energía producida por la vibración acelerada de las moléculas, que se manifiesta elevando la temperatura y dilatando los cuerpos, hasta el punto que llega a fundir los sólidos y evaporar los líquidos.

**CAPACIDAD NOMINAL DE TRANSFORMACIÓN:** Capacidad de transformación expresada en KVA, de acuerdo con los datos de placa de los equipos.

**CONSUMO DE ENERGÍA:** Cantidad de energía eléctrica en kWh, suministrada al usuario en un determinado lapso.

**DEMANDA ELÉCTRICA:** Requerimiento de potencia y energía eléctrica de un usuario, sector o sistema eléctrico.

**DISTRIBUCIÓN:** Es una de las actividades del sistema eléctrico que consiste en el suministro de electricidad desde los puntos de entrega de los generadores o la red de transmisión, hasta la acometida en el punto de suministro, mediante el uso de subestaciones, líneas, transformadores, equipos de control, así como otros necesarios para su operación y mantenimiento.

**ELECTRICIDAD:** Conjunto de fenómenos físicos derivados del efecto producido por el movimiento y la interacción entre cargas eléctricas positivas y negativas. Forma de energía que puede traducirse en fenómenos mecánicos, luminosos, térmicos, fisiológicos y químicos.

**INTERRUPCIÓN:** Desconexión del servicio por razones técnicas o de seguridad.

**INTERRUPCIÓN IMPREVISTA:** Corte del servicio eléctrico por alguna falla o accidente.





**INTERRUPCIÓN PROGRAMADA:** Corte del servicio eléctrico previsto aviso para realizar trabajos de mantenimiento.

**MEDICIÓN:** Es el proceso de registrar los consumos de energía, potencia eléctrica u otros parámetros eléctricos, en un determinado lapso.

**MEDIA TENSIÓN:** El nivel de tensión mayor que 1 KV y menor que 69 KV.

**SECTOR ELÉCTRICO:** Es el conjunto de actores y agentes involucrados directa o indirectamente en la prestación del servicio eléctrico, que concurren en la conformación de acciones para satisfacer las necesidades en el suministro de electricidad.

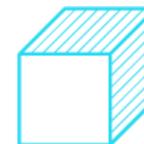
**SERVICIO ELÉCTRICO:** Es la actividad prestacional ejercida por el Estado, destinada a satisfacer la necesidad de suministro de energía eléctrica a la colectividad para garantizar el desarrollo integral del país.

**SISTEMA ELÉCTRICO:** Es el conjunto de actividades, procesos, instalaciones, equipos y dispositivos que se articulan e interconectan de manera sistémica y continúa para prestar un servicio eléctrico de calidad, a los niveles de tensión requeridos por los usuarios.

**TENSIÓN:** Parámetro expresado en voltios entregado en el punto de suministro a las Instalaciones del Usuario.

**VARIACIÓN DE TENSIÓN:** Es un aumento o disminución del valor de la tensión de suministro respecto a la tensión nominal.





## CAPÍTULO VI

### ANEXOS

#### Anexo 1

#### Matriz de Consistencia de la Investigación

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Contribuir a la mejora del proceso de mejora de servicios de interrupciones imprevistas y programadas en el suministro de electricidad en las redes de mediana tensión y alta tensión.	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Contribuir a la mejora del proceso de mejora de servicios de interrupciones imprevistas y programadas en el suministro de electricidad en las redes de mediana tensión y alta tensión.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Diagnosticar y contribuir a la mejora del proceso de gestión de interrupciones imprevistas en mediana tensión y alta tensión.</p> <p>Estimar y proponer una solución de mejora al proceso y de compensaciones a los usuarios en el suministro de energía eléctrica.</p> <p>Aportar posibles teorías y herramientas tecnológicas existentes en casos existentes.</p>	Un plan de mejora en la empresa traería consigo grandes beneficios en los ingresos de esta.	Interrupciones previstas	Ambiente de Control	Tipo de control	<p>Técnica: Encuesta</p> <p>Instrumento: Cuestionario</p>
					Cumplimiento de funciones	
				Evaluación del Riesgo	Identificación de puntos clave	
				Actividades de control	Nivel de políticas de control	
				Información y comunicación	Mecanismos de comunicación	
			Monitoreo	Nivel de evaluación del control	<p>Técnica: Encuesta</p> <p>Instrumento: Cuestionario</p>	
	Interrupciones programadas		Planeación	Cumplimiento de objetivos		
				Conocimiento de la misión y visión		
			Organización	Nivel de control de funciones		
			Dirección	Líneas de autoridad		
	Control	Supervisión				

Fuente propia: (Romani Rosales, 2021)





**Anexo 2**

*Centro de Atención de Enel Perú*



Fuente: (Romani Rosales, 2021)

