

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**ANÁLISIS DE COORDINACIÓN Y PROTECCIÓN EN EL
ALIMENTADOR C 224 UTILIZANDO UN SOFTWARE DE
ANÁLISIS DE SISTEMAS DE POTENCIA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

ALDO JEHESON ZAPATA VERA

ASESOR

LUIS ALBERTO GONZALES BAZÁN

<https://orcid.org/0000-0003-3941-9581>

Chiclayo, 2021

**ANÁLISIS DE COORDINACIÓN Y PROTECCIÓN EN EL
ALIMENTADOR C 224 UTILIZANDO UN SOFTWARE DE
ANÁLISIS DE SISTEMAS DE POTENCIA**

PRESENTADA POR:

ALDO JEHESON ZAPATA VERA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR:

Alexander Querevalu Morante

PRESIDENTE

Wilson Alejandro Jiménez Zuloeta

SECRETARIO

Luis Alberto Gonzales Bazán

VOCAL

Dedicatoria

A Dios que siempre me acompaña y me da fortaleza para seguir adelante.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes, pues me formaron y motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

A mis hermanos por el apoyo que siempre me brindaron en el transcurso de toda mi carrera universitaria.

Agradecimientos

A Dios, a mis padres y a mis docentes, porque cada uno de ellos brindó su apoyo para poder terminar con éxito la carrera universitaria.

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.3. OBJETIVOS	14
1.4. JUSTIFICACIÓN	15
II. MARCO TEÓRICO	16
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	16
2.1.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	17
2.2. BASES TEÓRICOS CIENTÍFICOS	17
2.2.1. SISTEMA DE PROTECCIÓN.....	17
2.2.2. Coordinación de protección.....	17
2.2.3. Principios básicos de protección.....	17
2.2.4. Protecciones de sobrecorriente de corriente definida	17
2.2.5. Protecciones de sobrecorriente de tiempo definido	18
2.2.6. Protecciones de sobrecorriente de tiempo inverso.....	18
2.2.7. Reconectores automáticos.....	18
2.2.8. Coordinación fusible – fusible.....	19
2.2.9. Coordinación reconector – fusible	19
2.2.10. Coordinación interruptor – reconector.....	19
2.2.11. Sistema de protección principal.....	20
2.2.12. Sistema de protección de respaldo.....	20
2.2.13. Flujo de carga	20
2.2.14. Flujo de potencia.....	20
2.2.15. Demanda de energía eléctrica	20
2.2.15.1. Demanda promedio.....	21

2.2.15.2.	Demanda máxima	21
2.2.15.3.	Demanda diversificada o coincidente	21
2.2.15.4.	Demanda máxima no coincidente.....	21
2.2.15.5.	Factor de demanda.....	22
2.2.15.6.	Factor de carga.....	22
2.2.15.7.	Factor de utilización	22
2.2.15.8.	Comportamiento de la demanda	22
2.2.16.	Proyección de la demanda eléctrica.....	22
2.2.17.	Eficiencia energética.....	23
2.2.17.1.	Intensidad energética	23
2.2.18.	Eficiencia económica.....	23
2.2.19.	Comportamiento de la Economía y la Demanda Eléctrica del Perú.....	23
2.2.20.	Curvas de carga.....	27
III.	DISEÑO	28
3.1.	Metodología.....	28
3.2.	Variables	28
3.3.	Población, muestra y muestro.....	28
3.4.	Técnicas e instrumentación de recolección de datos	29
3.5.	Diagrama de flujo	30
IV.	RESULTADOS	31
4.1.	INFORMACIÓN DE DATOS TÉCNICOS Y CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR C 224	31
4.1.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ALIMENTADOR C 224.....	31
4.1.1.1.	Ubicación.....	31
4.1.1.2.	Características técnicas	32
4.1.1.3.	Descripción de la Subestación	35
4.1.1.4.	Información de transformadores de distribución.....	36
4.1.1.5.	Información de las estructuras	37
4.1.1.6.	Datos de luminarias	37
4.1.2.	ESTADO ACTUAL DEL ALIMENTADOR C 224.....	37

4.1.2.1.	Descripción actual del alimentador	37
4.1.2.2.	Población que aprovecha el servicio del Alimentador C 224.....	38
4.1.3.	SISTEMA DE PROTECCIÓN ACTUAL.....	38
4.1.4.	EQUIPOS Y DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN EN EL ALIMENTADOR C 224	38
4.1.4.1.	Recloser	38
4.1.4.2.	Reconectador automático de media tensión	38
4.1.4.3.	Seccionalizador de media tensión.....	38
4.1.4.4.	Transformador zig – zag.....	38
4.1.4.5.	Señalizador de falla.....	38
4.1.4.6.	Reglador automático de media tensión.....	39
4.1.5.	PROTECCIÓN PRINCIPAL.....	39
4.2.	ESTUDIO DE MERCADO ELÉCTRICO PARA EL ANÁLISIS DE LA CARGA EN EL ALIMENTADOR C 224	39
4.2.1.	Registros históricos de Potencia y Energía.....	39
4.2.2.	Proyección de la demanda máxima y energía.....	43
4.2.2.1.	Sector doméstico.....	49
4.2.2.2.	Sector industrial y comercial (cargas especiales)	49
4.2.3.	Pérdidas de energía	50
4.3.	DETERMINAR LA COORDINACIÓN CORRECTA DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL ALIMENTADOR	50
4.3.1.	Coordinación de Recloser.....	56
4.3.2.	Procedimiento de coordinación	57
4.3.3.	Coordinación del sistema.....	58
4.4.	SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS EN UN SOFTWARE DE ANÁLISIS DE POTENCIA DE LA COORDINACIÓN ACTUAL Y LA COORDINACIÓN PLANTEADA PARA VERIFICAR LA REDUCCIÓN DE FALLOS	60
4.4.1.	Verificación del adecuado accionamiento de los Relés de protección del Alimentador C 224.....	63
V.	COSTOS	72

VI.	CONCLUSIONES.....	73
VII.	RECOMENDACIONES.....	74
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	75
IX.	ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de Variables	29
Tabla 2: Características técnicas del Alimentador.....	32
Tabla 3: Potencia por subestación (kVA)	32
Tabla 4: Transformadores de distribución	36
Tabla 5: Registros históricos de Energía del Alimentador C 224.....	39
Tabla 6: Consumos de energía y demanda por año de cargas domésticas	42
Tabla 7: Consumo de energía y demanda por año de cargas industriales y comerciales	42
Tabla 8: Venta de energía residencial 2013 - 2017	43
Tabla 9: Tasa de crecimiento para sector doméstico	46
Tabla 10: Ventas de energía industrial y comercial 2013 - 2017	46
Tabla 11: Tasa de crecimiento para sector industrial y comercial.....	49
Tabla 12: Pérdidas de energía en el sector doméstico	50
Tabla 13: Pérdidas de energía en el sector industrial y comercial.....	50
Tabla 14: Interrupciones en el Alimentador C 224.....	51
Tabla 15: Conductores subterráneos del alimentador C 224.....	54
Tabla 16: Conductores de Cobre del alimentador C 224.....	54
Tabla 17: Conductores de Aluminio del alimentador C224	55
Tabla 18: Datos de corrientes para programación de Relé	58
Tabla 19: Datos de Cortocircuito en una línea cercana a la Barra SECHO 22,9 kV.....	64
Tabla 20: Datos de cortocircuito en la Barra Pimentel 10 kV	66
Tabla 21: Datos de cortocircuito de una línea cercana de la barra Pimentel 10 kV	68
Tabla 22: Datos de cortocircuito de una línea cercana a la barra Pimentel 10 kV salida Sta. Rosa	70
Tabla 23: Costos de Instalación de Relés	72
Tabla 24: Proyección de la energía en el sector doméstico kWh	77
Tabla 25: Proyección de la demanda máxima en el sector doméstico (kWh)	78
Tabla 26: Proyección de la energía en el sector industrial y comercial (kWh)	79
Tabla 27: Proyección de la demanda máxima en el sector industrial y comercial (kWh)	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Subestación Chiclayo Oeste	31
Ilustración 2: Transformador de tres devanados	36
Ilustración 3: Alimentador C224 en DIgSILENT.....	55
Ilustración 4: Parámetros de programación del Relé	56
Ilustración 5: Relación de Transformación.....	57
Ilustración 6: Línea Troncal actual del Alimentador C 224	60
Ilustración 7: Corrida de flujo del Alimentador C 224.....	61
Ilustración 8: Curvas de protección entre fases 22,9 kV	61
Ilustración 9: Curvas de protección actuales del Alimentador C 224 con corrida de flujo	62
Ilustración 10: Curvas de protección propuesta para los Relé del Alimentador C224 con corrida de flujo.....	63
Ilustración 11: Cortocircuito en una línea cercana a la Barra SECHO 22,9 kV	64
Ilustración 12: Accionamiento del Relé de la barra SECHO 22,9 kV.....	65
Ilustración 13: Cortocircuito en la Barra Pimentel 10 kV	66
Ilustración 14: Accionamiento de los Relé de la barra SECHO 22,9 kV y Pimentel 22,9 kV.....	67
Ilustración 15: Cortocircuito en una línea cercana a la barra Pimentel 10 kV	68
Ilustración 16: Accionamiento de los relés de la barra Pimentel 10 kV; Pimentel 22,9 kV y SECHO 22,9 kV	69
Ilustración 17: Cortocircuito de una línea cercana a la barra Pimentel 10 kV salida a Sta. Rosa	70
Ilustración 18: Accionamiento de los Relé de las barras Pimentel 10 kV salida Sta. Rosa; Pimentel 22,9 kV y SECHO 22,9 kV	71
Ilustración 19: Diagrama unifilar del alimentador C 224.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Evolución del consumo del mercado eléctrico según tipo de cliente	24
Gráfica 2: Evolución del número de usuarios libres y regulados	25
Gráfica 3: Evolución del consumo de electricidad del mercado eléctrico por tipo de uso	25
Gráfica 4: Consumo de electricidad del mercado eléctrico por región, 2015.....	26
Gráfica 5: Evolución del consumo de electricidad por hogares	27
Gráfica 6: Diagrama de carga diario.....	27
Gráfica 7: Curva lineal.....	44
Gráfica 8: Curva Polinómica	44
Gráfica 9: Curva Exponencial.....	45
Gráfica 10: Curva Logarítmica	45
Gráfica 11: Curva lineal (industrial y comercial)	47
Gráfica 12: Curva polinómica (industrial y comercial)	47
Gráfica 13: Curva exponencial (industrial y comercial).....	48
Gráfica 14: Curva logarítmica (industrial y comercial).....	48
Gráfica 15: Curvas de protección propuesta para los Relé del Alimentador C 224	59

RESUMEN

En la mayor parte del mundo ocurren muchas fallas en los sistemas eléctricos de potencia que pueden ser controladas para limitar el daño y mantener la confiabilidad. Por ello la alternativa es diseñar un sistema de protección que rápidamente detecte condiciones anormales e iniciar acciones correctivas. El sistema de protección se diseña de manera que pueda soportar fallas mecánicas y problemas climáticos como hielo, nieve, huracanes y tornados. El diseño se realiza con la finalidad de minimizar los daños en los equipos por fallas eléctricas.

El alimentador C 224 cuenta con elementos de protección. Dichos elementos deben estar correctamente coordinados para poder asegurar la continuidad del servicio eléctrico y reducir las fallas que dificultan el funcionamiento del alimentador.

Las fallas en el alimentador pueden ocasionar interrupciones instantáneas y traen como consecuencia pérdidas económicas para la empresa a cargo de los servicios de Distribución de energía.

La coordinación debe ser un estudio organizado de tiempo – corriente de todos los dispositivos en serie desde la carga la fuente. La coordinación consiste en seleccionar y ajustar los dispositivos de protección, para lograr una adecuada operación para distintas condiciones de falla. Para una correcta coordinación se puede usar relés de las mismas características y asegurar que los relés lejanos a la fuente tengan una calibración igual o menor que los relés ubicados aguas arriba.

El análisis se realizó con el fin de evitar fallas en el alimentador y en los elementos de protección de éste.

Palabras claves: Alimentador C 224, elementos de protección, análisis de coordinación.

ABSTRACT

In most parts of the world, there are many failures in electrical power systems that can be controlled to limit damage and maintain reliability. Therefore, the alternative is to design a protection system that quickly detects abnormal conditions and initiates corrective actions. The protection system is designed to withstand mechanical failures and climatic problems such as ice, snow, hurricanes and tornadoes, The design is made to minimize equipment damage due to electrical faults.

The C 224 feeder has protection elements. These elements must be correctly coordinated to guarantee the continuity of the electric service and reduce the faults that hinder the operation of the feeder.

Failures in the feeder can cause instantaneous interruptions and consequently result in economic losses for the company in charge of the Energy Distribution services.

The coordination must be an organized study of the current of all the devices in series from the source load. The coordination consists of selecting and adjusting the protection devices, to achieve an adequate operation for different fault conditions. For correct coordination, relays with the same characteristics can be used and ensure that the relays away from the source have a calibration equal to or less than the relays located upstream.

The analysis was carried out to avoid faults in the feeder and its protection elements.

Keywords: C 224 feeder, protection elements, coordination analysis.

I. INTRODUCCIÓN

Los equipos electrónicos del Alimentador C 224 están expuestos a fallas, por ello es necesario realizar una correcta coordinación a las protecciones del sistema, para así poder minimizar las fallas asegurando la continuidad y una mejor calidad de servicio.

En la actualidad el Alimentador C 224 presenta desajustes en los elementos de protección. Se observa que las protecciones no cuentan con el correcto criterio de coordinación, existiendo pérdida de selectividad en el sistema ante cualquier condición de falla.

Muchos usuarios requieren de constante mantenimiento de sus equipos debido a los problemas de continuidad del suministro, donde cualquier falla puede causar interrupciones en minutos o incluso horas a distintos clientes.

Las fallas pueden ocurrir debido a muchos factores como: descargas eléctricas, rose de ramas de árboles, contacto de animales con las líneas, ruptura de cables; y también inesperadamente e independiente del día u hora.

Se plantea variar la configuración de los equipos de protección para lo cual se realizará un análisis de coordinación y protección en el alimentador C 224, lo que permitirá detectar las fallas de forma rápida y selectiva, y así reducir el número de usuarios afectados.

1.1.SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Las protecciones son una parte esencial de los sistemas eléctricos de potencia. Los sistemas de distribución tienen elementos de protección que se encargan de evitar la destrucción de los equipos o dispositivos entre sí. Los elementos de protección deben aislar la parte donde se produce la falla para que no perturbe al resto del alimentador. [1]

En la actualidad se presentan variedad de fallas por distintas razones, una de ellas es por sobrecarga, estas fallas no permiten que los elementos de protección funcionen correctamente lo que ocasiona que se interrumpa la alimentación eléctrica para la zona.

En los sistemas de distribución actuales la coordinación de los dispositivos de protección debe hacerse en serie, también es conocida como cascada, ya que estas operan de forma radical. [2]

El requerimiento indispensable para una adecuada coordinación consiste en que el dispositivo protector debe operar y despejar la sobrecorriente antes que el dispositivo de respaldo (fusible) u opere al bloqueo (restaurador). [2]

Se tiene la necesidad de reducir la aparición de fallas y para eso se hará un análisis de la coordinación de los elementos de protección de los alimentadores, para que podamos encontrar soluciones óptimas y arreglar el problema de continuidad del alimentador. Una posible solución para ese problema será el ajuste correcto de los elementos de protección de los alimentadores para así poder asegurar una continuidad de los elementos de protección.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe una adecuada coordinación en los elementos de protección del alimentador C 224 de la Subestación Chiclayo Oeste (SECHO)?

1.3.OBJETIVOS

a. Objetivo general

- **Analizar la coordinación de protección del alimentador C 224 utilizando un software de análisis de sistemas de potencia.**

b. Objetivos específicos

- Procesar información de datos técnicos y características de cada uno de los elementos de protección que se emplea en el alimentador C 224.
- Analizar mediante un estudio de mercado eléctrico el comportamiento de la carga en el alimentador C 224.
- Determinar la coordinación correcta de los elementos de protección del alimentador C 224.
- Simular y analizar los resultados en un software de análisis de sistemas de potencia de la coordinación actual y la coordinación planteada para verificar la reducción de fallas.

1.4.JUSTIFICACIÓN**a. Social**

Al mejorar el alimentador C 224 se reducirán las interrupciones en la en la distribución de energía a los usuarios domésticos, comerciales e industriales.

b. Económico

Al realizar el estudio de coordinación se podrá tener una continuidad del uso del alimentador C 224 y así reducirá las pérdidas de este, y en caso de las empresas industriales y comerciales tendrán una mejor producción.

c. Tecnológico

Mediante el software de análisis de sistemas de potencias, podremos brindar una adecuada coordinación a los elementos de protección del alimentador C 224.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- a) Edwin Oswaldo Segovia Albarrasín (Ciudad de la Habana, 2010), se basa en la necesidad de la “Organización Básica Eléctrica Ciudad de la Habana” (O.B.E. – C. Habana) de disminuir la frecuencia de las interrupciones de alimentador CERRO 8, para ello se realiza el ajuste de las protecciones de sobrecorriente en la investigación “Coordinación de Protecciones en el Alimentador de Distribución Cerro 8”; para lo cual se calculó los parámetros de línea en los nodos del alimentador utilizando el software PARLING, también realiza un análisis de cortocircuito para poder seleccionar las protecciones de fase y tierra teniendo en cuenta el porcentaje de fallas en el alimentador.
- b) Días Navas Santiago Rodolfo y Ludizaca Gonzáles Juan Pablo (Cuenca, 2010), desarrollan la coordinación de la red subterránea y los interfaces aéreo-subterráneos en el alimentador 124 por lo cual realizan su investigación “Coordinación del Sistema de Protección del Alimentador 124 de la Empresa Electrica Azogues C.A. considerando la incorporación de la red subterránea en el centro histórico de la ciudad”, para ello se prevé un estudio en toda la red del alimentador y las protecciones actuales, describen las características técnicas del sistema subterráneo proyectado, elementos de protección y características de fallas para alcanzar un modelado del sistema existente y proyectado.
- c) Mike Alex Herrera Dominguez (La libertad, 2015), desarrollado su investigación en un “Estudio de Coordinación de las Protecciones para mejorar la Selectividad en el alimentador de Media Tensión TSU-016 de Hidrandina S.A, La Libertad 2015”, en donde realizó la simulación de los diferentes escenarios de operación en el software DigSilent, y se encontró que 3 relés operaban con una corriente de arranque menor a la nominal, por ello se ajustó la corriente de arranque de la protección, modificando su factor de arranque y ajustando los tiempos del dial. Con eso se logró asegurar la rapidez para detectar las fallas y selectividad para determinarlas.

2.1.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

A través del análisis de coordinación de protección del alimentador C 224 utilizando un software de potencia, se pretende reducir las fallas de los alimentadores, hacerlo más eficiente y así reducir pérdidas económicas.

2.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS

2.2.1. SISTEMA DE PROTECCIÓN

El sistema de protección tiene como objetivo detectar las fallas para aislar los equipos o instalaciones falladas tan pronto como sea posible. Detectar y alertar sobre las condiciones indeseadas de los equipos para dar alertas necesarias; y de ser el caso, aislar al equipo del sistema. Y detectar y alertar sobre las condiciones anormales de operación del sistema; y de ser el caso, aislar a los equipos que puedan resultar perjudicados. [3]

2.2.2. Coordinación de protección

Coordinación de protecciones es elegir y seleccionar los tiempos adecuados actuación de la protección para permitir el perfecto funcionamiento de los elementos de protección. [3]

2.2.3. Principios básicos de protección

Protección es la base de todo sistema de potencia basado en los distintos parámetros de corrientes de falla, para así comparar el valor de la intensidad utilizada como dato de entrada a la protección, con un valor de referencia. Se aplica en alimentadores radiales, líneas que sirven para la protección de equipos, etc.

La protección opera cuando el valor de entrada supera al valor de referencia. Basado en las características de operación del relevador, los relevadores de sobrecorriente pueden clasificarse en tres grupos: De corriente definida, de tiempo definido y de tiempo inverso. [4]

2.2.4. Protecciones de sobrecorriente de corriente definida

Este tipo de relevadores opera instantáneamente cuando la corriente alcanza un valor predeterminado. El ajuste es seleccionado de manera que, en la subestación más alejada de la fuente, el relevador operará para un valor bajo de corriente y las corrientes de operación del relevador aumentan

progresivamente en cada subestación rumbo a la fuente. Así, el relevador con ajuste más bajo opera primero y desconecta la carga en el punto más cercano. Este tipo de protección tiene el inconveniente de tener poca selectividad a altos valores de corriente de cortocircuito. Otra desventaja es la dificultad para distinguir entre la corriente de falla en uno u otro punto cuando la impedancia entre esos puntos es pequeña en comparación hacia el lado de la fuente, conduciendo hacia la posibilidad de que se presente pobre la discriminación. [5]

2.2.5. Protecciones de sobrecorriente de tiempo definido

Las protecciones de tiempo definido permiten ajustar de distintas maneras para la operación a diferentes niveles de corriente utilizando diferentes tiempos de operación. Los ajustes deben realizarse de manera que la protección del interruptor más cercano a la falla actúe primero y luego activarse los interruptores restantes siendo la secuencia de atrás hacia la fuente. La coordinación entre estos relevadores se puede realizar con retardos de tiempo fijos de tal forma que el tiempo del más lejano sea el menor. El tiempo de operación es así independiente de los niveles de falla. La coordinación se denomina escalonamiento de tiempo. [5]

2.2.6. Protecciones de sobrecorriente de tiempo inverso

La propiedad fundamental de los relevadores de tiempo inverso es que operan en un tiempo que es inversamente proporcional a la corriente de falla. Su ventaja sobre los relevadores de tiempo definido es que, para corrientes muy altas, se pueden obtener tiempos de disparo mucho más cortos sin riesgo para la selectividad de la protección. Los relevadores de tiempo inverso están clasificados de acuerdo con su curva característica que indica la velocidad de operación (moderadamente inverso, inverso, muy inverso y extremadamente inverso). [5]

2.2.7. Reconectores automáticos

Equipo de protección destinado a efectuar reconexiones programadas en sistemas de distribución, su objeto es permitir la eliminación de las fallas transitorias, posee un ajuste denominado ciclo de reconexiones, especificados de acuerdo a las características del sistema protegido. Está dotado de un control que le permite realizar varias reconexiones sucesivas, pudiendo además variar el intervalo y la secuencia de estas reconexiones, además de telecontrolarlo.

Su aplicación es en líneas de distribución aérea de media tensión hasta 33 kV y en ramales o derivaciones de líneas aéreas de media tensión con gran concentración de usuarios. [4]

2.2.8. Coordinación fusible – fusible

Los fusibles tipo K y T de la misma capacidad tienen la misma corriente de fusión para 300s o 600s, pero ellos tienen diferentes curvas tiempo-corriente. Así, el tipo T es más lento para corrientes mayores, que el tipo K de la misma capacidad nominal de corriente. Una regla esencial para la coordinación de fusibles, establece que el máximo tiempo de despeje del fusible de protección no debe exceder el 75% del tiempo mínimo de fusión del fusible de respaldo o protegido. Este principio asegura que el fusible de protección despeje a la falla antes de que el fusible de respaldo se dañe. Para obtener buena coordinación se debe cumplir la relación. [6]

2.2.9. Coordinación reconectador – fusible

Si se considera al reconectador como una protección principal y los fusibles como elementos de protección de los ramales secundarios y ocurre una falla temporal, las operaciones instantáneas del restaurador protegen al fusible de cualquier daño, ya que la curva de disparo instantáneo del restaurador está por debajo de la curva del fusible. La curva rápida del reconectador es usada para despejar toda falla temporal que ocurra en el alimentador troncal y en sus laterales. Para fallas permanentes en los laterales la curva lenta del reconectador permite que el fusible despeje la falla, resultando solo fuera de servicio el lateral que se encuentra en condición de fallas. [5]

2.2.10. Coordinación interruptor – reconectador

Para lograr una buena coordinación entre el interruptor y el reconectador, el reconectador debe operar debido a una falla a lado de la carga, impidiendo que opere el interruptor (I), comandado por el relé de sobrecorriente S1 es decir que la curva característica del reconectador no cruce con la del relé, dejando un tiempo mínimo de 0,35 segundos y eliminando el último recierre del reconectador. [6]

2.2.11. Sistema de protección principal

Debe actuar siempre que uno de sus elementos detecte una falla. Constituye la primera línea de defensa en una zona de protección y deben tener una actuación lo más rápido posible. [3]

2.2.12. Sistema de protección de respaldo

Constituyen la segunda instancia de actuación de la protección y deberán tener un retraso en el tiempo, de manera que permita la actuación de la protección principal en primera instancia. [3]

2.2.13. Flujo de carga

Se puede calcular utilizando el método de Newton-Raphson que resuelve la forma polar de las ecuaciones de flujos de potencia hasta que los errores dP y dQ en todas las barras caen dentro de los límites especificados. Y el método de Gauss-Seidel que resuelve las ecuaciones de flujo de potencia coordenadas rectangulares (variable completa) hasta que las diferencias en los voltajes de barra de una iteración a otra son lo suficientemente pequeñas. Ambos métodos se basan en las ecuaciones de admitancias de barra. [7]

2.2.14. Flujo de potencia

Consiste en determinar los flujos de potencia activa (MW) y reactiva (MVAR) en cada línea del sistema y las tensiones (V) en cada una de las barras, para ciertas condiciones preestablecidas de operación. [8]

Para resolver el problema de flujos de potencia, se pueden usar las admitancias propias y mutuas que componen la matriz de admitancias de barra Y_{barra} o las impedancias de punto de operación y de transferencia que constituyen Z_{barra} . [7]

2.2.15. Demanda de energía eléctrica

La demanda, la oferta y la regulación, son los principales influyentes en el mercado eléctrico, éstos pueden ser influenciados por diferentes factores de comportamiento complejo propios de los mercados energéticos, lo que lo diferencia de los demás mercados. La demanda es la potencia requerida por el usuario en un instante determinado. [9]

El estudio del mercado es el estudio de la curva máxima demanda y energía de los usuarios y de la curva de carga desagregados en sus componentes de demanda. [10]

Para suministrar los requerimientos energéticos de la demanda en un sistema eléctrico de potencia, son los sistemas de generación, transmisión y distribución, lo cual se ha constituido en un reto para los OR, ya que debido a las leyes físicas que rigen su comportamiento exigen que en todo momento exista un equilibrio entre producción y demanda, de lo contrario todo el sistema colapsaría. Independientemente de la metodología o técnica que se utilice para caracterizar el comportamiento de la demanda, se deben tener en cuenta parámetros y relaciones típicas que la describen técnicamente, entre estos parámetros tenemos: [11]

2.2.15.1. Demanda promedio

Es la demanda media requerida por el sistema en un determinado período de tiempo, su unidad de medida suele ser el kW o kVA. [12]

$$D_m = \frac{\text{Energía requerida en un período de tiempo}}{\text{Período de tiempo}} \quad \text{Ecuación 3.1}$$

2.2.15.2. Demanda máxima

Es el análisis de los requerimientos de la carga en un periodo de tiempo, la particularidad de este parámetro es que su duración es pequeña en comparación con la duración del intervalo de tiempo analizado. Para establecer la demanda máxima se debe especificar el intervalo de demanda para medirla. La carga puede expresarse en p.u de la carga pico del sistema. [12]

2.2.15.3. Demanda diversificada o coincidente

Resulta de la sumatoria de las cargas en un tiempo determinado, considerando un mismo intervalo de tiempo. [12]

2.2.15.4. Demanda máxima no coincidente

Resulta de la sumatoria de la demanda máxima de cada usuario, sin tener en cuenta un tiempo determinado. [12]

2.2.15.5. Factor de demanda

Es la relación entre la demanda máxima y la capacidad en kW o kVA del sistema en análisis, en función de que los equipos son dimensionados para la demanda máxima, el factor de demanda siempre será menor que la unidad. Este factor representa el porcentaje máximo en que la demanda hace uso de la capacidad del sistema. [12]

$$FD = \frac{\text{Demanda máxima}}{\text{Capacidad del sistema}} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

2.2.15.6. Factor de carga

Es la relación entre la demanda promedio y la demanda máxima, la cual señala el grado de variación de la carga con respecto al máximo valor registrado en un determinado tiempo. [12]

$$FC = \frac{\text{Demanda promedio}}{\text{Demanda máxima}} \quad \text{Ecuación 3.3}$$

2.2.15.7. Factor de utilización

Es la relación entre la energía producida y la energía producible si la potencia máxima trabaja durante el periodo considerado.

$$FU = \frac{E_a}{P * T_o} \quad \text{Ecuación 3.4}$$

2.2.15.8. Comportamiento de la demanda

Se puede identificar tres tipos: Demanda industrial, Demanda residencial y Demanda comercial.

2.2.16. Proyección de la demanda eléctrica

Es uno de los procesos más importantes en el sector eléctrico. Es crucial para cualquier análisis operacional o estudio de planificación, para que en estudios posteriores se basen en las proyecciones de las demandas.

Es la estimación de Energía y potencia requerida en el futuro en un determinado periodo. Este estudio nos permite conocer la cantidad de energía y potencia eléctrica para los siguientes días, meses o años. [13]

2.2.17. Eficiencia energética

Tiene en cuenta todos los cambios que resultan en una disminución de la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de actividad económica o para satisfacer los requerimientos energéticos de los servicios que requieren las personas, asegurando igual o superior nivel de confort. [14]

2.2.17.1. Intensidad energética

La Intensidad Energética (IE), es conocida internacionalmente como un índice económico y se define como la relación entre el consumo de energía en unidades tales como: Tcal, TJ o toneladas de petróleo equivalente, Tep, e indicadores de la actividad económica normalmente el producto bruto interno, PBI, o el valor agregado, VA, de la rama de actividad. Para realizar un análisis de la eficiencia energética debe tomarse en cuenta que la evolución del monto de energía consumida por una sociedad depende de cambios ocurridos en: [14]

- La actividad económica
- La estructura de la economía
- La intensidad energética

2.2.18. Eficiencia económica

Es la tasa de rendimiento económico en su consumo de energía: cuántas unidades económicas del PBI se producen por el consumo de unidades de energía. En el modelo económico clásico el indicador macroeconómico del nivel de actividad, el PIB, es el índice por excelencia que define el estado de la economía; de esta forma, mientras más crezca el PIB mayor sería el beneficio global para la sociedad. Sin embargo, este modelo no tiene en cuenta el costo para la colectividad, en términos ecológicos y sociales, del crecimiento de un punto del PBI, ni tampoco que la capacidad de crecimiento económico es finita. [14]

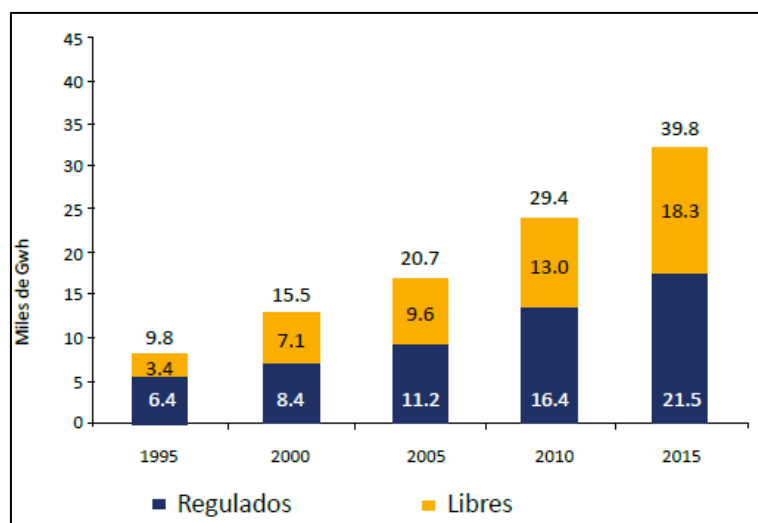
2.2.19. Comportamiento de la Economía y la Demanda Eléctrica del Perú

El consumo nacional de electricidad (incluye el del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional-SEIN, los Sistemas Aislados-SS.AA., y los autoprodutores) creció a una tasa de promedio anual de 5,8% entre 1995 y

2015. De esta manera, de los 13 623 GWh de energía consumida en 1995 se pasó a 42 334 GWh en 2015, lo que representa un incremento de más del 200% en dicho periodo.

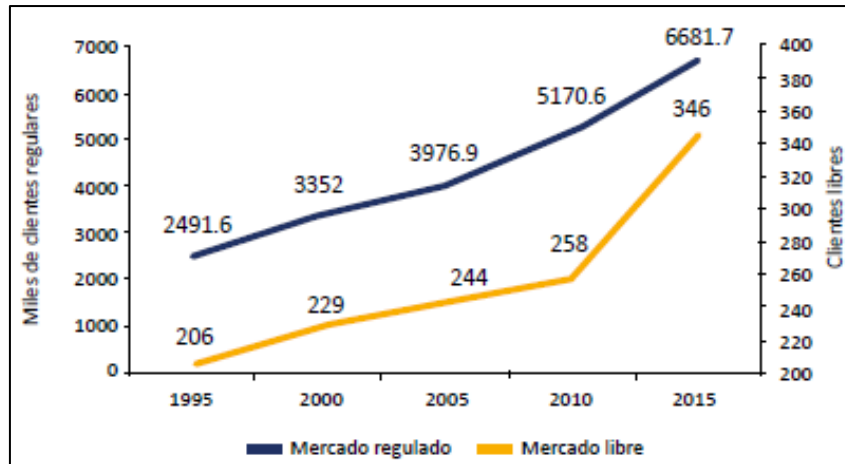
Según el tipo del cliente, los usuarios del mercado eléctrico se dividen en libres y regulados. En 2015, el consumo de los usuarios libres presentó el 46% (18 282 GWh) del consumo total del mercado eléctrico, mientras que los usuarios regulados presentaron el 54% (21 493 GWh). En 1995 era de 35% (3419 GWh) y 65% (6430 GWh) para los usuarios libres y regulados respectivamente. [15]

Gráfica 1: Evolución del consumo del mercado eléctrico según tipo de cliente



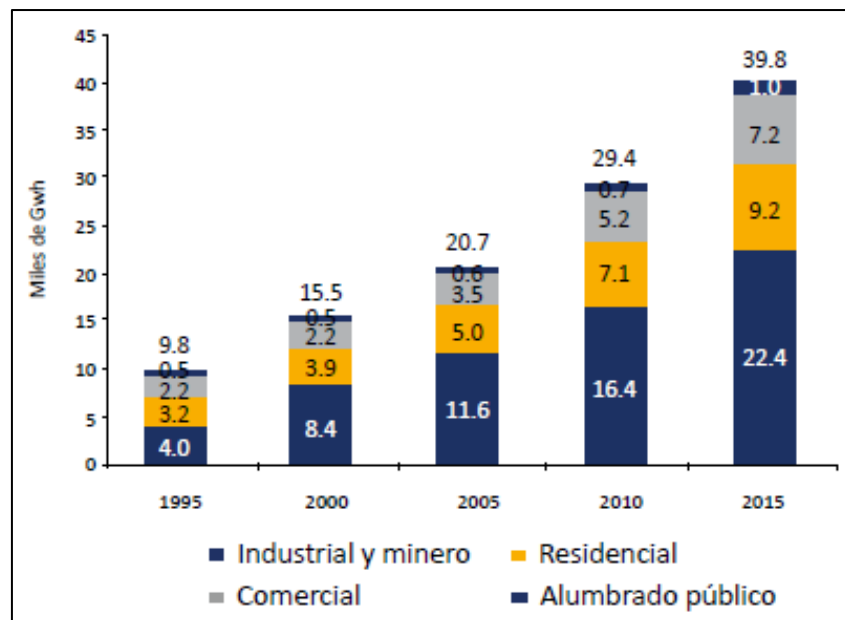
En 2015 el número de usuarios libres eran 346, mientras que los regulados 6 681 682. En comparación a 1995, el número de usuarios libres y regulados se incrementó en un 68% y 168% respectivamente. Estos resultados muestran una mejora en los niveles de cobertura del servicio eléctrico. [15]

Gráfica 2: Evolución del número de usuarios libres y regulados



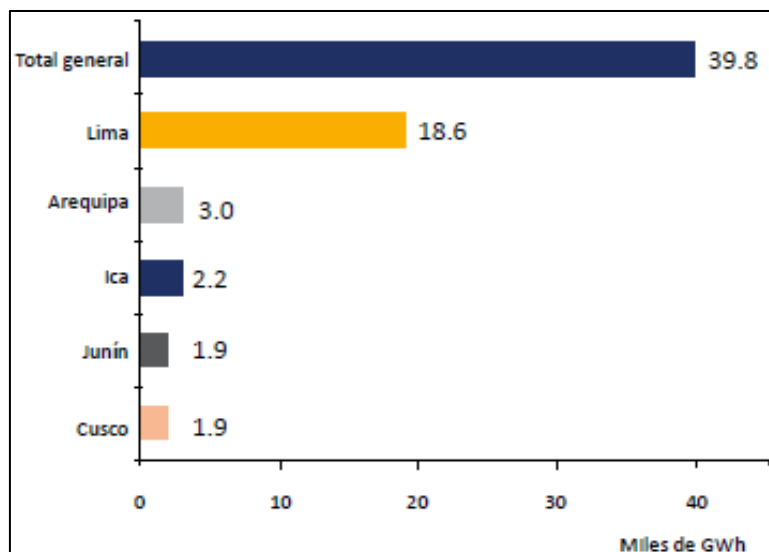
Según el tipo de consumo, en 2015 el mayor consumo de energía se registró en el sector minero e industrial con 56% (22 440 GWh) del total a nivel nacional, seguido por el sector residencial con 23% (9177 GWh), el comercial con 18% (7202 GWh) y el servicio de alumbrado público con 2% (956 GWh). Con respecto a 1995 el sector minero e industrial se incrementó en 466%, el residencial 191%, el comercial 220% y el alumbrado público 98%. [15]

Gráfica 3: Evolución del consumo de electricidad del mercado eléctrico por tipo de uso



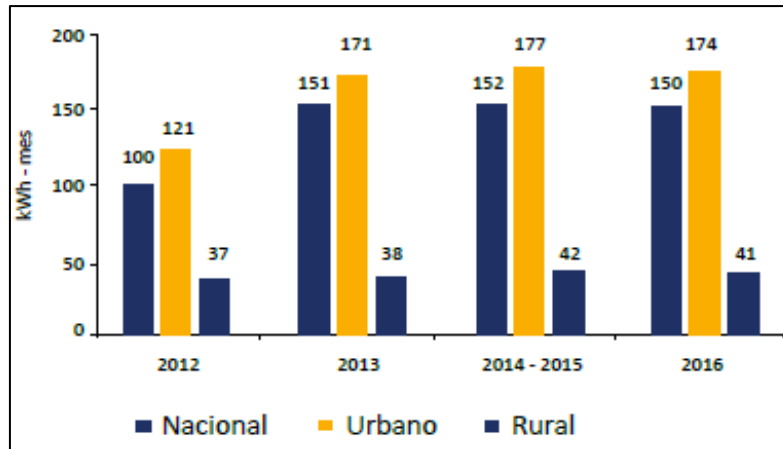
A nivel de regiones el consumo de electricidad en 2015, en Lima, fue 18 559 GWh, representado un 46,7% del total. Arequipa representó 7,7% (3046 GWh), Ica 5,6% (2236 GWh), Cuzco 4,9% (1937 GWh) y Junín 4,8% (1901 GWh). [15]

Gráfica 4: Consumo de electricidad del mercado eléctrico por región, 2015



Sobre el consumo de electricidad en los hogares, los resultados preliminares de la Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía (ERCUE) para 2016 señalan que el promedio para un hogar a nivel nacional es 149,9 kWh al mes. Siendo mayor en el área urbana (173,8 kWh/mes) y menor en zonas rurales (40,9 kWh/mes). En comparación a 2012, los niveles se incrementaron 49%, 44% y 12% respectivamente. [15]

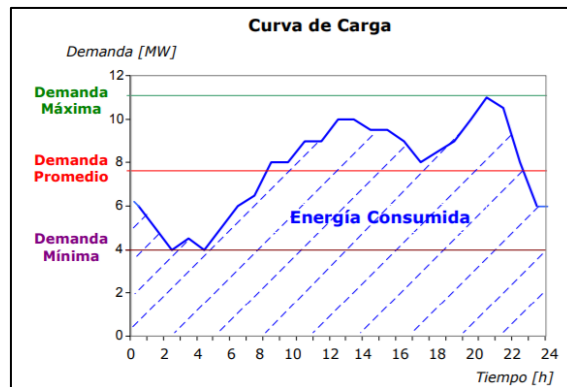
Gráfica 5: Evolución del consumo de electricidad por hogares



2.2.20. Curvas de carga

Es la representación gráfica de cómo varía la demanda o carga eléctrica en el transcurso del tiempo. En las curvas de carga podemos observar la existencia de picos de demanda, es decir, espacios de tiempo en los que hay máxima demanda de energía. El intervalo de tiempo elegido para realizar el análisis, puede ser diario, semanal, mensual o anual, y la carga no es constante en el periodo analizado. [16]

Gráfica 6: Diagrama de carga diario



III. DISEÑO

Los análisis se realizarán por medio del software DIGSILENT 15.1.7 para poder validar los resultados. Se obtendrán datos de un análisis de cortocircuito y se determinarán las curvas de coordinación tiempo – corriente.

3.1. Metodología

En esta investigación se analizará comparativamente el comportamiento del alimentador C 224, antes y después del estudio de coordinación de protección.

Por lo tanto, tenemos:

$$A: C_A \rightarrow X \rightarrow C_P$$

Donde:

A: Alimentador C 224

C_A : Coordinación actual

X: Mejoras en el software de análisis de potencia

C_P : Coordinación planteada

3.2. Variables

Variable independiente: Elementos de protección

Variable dependiente: Coordinación de las protecciones

3.3. Población, muestra y muestro

La población escogida para el análisis de la presente investigación está conformada por el Alimentador C 224 de SECHO, iniciando en SECHO hasta llegar a la Subestación reductora en Pimentel, para finalizar su recorrido en Sta. Rosa.

La muestra está conformada por todas las cargas del alimentador C 224.

No se cuenta con muestreo ya que la investigación no escogerá una parte de la población, sino que tomará la población completa.

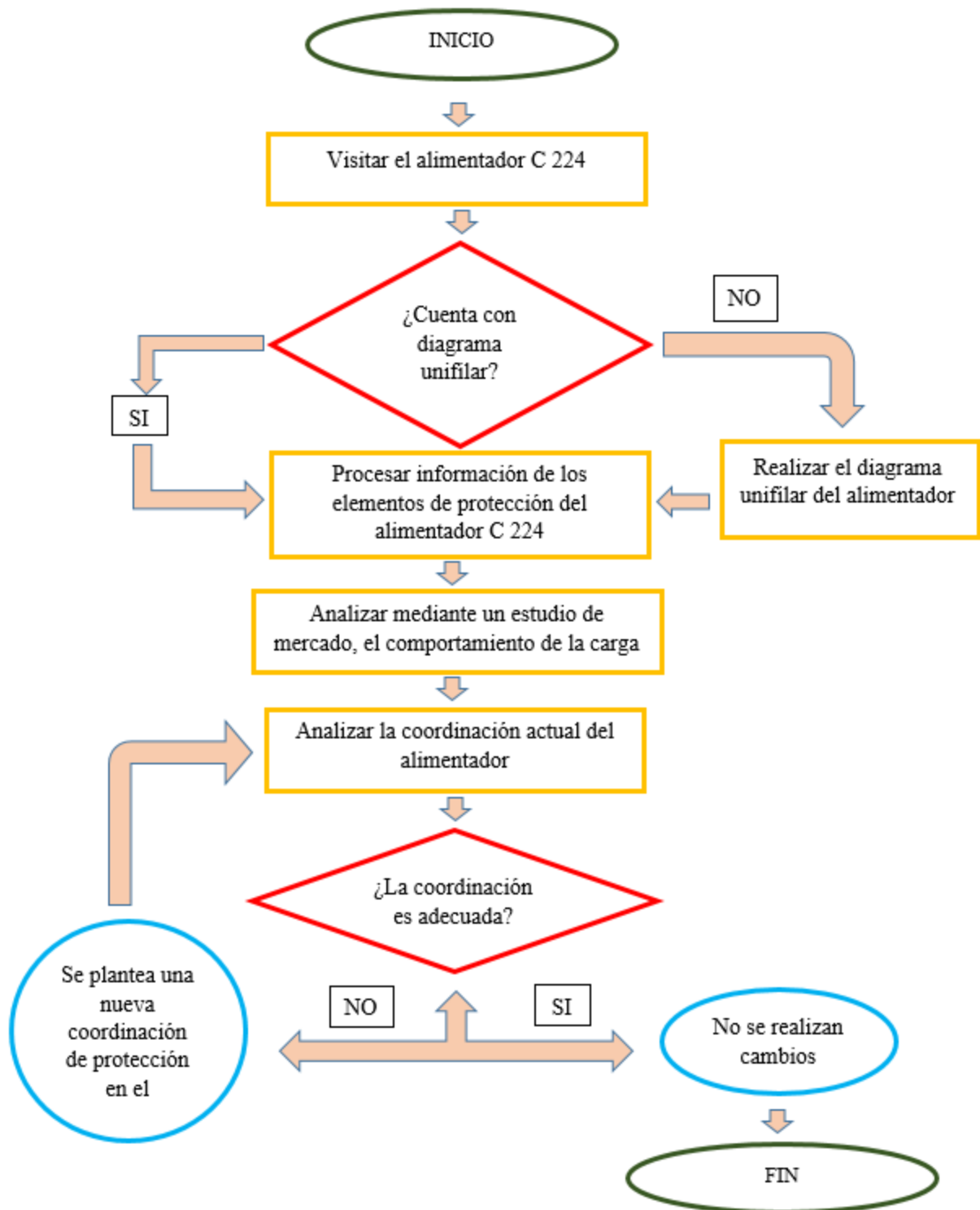
3.4. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

La técnica utilizada para la investigación es Investigación Bibliográfica, por ello se procede a revisar la base de datos del Alimentador C 224 brindada por Electronorte S.A.

Tabla 1: Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES
Elementos de Protección	Equipo destinado para proteger el sistema al que está conectado.	p.u. y seg
Coordinación de las protecciones	Coordinación de protecciones es analizar y seleccionar los tiempos adecuados para la operación de los elementos de protección instalados en el sistema para permitir su correcto funcionamiento.	Segundos

3.5. Diagrama de flujo



IV. RESULTADOS

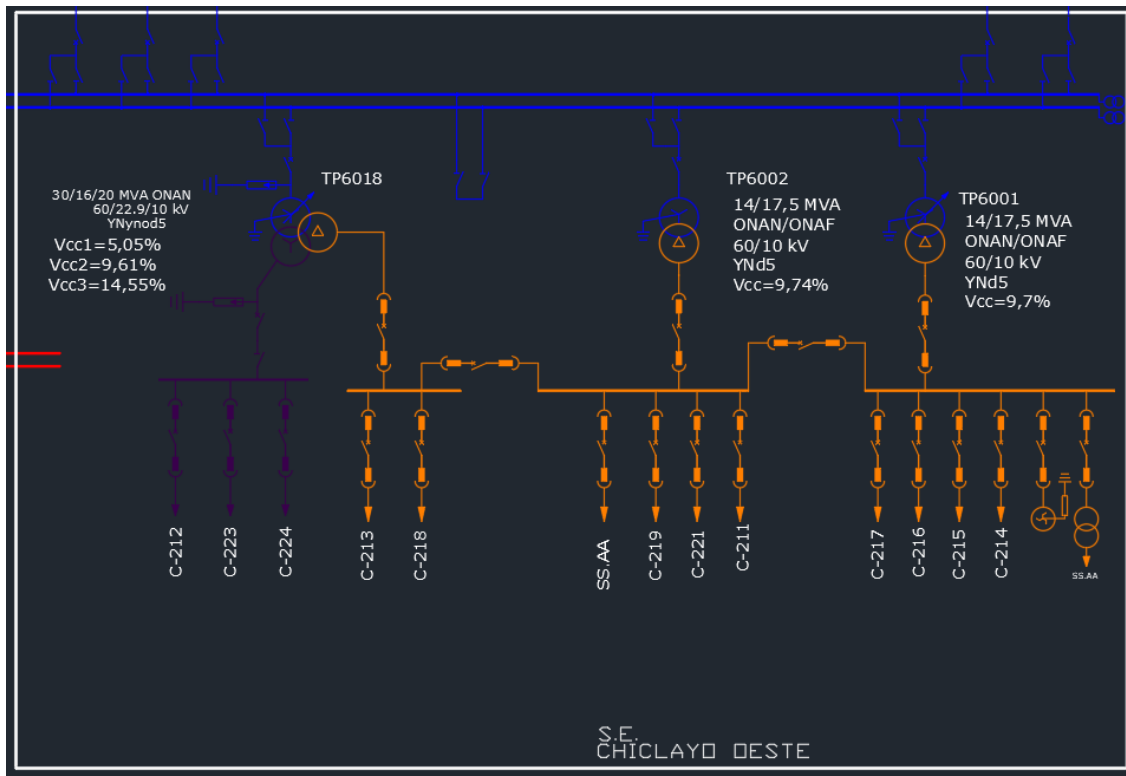
4.1. INFORMACIÓN DE DATOS TÉCNICOS Y CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTADOR C 224

4.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ALIMENTADOR C 224

4.1.1.1. Ubicación

El alimentador C 224 es uno de los alimentadores de la subestación SECHO de la Empresa Eléctrica Electronorte SA. La subestación SECHO se encuentra ubicada en Las Brisas, y está conectada a diferentes alimentadores para que estos doten de energía eléctrica a la ciudad de Chiclayo y alrededores.

Ilustración 1: Subestación Chiclayo Oeste



Fuente: Electronorte S.A.

4.1.1.2. Características técnicas

El voltaje del alimentador es 22,9 kV y después se reduce a 10 kV. La potencia instalada es 8767 kVA Tiene 108 subestaciones.

Tabla 2: Características técnicas del Alimentador

ALIMENTADOR	NIVEL DE VOLTAJE kV	UBICACIÓN	POTENCIA INSTALADA KVA	TRANSFORMADORES	
				MONOPOSTE	BIPOSTE
C 224	22,9	Chiclayo Oeste	8767	60	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Potencia por subestación (kVA)

Alimentador C 224	
Subestación	Potencia (kVA)
EN2901	100
EN2914	37,5
EN2915	100
EN2917	100
EN2918	40
EN2920	75
EN2931	50
EN2932	50
EN2938	15
EN2939	10
EN2940	10
EN2943	15
EN2944	37,5
EN2945	50
EN2953	10
EN2958	100
EN2959	125
EN2997	25
EN2999	10
EN3905	25
EN3927	100

Alimentador C 224	
Subestación	Potencia (kVA)
EN3928	100
EN3929	100
EN3930	75
EN3931	75
EN3934	5
EN3940	25
EN3943	160
EN3944	160
EN3946	75
EN3947	25
EN3952	200
EN3955	100
EN3956	100
EN3958	75
EN3959	75
EN3960	50
EN3982	50
EN3992	50
EN3995	200
EN5158	75
EN5175	50
EN5244	75
EN9004	100
EN902	160
EN903	160
EN904	250
EN905	250
EN906	250
EN907	100
EN908	100
EN909	100
EN910	160
EN912	37,5
EN913	37,5
EN914	50
EN915	25

Alimentador C 224	
Subestación	Potencia (kVA)
EN916	37,5
EN917	75
EN918	100
EN927	15
EN929	75
EN930	25
EN931	25
EN932	50
EN934	50
EN936	32
EN937	250
EN938	180
EN939	160
EN940	75
EN941	100
EN941(1)	100
EN942	25
EN943	50
EN944	25
EN946	160
EN947	160
EN948	37,5
EN949	50
EN950	25
EN951	37,5
EN953	50
EN955	10
EN957	37,5
EN959	50
EN960	37,5
EN964	100
EN965	45
EN966	45
EN967	45
EN968	45
EN969	50

Alimentador C 224	
Subestación	Potencia (kVA)
EN970	100
EN971	160
EN972	100
EN973	160
EN974	160
EN975	250
EN977	100
EN978	100
EN979	100
EN980	50
EN995	75
EN996	100
EN997	37,5
EN998	37,5
EN999	37,5
Total general	8767

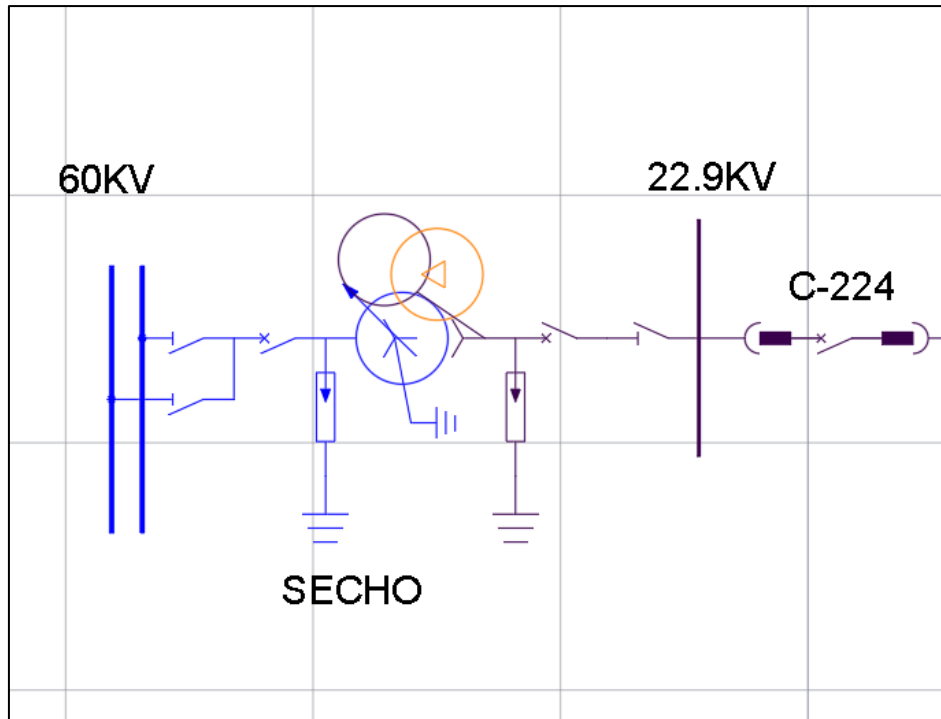
Fuente: Electronorte S.A.

4.1.1.3.Descripción de la Subestación

La subestación parte desde Brisas y toma la ruta de la Prolongación Bolognesi hasta llegar a Pimentel, y luego ir hasta Santa Rosa. Está conformada por un transformador de tres devanados, con una potencia de 30/16/20 MVA y con niveles de tensión de 60 kV, 22,9 kV y 10 kV. El alimentador C 224 está conformado por líneas eléctricas con conductores aéreos y subterráneos.

Inicia con una sección de conductor de 185 mm² N2XSY, y a medida que se va prolongando el conductor va cambiando; el alimentador C 224 cuenta con conductores de AL: 185, 50, 35 mm² en AAAC, CU: 25, 35 mm²; siendo las líneas aéreas soportadas por estructuras de concreto de 12 y 13 metros.

Ilustración 2: Transformador de tres devanados



4.1.1.4. Información de transformadores de distribución

El alimentador está formado por transformadores biposte, monoposte y caseta convencional a nivel.

Tabla 4: Transformadores de distribución

TRANSFORMADORES DEL ALIMENTADOR C 224		
TRANSFORMADORES	CANTIDAD	CARGA INSTALDA (KVA)
MONOPOSTE	60	3450
BIPOSTE	42	4835
CASETA CONVENCIONAL	6	482
TOTAL	108	8767

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5. Información de las estructuras

Las estructuras utilizadas en el alimentador C 224 son:

- Armado de alineamiento E1
- Armado de alineamiento doble terna
- Armado de anclaje vano flojo tipo E2
- Armado de anclaje vano flojo tipo E4
- Estructura anclaje ángulo E2A
- Armado de derivación en alineamiento tipo E5
- Armado de derivación en alineamiento tipo E5A
- Armado de derivación en anclaje EV2
- Estructura doble anclaje tipo EV4
- Armado de anclaje con subida subterránea
- Estructura de alineamiento con derivación
- Estructura subida o bajada subterránea
- Subestación monoposte
- Subestación biposte
- Doble anclaje con derivación

4.1.1.6. Datos de luminarias

Para el alumbrado público se utiliza dos tipos de lámparas y luminarias:

- Luminaria para lámpara de vapor de sodio Alta Presión 70 W, Inc. Equip; lámpara de vapor de sodio de 70 W, 220 V.
- Luminaria para lámpara de vapor de sodio Alta Presión 150 W, Inc. Equip; lámpara de vapor de sodio de 150 W, 220 V

4.1.2. ESTADO ACTUAL DEL ALIMENTADOR C 224

4.1.2.1. Descripción actual del alimentador

El alimentador C 224 inicia en la barra de 22,9 kV del transformador de potencia de tres devanados que se energiza al estar conectado a la barra de alta tensión de 60 kV.

4.1.2.2.Población que aprovecha el servicio del Alimentador C 224

Sirve al centro urbano de la ciudad con una población de 330 000 habitantes aproximadamente.

4.1.3. SISTEMA DE PROTECCIÓN ACTUAL

El sistema de protección actual está constituido por: Recloser, reconectador automático, seccionalizador, señalizador de falla, pararrayos, reglador automático. Los dispositivos se encuentran ubicados en puntos clave del alimentador para prevenir cualquier daño a otros equipos o dispositivos.

4.1.4. EQUIPOS Y DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN EN EL ALIMENTADOR C 224

4.1.4.1.Recloser

Ubicado al inicio del alimentador, junto al transformador de tres devanados, es utilizado para que las sobrecorrientes sean interrumpidas con un cierre automático.

También se utilizan para seccionalizar alimentadores de grandes distancias para prevenir la abertura de todo el alimentador al ocurrir una falla lejos del inicio del alimentador.

4.1.4.2.Reconectador automático de media tensión

Se utiliza un reconectador automático de media tensión de 10 – 22,9 kV. Sus curvas de protección son instantáneas y de tiempo definido.

4.1.4.3.Seccionalizador de media tensión

Se utiliza un seccionalizador de media tensión de 10 – 22,9 kV.

4.1.4.4.Transformador zig – zag

Utilizados en sistemas tipo delta, para que la falla de fase a tierra se detecte o se interrumpa.

4.1.4.5.Señalizador de falla

Instalado con el fin de detectar las fallas ocurrientes en el alimentador C 224.

4.1.4.6. Reglador automático de media tensión

Se utiliza un reglador automático de media tensión de 10 – 22,9 kV.

4.1.5. PROTECCIÓN PRINCIPAL

Como protección principal se tiene al Recloser, que se encuentra instalado cerca al transformador de tres devanados.

4.2. ESTUDIO DE MERCADO ELÉCTRICO PARA EL ANÁLISIS DE LA CARGA EN EL ALIMENTADOR C 224

El siguiente estudio, tiene como finalidad analizar el mercado eléctrico del alimentador C 224, tomando en cuenta los consumos de energía y demandas máximas por subestación por año

El estudio de mercado eléctrico nos permite tener la proyección de energía y demanda del alimentador C224. El horizonte de evaluación del proyecto será de 20 años.

4.2.1. Registros históricos de Potencia y Energía

Se tiene en cuenta un registro histórico del año 2013 al 2018, de donde se puede obtener la energía consumida por Subestación desde el año 2013 hasta el año 2018

Tabla 5: Registros históricos de Energía del Alimentador C 224

Subestación	Consumo de Energía
E200902	3133783.5
E200903	1600496.19
E200904	614703.7
E200906	2136013.42
E200907	1250391.77
E200908	2409698.46
E200909	2183978.56
E200910	1940207.96
E200912	3331.39
E200913	1443425.3
E200914	206827
E200915	428788.7

Subestación	Consumo de Energía
E200917	294868.88
E200918	814328.31
E200925	50345
E200926	692140.69
E200927	120392.5
E200928	295552.35
E200929	1090361.38
E200930	295416.8
E200931	529317.92
E200932	623545.45
E200934	543359.68
E200936	10955
E200937	1639998.77
E200938	1673131.72
E200939	1952857.51
E200940	573514.67
E200942	169254.5
E200943	302887.26
E200944	6122
E200946	180816
E200947	321889.97
E200948	137429.59
E200949	389004.89
E200950	155714.56
E200951	66294.92
E200955	52518
E200957	648789.07
E200959	324028
E200960	868960.72
E200965	581201.35
E200966	714844.57
E200967	541326.07
E200968	740452.54
E200971	1243886.28
E200972	1652995.85
E200973	5050
E200974	1579658.49
E200975	1203503.87
E200978	229141.42
E200980	1161837.33

Subestación	Consumo de Energía
E200995	445476.05
E200996	721756.2
E200997	738002.34
E200998	1397256.39
E200999	728639.16
E202901	684688.18
E202914	753381.36
E202915	1081228.24
E202917	1838697.4
E202918	346661.3
E202926	180478.19
E202928	47898.83
E202929	4957
E202930	1015723.78
E202931	110629
E202932	256659.33
E202936	167579.49
E202938	207570.43
E202939	34524
E202940	119394.5
E202943	58512.14
E202945	74695
E202948	872253.5
E202949	488984.66
E202953	192716.55
E202958	190783.02
E202959	91251
E202970	211198.81
E202989	187585.77
E202997	51973.09
E203903	51486.67
E203905	100231.47
E203920	20381.9
E203921	4425.75
E203927	484686.87
E203930	225010
E203931	181067.3
E203934	15443.31
E203935	33573.2
E203936	627.3

Subestación	Consumo de Energía
E203937	1777834.38
E203938	1303720.1
E203940	35990.36
E203944	12918
E203945	15071
E203947	41400.54
E203952	158008.9
E203957	38654.51
E203968	4383
E203970	5714
E203972	74
E203973	1054
E203974	6920.4
E203993	247598.41
E203994	91466.05
E203995	266224.42
E205158	21378
Total general	60275838.38

Fuente: Electronorte S.A.

Tabla 6: Consumos de energía y demanda por año de cargas domésticas

	Año	Energía (kW.h)	M.D. (kW)
DOM	2013	8454828,57	78911
	2014	9015497,4	82424
	2015	9482733,29	84978
	2016	9905772,86	88203
	2017	10312071,19	92216

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Consumo de energía y demanda por año de cargas industriales y comerciales

	Año	Energía (kW.h)	M.D. (kW)
IND. Y COM.	2013	969224,23	256
	2014	1098647,19	292
	2015	1167813,66	319
	2016	1137014,24	403
	2017	1286161,51	565

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Proyección de la demanda máxima y energía

Se calculó la tasa de crecimiento en base a los datos históricos de los cinco (05) últimos años del consumo de energía de las subestaciones.

Considerando el escenario promedio para efectuar la proyección global de ventas de energía por sector tarifario, se toma en cuenta la información brindada por Electronorte S.A.

Los resultados son:

- Para el sector doméstico:

Tomando en cuenta la base histórica de la venta de energía residencial desde el año 2013 hasta el año 2017 en kWh.

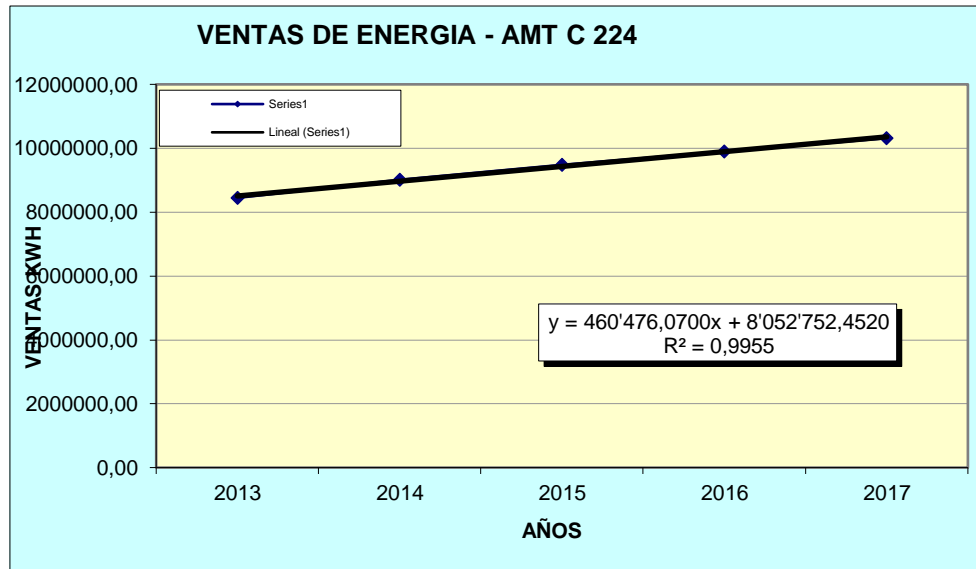
Tabla 8: Venta de energía residencial 2013 - 2017

AÑO	VENTAS DE ENERGIA : RESIDENCIAL (kWh)
2012	
2013	8454828,57
2014	9015497,40
2015	9482733,29
2016	9905772,86
2017	10312071,19

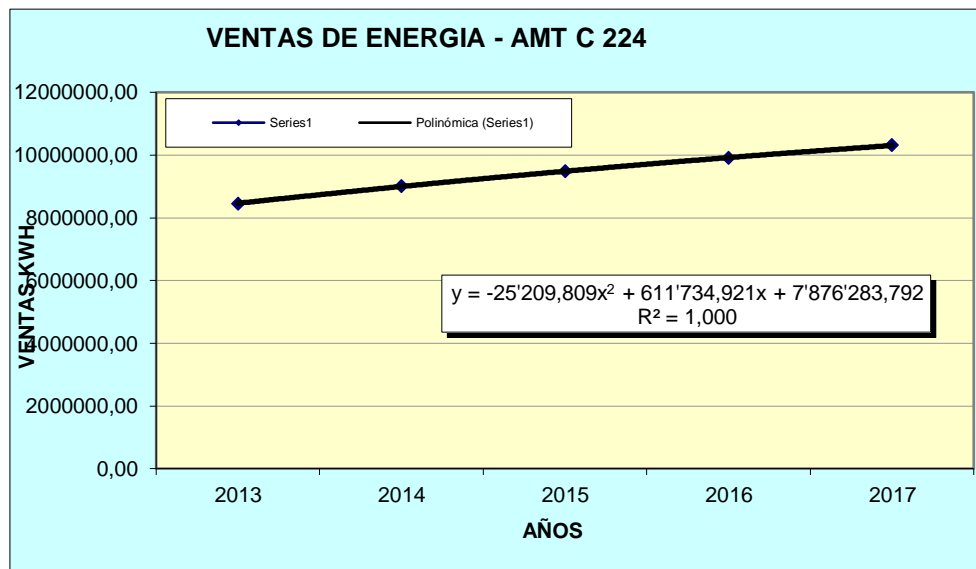
Fuente: Elaboración propia

Del cuadro se puede obtener las curvas de las ventas de energía del alimentador C 224.

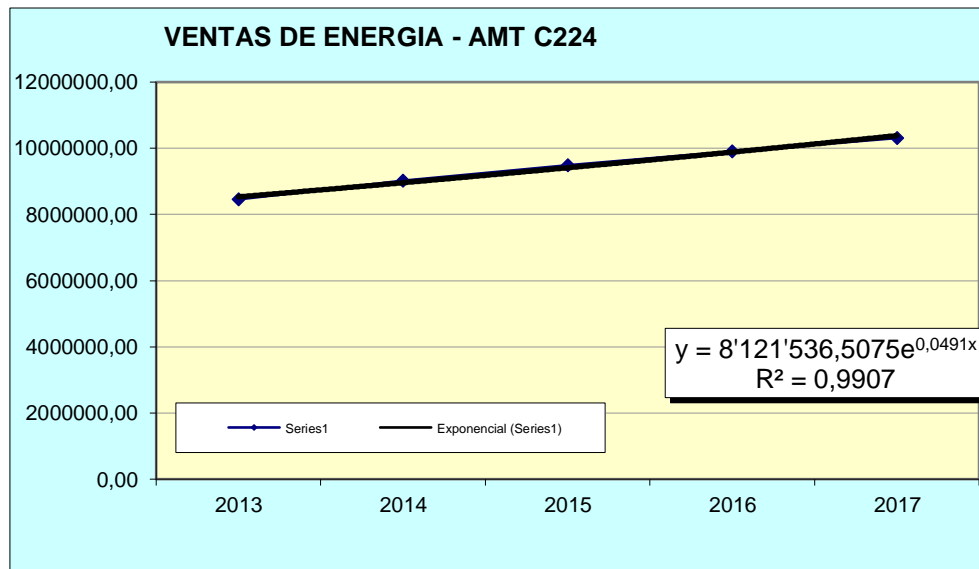
Gráfica 7: Curva lineal



Gráfica 8: Curva Polinómica



Gráfica 9: Curva Exponencial



Gráfica 10: Curva Logarítmica

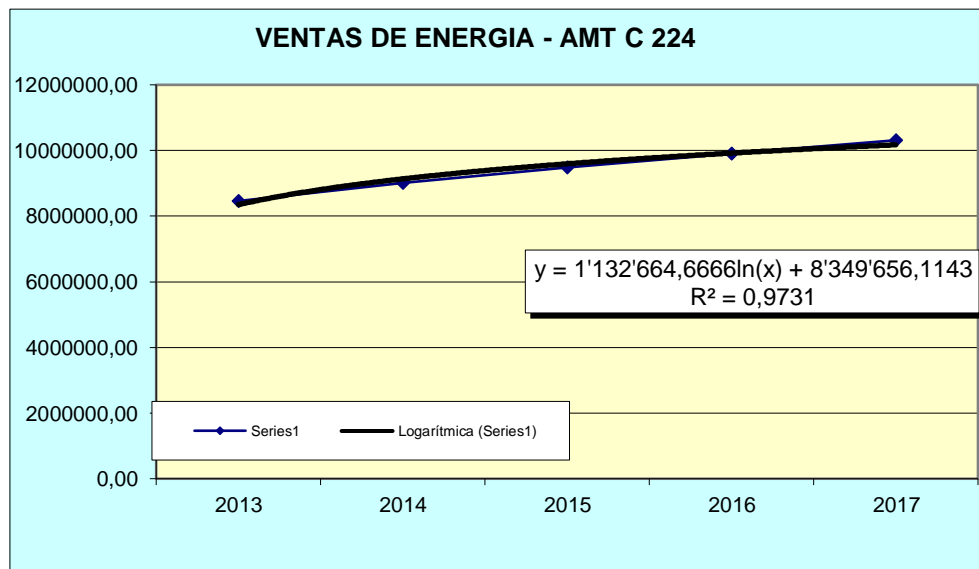


Tabla 9: Tasa de crecimiento para sector doméstico

RESUMEN DEL MÉTODO TENDENCIA - DATA HISTÓRICA 2013-2017. ALIMENTADOR C 224				
DESCRIPCIÓN	LINEAL	POLINÓMICA	EXPONENCIAL	LOGARITMICA
Tasa de Crecimiento Prom. Histórico (2013-2017)	5,14%	5,44%	5,03%	5,94%
R ²	0,9955	1,0000	0,9907	0,9731
Tasa de Crecimiento Prom. (2017-2037)	3,54%	0,09%	5,03%	1,06%

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, para el sector doméstico se obtienen coeficientes de correlación altos para las funciones lineal y exponencial, estas curvas suponen tasa de crecimiento de 3,54% y 5,03% respectivamente.

- Para el sector industrial y comercial:

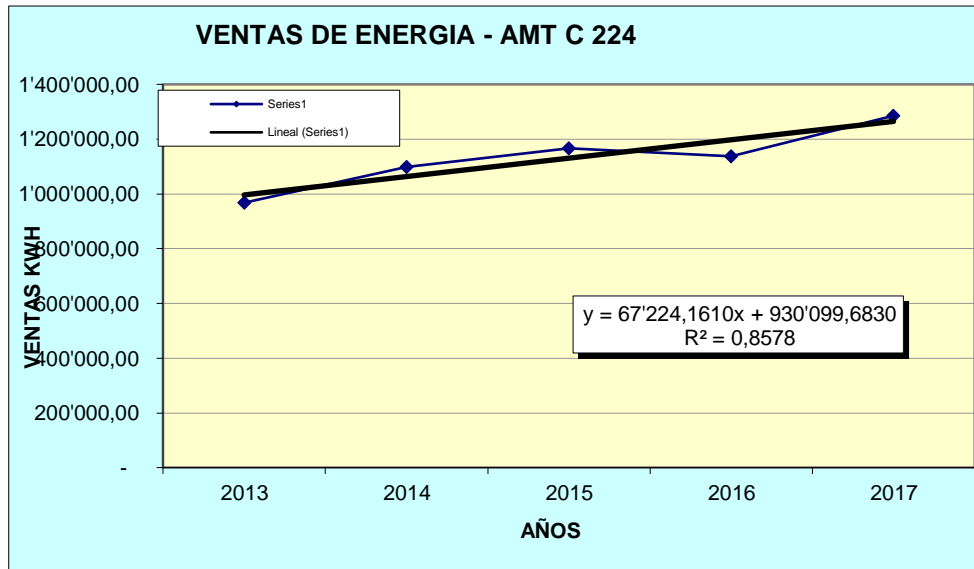
Tomando en cuenta la base histórica de la venta de energía desde el año 2013 hasta el año 2017.

Tabla 10: Ventas de energía industrial y comercial 2013 - 2017

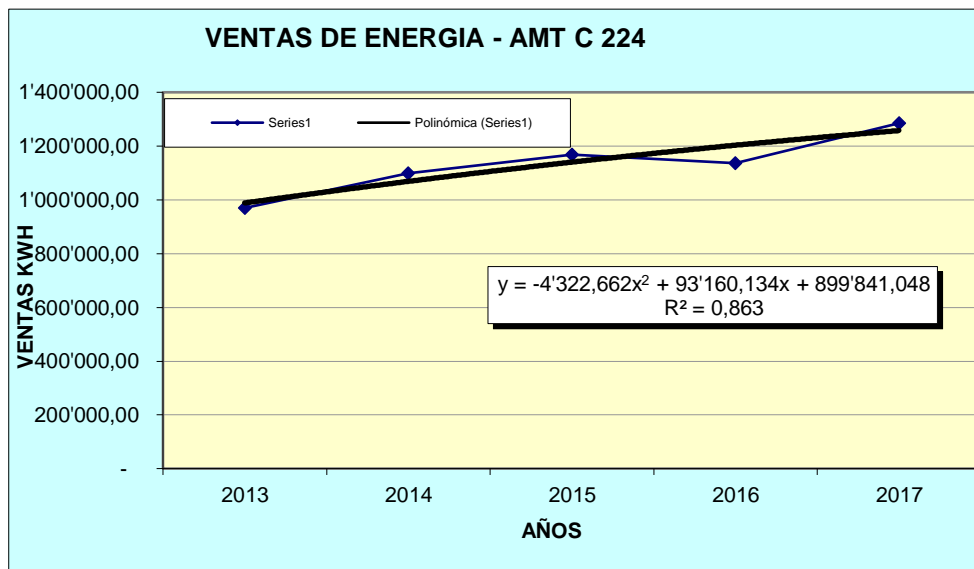
AÑO	VENTAS DE ENERGIA : RESIDENCIAL
2012	
2013	969'224,23
2014	1'098'647,19
2015	1'167'813,66
2016	1'137'014,24
2017	1'286'161,51

Del cuadro se puede obtener las curvas de las ventas de energía del alimentador C 224.

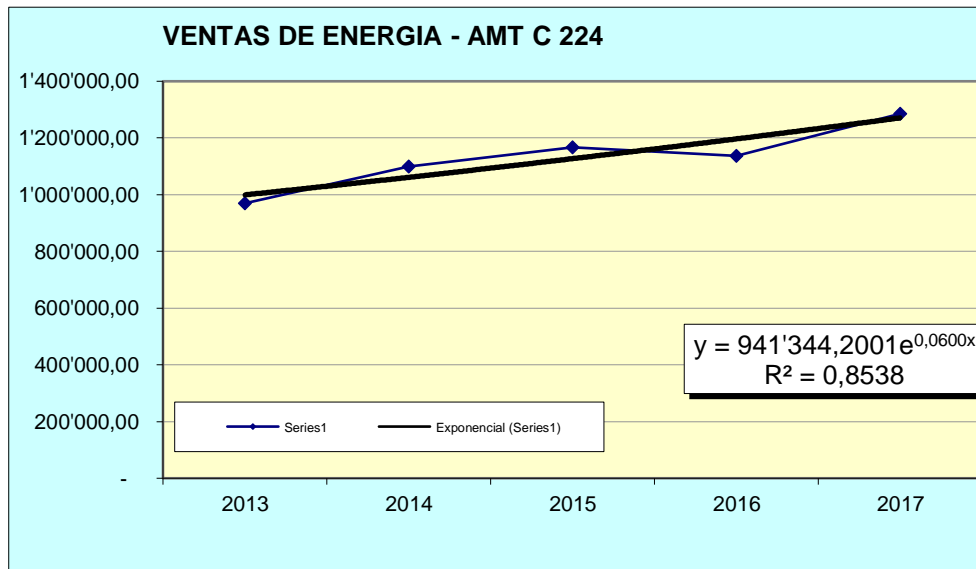
Gráfica 11: Curva lineal (industrial y comercial)



Gráfica 12: Curva polinómica (industrial y comercial)



Gráfica 13: Curva exponencial (industrial y comercial)



Gráfica 14: Curva logarítmica (industrial y comercial)

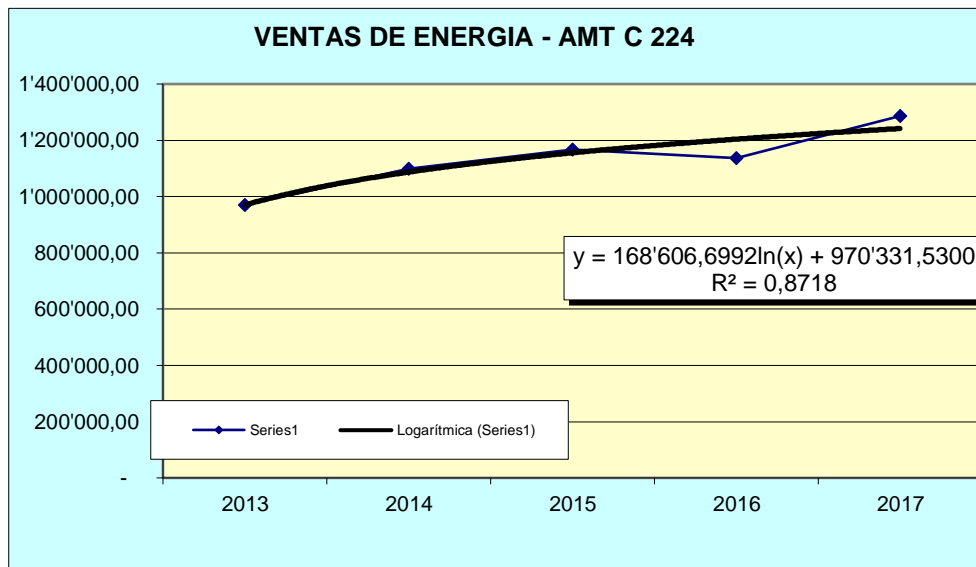


Tabla 11: Tasa de crecimiento para sector industrial y comercial

RESUMEN DEL MÉTODO TENDENCIA - DATA HISTÓRICA 2013-2017. ALIMENTADOR C 224				
DESCRIPCIÓN	LINEAL	POLINÓMICA	EXPONENCIAL	LOGARÍTMICA
Tasa de Crecimiento Prom. Histórico (2010-2015)	6,33%	6,77%	6,18%	7,51%
R ²	0,8578	0,8630	0,8538	0,8718
Tasa de Crecimiento Prom. (2010-2032)	4,09%	-0,89%	6,18%	1,28%

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, para el sector industrial y comercial se obtienen coeficientes de correlación altos para las funciones lineal y exponencial, estas curvas suponen tasa de crecimiento de 4,09% y 6,18% respectivamente.

Por ellos se considera:

Tc: doméstica: 4,29%

Tc: industrial y comercial: 5,13%

4.2.2.1.Sector doméstico

Con la información alcanzada por ELECTRONORTE S.A. y en base a los datos históricos de los cinco (05) últimos años, se calculó la proyección de la energía y demanda máxima por subestaciones desde el año 2018 hasta el año 2038. (Ver tabla 23 – Proyección de la energía en el sector doméstico; tabla 24 – Proyección de la máxima demanda en el sector doméstico)

4.2.2.2.Sector industrial y comercial (cargas especiales)

Con la información alcanzada por ELECTRONORTE S.A. y en base a los datos históricos de los cinco (05) últimos años, se calculó la proyección de la energía y demanda máxima considerando cargas como: hoteles, tiendas, telefonía, talleres; por subestaciones desde el año 2018 hasta el año 2038. (Ver tabla 25 – Proyección de la energía en el sector industrial y comercial; tabla 26 – Proyección de la máxima demanda en el sector industrial y comercial)

4.2.3. Pérdidas de energía

Las pérdidas de Energía anuales se obtendrán multiplicando el 2% por el valor de la Energía en el año dado.

$$P_E = E * 2\%$$

Tabla 12: Pérdidas de energía en el sector doméstico

	Año	Energía (kW.h)	Pérdidas (kWh)
DOM	2013	8454828,57	169096,5714
	2014	9015497,4	180309,948
	2015	9482733,29	189654,6658
	2016	9905772,86	198115,4572
	2017	10312071,19	206241,4238

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Pérdidas de energía en el sector industrial y comercial

	Año	Energía (kW.h)	Pérdidas (kWh)
IND. Y COM.	2013	969224,23	19384,4846
	2014	1098647,19	21972,9438
	2015	1167813,66	23356,2732
	2016	1137014,24	22740,2848
	2017	1286161,51	25723,2302

Fuente: Elaboración propia

4.3.DETERMINAR LA COORDINACIÓN CORRECTA DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DEL ALIMENTADOR

Teniendo en cuenta que el alimentador C 224 tiene un número muy elevado de interrupciones en el transcurso del año 2017, es necesario analizar la coordinación de sus protecciones, para así evitar el daño a los equipos que se encuentran instalados en el alimentador.

Tabla 14: Interrupciones en el Alimentador C 224

INTERRUPCIONES EN EL ALIMENTADOR C 224						
AMT	nro. interrupcion	t HP	t FP	afectados	Saidi	Saifi
C-224	2510451667	60	12840	105	0,001032244	0,000288068
C-224	2510451667	180	0	35	4,80114E-06	0
C-224	2510451769	0	31380	3281	0,078462602	0,009001446
C-224	2510451769	0	780	502	0,000298402	0
C-224	2510451769	0	2400	866	0,001583918	0
C-224	2510451802	0	300	2698	0,000616832	0,007401981
C-224	2510452568	8880	16020	97	0,001840664	0,00026612
C-224	2510452763	0	13320	3	3,04529E-05	8,23052E-06
C-224	2510452841	0	6360	115	0,000557389	0,000315503
C-224	2510453014	0	16980	35	0,000452907	9,60227E-05
C-224	2510454102	0	3240	51	0,000125901	0,00013989
C-224	2510454209	0	2460	7969	0,014936605	0
C-224	2510461548	0	540	52	2,13416E-05	0,000142277
C-224	2510461548	0	540	12	4,92498E-06	3,28332E-05
C-224	2510461548	0	540	26	1,06708E-05	7,11385E-05
C-224	2510461548	0	540	2	8,20829E-07	5,4722E-06
C-224	2510461786	0	47580	2053	0,074240778	0,005617209
C-224	2510463524	0	28080	154	0,003286601	0,000421359
C-224	2510464290	0	2160	8017	0,013161178	0,021935297
C-224	2510465800	0	1200	35	3,18745E-05	9,56235E-05
C-224	2510465934	12780	11940	871	0,016340317	0,002379658
C-224	2510468039	0	5160	344	0,001344708	0,000938168
C-224	2510468039	0	480	170	6,18173E-05	0
C-224	2510469382	540	0	91	3,72267E-05	0,000248178
C-224	2510470796	0	6120	8029	0,037149747	0,021852792
C-224	2510471064	0	13560	153	0,001564179	0,000415269
C-224	2510471832	0	25440	1680	0,032222692	0,004559815
C-224	2510472375	0	12300	900	0,00834609	0,002442758
C-224	2510472819	0	1620	347	0,000422306	0,000938457
C-224	2510472861	0	3660	190	0,000522417	0,000513852
C-224	2510472963	18000	59940	12	0,000702626	3,24538E-05
C-224	2510472963	18000	59940	26	0,001522355	7,03166E-05
C-224	2510472979	0	4320	51	0,000165515	0,000137929
C-224	2510472979	0	4320	2	6,49077E-06	5,40897E-06
C-224	2510472979	0	4320	13	4,219E-05	3,51583E-05
C-224	2510473223	0	5100	228	0,000873549	0,000616623
C-224	2700010168	0	43920	157	0,005180173	0,000424604

INTERRUPCIONES EN EL ALIMENTADOR C 224						
AMT	nro. interrupcion	t HP	t FP	afectados	Saidi	Saifi
C-224	2510473449	0	9000	3337	0,022562176	0,00902487
C-224	2510473449	0	9000	858	0,005801123	0,002320449
C-224	2510473449	0	9000	1706	0,011534634	0,004613853
C-224	2510473449	0	27000	350	0,007099276	0
C-224	2510473461	0	3180	2988	0,007138221	0,008081005
C-224	2510473461	0	2400	300	0,000540897	0
C-224	2510473461	0	3180	859	0,002052119	0,002323154
C-224	2510473461	0	3180	1708	0,004080348	0,004619262
C-224	2510473540	0	8100	298	0,001813358	0,000805937
C-224	2510474089	0	1920	291	0,000419736	0,000787005
C-224	2510474136	0	27480	187	0,003860474	0,000505739
C-224	2510474804	0	960	347	0,000250255	0,000938457
C-224	2510474972	18000	78240	13	0,000939899	3,51583E-05
C-224	2510476609	0	900	5	3,37414E-06	1,34966E-05
C-224	2510476609	0	900	0	0	0
C-224	2510476609	0	900	0	0	0
C-224	2510476665	0	10200	7819	0,05980007	0,021105907
C-224	2510476665	0	1860	342	0,000476968	0
C-224	2510476665	0	1560	737	0,00086207	0
C-224	2510476665	0	540	109	4,41337E-05	0
C-224	2510476665	0	1080	1	8,09793E-07	0
C-224	2510476665	0	1380	13	1,34516E-05	0
C-224	2510476665	0	2760	107	0,000221433	0
C-224	2510476666	0	974	7819	0,005710319	0,021105907
C-224	2510476724	120	1320	7823	0,008446682	0,021116705
C-224	2510476737	1560	0	109	0,000127497	0,000294225
C-224	2510476745	1140	0	7824	0,00668781	0,021119404
C-224	2510476746	0	720	7824	0,004223881	0,021119404
C-224	2510476747	0	900	7824	0,005279851	0,021119404
C-224	2510476865	0	29340	107	0,002353934	0,000288826
C-224	2510477358	0	7140	205	0,001089209	0,000549181
C-224	2510477981	720	0	229	0,000122695	0,000613476
C-224	2510477981	720	0	147	7,87606E-05	0,000393803
C-224	2510477981	720	0	0	0	0
C-224	2510478011	0	14820	94	0,001036658	0,00025182
C-224	2510478324	0	6600	185	0,000908605	0,000495603
C-224	2510479595	15840	13260	226	0,004893963	0,000605439
C-224	2510479595	15840	13260	144	0,003118278	0,000385766
C-224	2510480898	0	7200	110	0,00058863	0,000294315
C-224	2510480898	0	7200	83	0,000444148	0,000222074

INTERRUPCIONES EN EL ALIMENTADOR C 224						
AMT	nro. interrupcion	t HP	t FP	afectados	Saidi	Saifi
C-224	2510480898	0	7200	4	2,14047E-05	1,07024E-05
C-224	2510481213	0	10740	18	0,000143679	4,81607E-05
C-224	2510482415	0	900	168	0,000112375	0,0004495
C-224	2510482846	0	14460	192	0,002050944	0,000510608
C-224	2510482846	0	14640	429	0,004639622	0,001140891
C-224	2510482847	0	14460	13	0,000138866	3,45724E-05
C-224	2510483061	0	2100	168	0,000260623	0,000446782
C-224	2510483350	0	20520	2	3,03174E-05	5,31884E-06
C-224	2510483352	0	24420	110	0,00198437	0,000292536
C-224	2510483652	0	1320	0	0	0
C-224	2510483749	0	6720	3228	0,016024594	0,008584604
C-224	2510483750	0	6780	1031	0,005163838	0,002741861

Fuente: Electronorte S.A.

El análisis del sistema se hará a través de la simulación en el software DIGSILENT, y para ellos se ha tomado los siguientes datos:

- Diagrama unifilar del alimentador C 224
- Potencia aparente de las subestaciones existentes en el alimentador C 224.
- Información histórica de la máxima demanda registrada en los últimos años.
- Conductores que conforman el alimentador C 224.

Tabla 15: Conductores subterráneos del alimentador C 224

					UNIDAD
	N2XSY	PARÁMETROS FÍSICOS	SECCION NOMINAL	50	185
Nº DE HILOS			19	37	-
DIÁMETRO DE CONDUCTOR			8,15	16,16	mm
DIÁMETRO EXTERIOR			25	33,6	mm
PESO			933	2466	kg/km
PARÁMETROS ELÉCTRICOS		RESISTENCIA	0,494	0,127	ohm/km
		REACTANCIA INDUCTIVA	0,272	0,226	ohm/km
		RESISTENCIA EN SECUENCIA 0	1,235	0,318	ohm/km
		REACTANCIA EN SECUENCIA 0	0,676	0,563	ohm/km
		SUSCEPTANCIA	-0,855	-3,36	siemens
		CONDUCTANCIA	1,553	1,885	siemens
		AMPACIDAD	250	500	A

Fuente: Catálogo INDECO

Tabla 16: Conductores de Cobre del alimentador C 224

					UNIDAD
	COBRE	PARÁMETROS FÍSICOS	SECCION NOMINAL	25	35
Nº DE HILOS			7	7	-
DIÁMETRO DE CONDUCTOR			6,4	7,6	mm
PARÁMETROS ELÉCTRICOS		RESISTENCIA	0,741	0,534	ohm/km
		REACTANCIA INDUCTIVA	0,452	0,439	ohm/km
		RESISTENCIA EN SECUENCIA 0	1,853	1,335	ohm/km
		REACTANCIA EN SECUENCIA 0	1,13	1,098	ohm/km
		SUSCEPTANCIA	-0,6	-0,919	siemens
		CONDUCTANCIA	0,984	1,117	siemens
		AMPACIDAD	188	229	A

Fuente: Catálogo INDECO

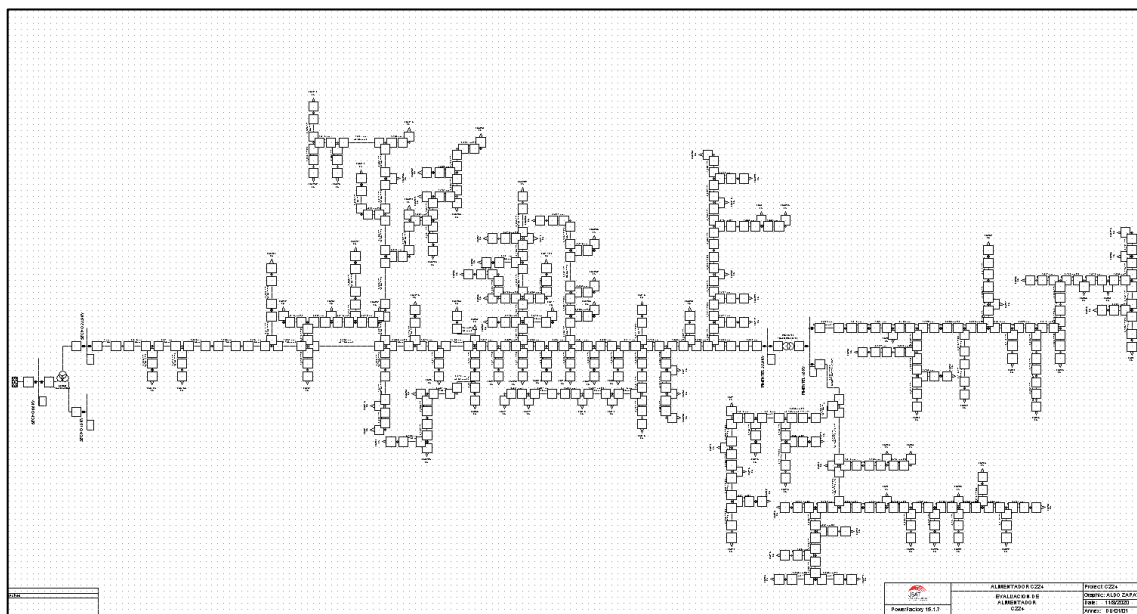
Tabla 17: Conductores de Aluminio del alimentador C224

							UNIDAD
	ALUMINIO	PARÁMETROS FÍSICOS	SECCION NOMINAL	25	35	50	185
Nº DE HILOS			7	7	7	19	-
DIÁMETRO DE CONDUCTOR			6,5	7,6	9,1	17,6	mm
PARÁMETROS ELÉCTRICOS		RESISTENCIA	1,59	0,979	0,681	0,184	ohm/km
		REACTANCIA INDUCTIVA	0,451	0,445	0,435	0,378	ohm/km
		RESISTENCIA EN SECUENCIA 0	3,975	3,644	3,149	0,621	ohm/km
		REACTANCIA EN SECUENCIA 0	1,127	1,111	1,088	0,945	ohm/km
		SUSCEPTANCIA	-0,165	-0,385	-0,666	-2,139	siemens
		CONDUCTANCIA	0,582	0,847	1,043	1,041	siemens
		AMPACIDAD	125	166	208	477	A

Fuente: Catálogo INDECO

Con esto se logra determinar los parámetros de operación del sistema eléctrico como: Niveles de tensión en barras y derivaciones, flujo de potencia, flujo de corriente, y con ello se analizará el comportamiento del alimentador.

Ilustración 3: Alimentador C224 en DigSILENT



Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Coordinación de Recloser

Los equipos deben estar coordinados de tal manera que la protección más cercana a la falla es la que debe actuar de forma inmediata para evitar daños en las instalaciones.

Para este alimentador se consideran 4 relés, ubicando uno en cada barra.

Para la propuesta de la coordinación se toma en cuenta los siguientes parámetros para el Recloser:

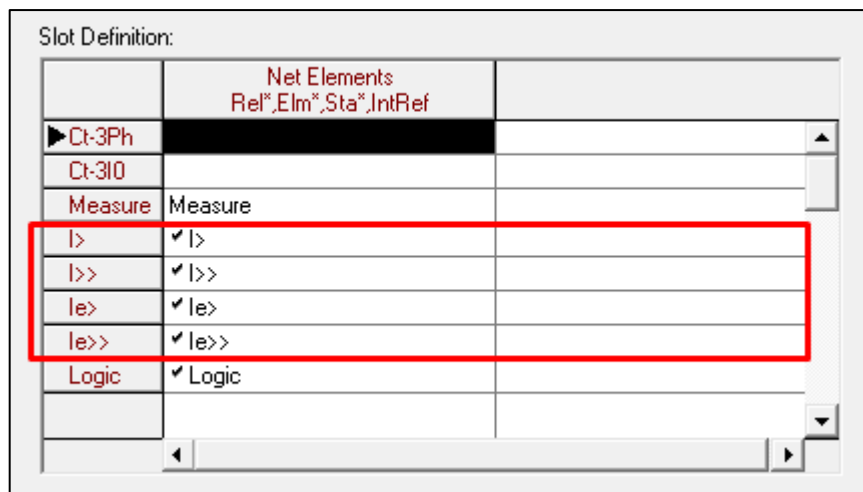
I > Corriente temporizado (actúa cuando existe una sobrecarga)

I >> Corriente de falla instantáneo (actúa cuando existe cortocircuito)

I_e > Corriente a tierra temporizado

I_e >> Corriente de falla a tierra instantánea (actúa cuando existe cortocircuito a tierra)

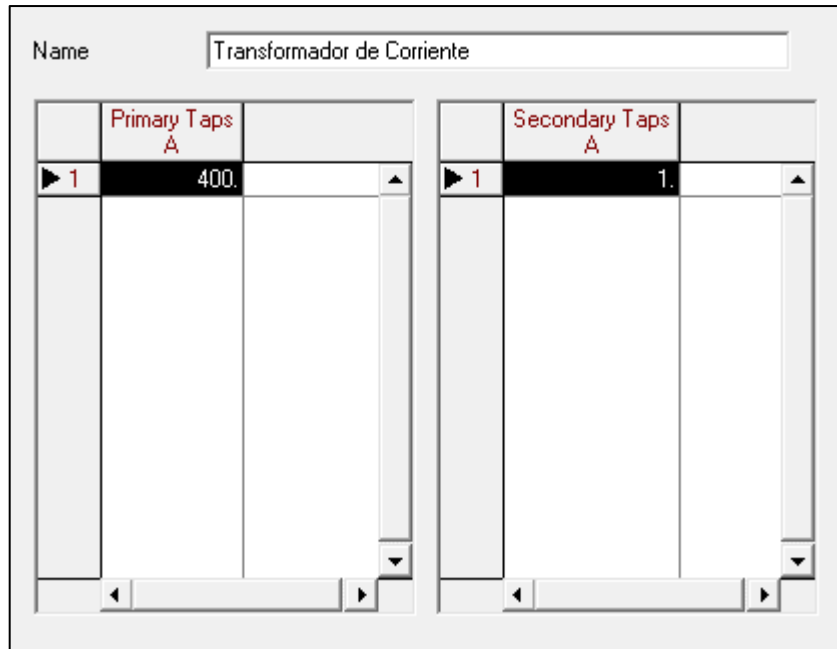
Ilustración 4: Parámetros de programación del Relé



Fuente: Software DlgSILENT

Para la programación del Relé se debe considerar una relación de transformación de un Transformador de Corriente, teniendo como relación más utilizada la de 400:1.

Ilustración 5: Relación de Transformación



Fuente: Software DlgSILENT

Cuando no es falla, se considera el rango entre 2 a 3 seg ($I >$ y $Ie >$).

En las corrientes de falla ($I >>$ y $Ie >>$), la cabecera (Barra 22,9 kV) no debe pasar los 450 ms y en un cliente (carga) no debe ser menor a 100 ms.

La corriente de falla instantánea ($I >>$) es mayor a la temporizada ($I >$).

La corriente a tierra temporizada ($Ie >$) no debe pasar de 20 A, puede estar entre 20 y 10 A.

La corriente de falla a tierra instantánea ($Ie >>$) es mayor a la corriente a tierra temporizada ($Ie >$), y puede ser como mínimo hasta 12 A.

4.3.2. Procedimiento de coordinación

Los elementos de protección tienen dos puntos importantes: La protección de zonas específicas del alimentador y la protección de todo el alimentador (desde su punto de inicio en la SE Chiclayo Oeste hasta la última carga que alimenta).

La coordinación de los elementos de protección, se debe realizar precisamente en todo el alimentador del sistema de distribución, colocando relés de

protecciones en las respectivas barras de éste (Barra 60 kV, Barra 22,9 kV, Barra 10 kV).

Para la protección se considera la selectividad de los equipos; pero en caso de falla del sistema los usuarios afectados solo serán los instalados entre la protección más cercana a la falla y el fin del circuito.

Teniendo en cuenta los parámetros del apartado anterior, se procede a calcular los datos de corrientes para la respectiva programación de los Relé,

Tabla 18: Datos de corrientes para programación de Relé

FP	S (MVA)	V (kV)	I (A)	S (MVA)	V (kV)	I (A)
1			230			110
R_TC	1			2		
400	P.U.	pri. A	segundos	P.U.	pri. A	segundos
I>	0,6	240	3	0,3	120	2,6
I>>	1,125	450	0,45	0,6	240	0,31
Ie>	0,083333333	20	2,8	0,125	15	2,4
Ie>>	0,2	80	0,39	0,175	70	0,24

S (MVA)	V (kV)	I (A)	S (MVA)	V (kV)	I (A)
		145			107
3			4		
P.U.	pri. A	segundos	P.U.	pri. A	segundos
0,375	150	2,2	0,2875	115	2,2
0,8	320	0,17	0,575	230	0,17
0,066666667	10	2	0,086956522	10	2
0,1625	65	0,1	0,1625	65	0,1

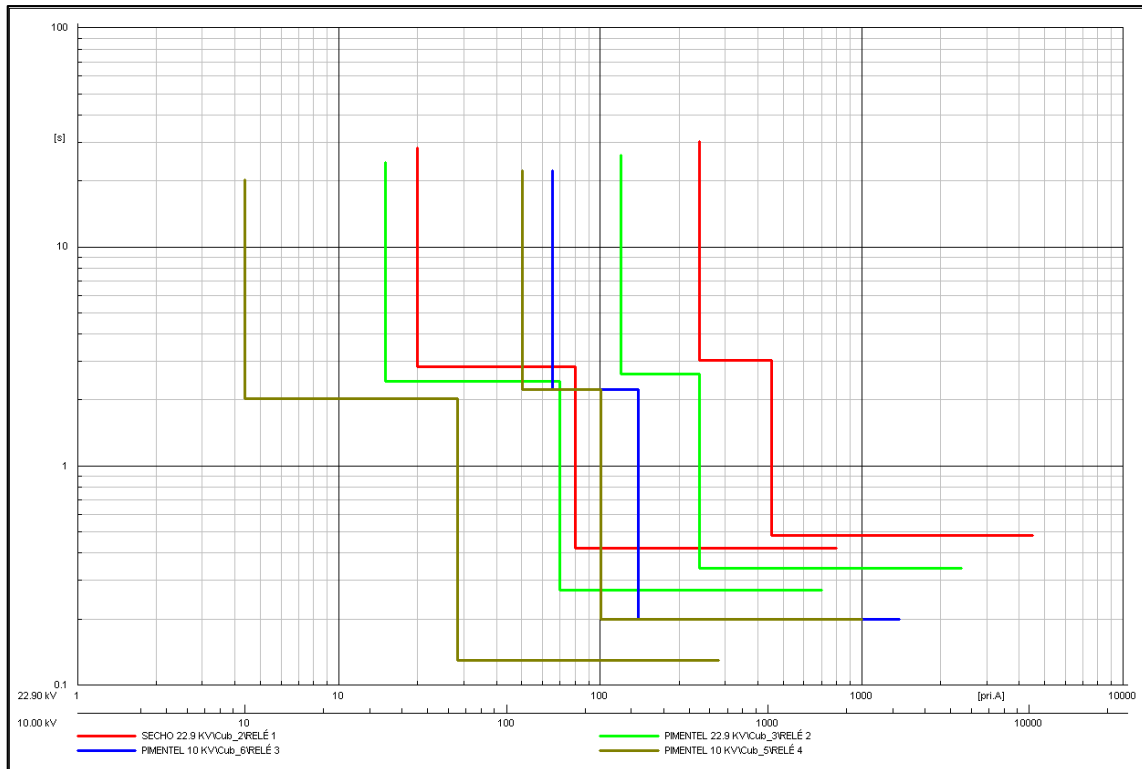
Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Coordinación del sistema

La coordinación del sistema brinda la continuidad del suministro y por ende reduce los reclamos de los usuarios debido a las interrupciones que se presentan en el alimentador. Por ello es necesario que el suministro cuente con una adecuada coordinación, y así evitar la presencia de personal para el mantenimiento del sistema.

Después de colocar los datos y programar los relés en cada una de las barras, podemos obtener las curvas de las protecciones.

Gráfica 15: Curvas de protección propuesta para los Relé del Alimentador C 224



Fuente: Elaboración propia

De la gráfica 15 se observa que las curvas son lineales representadas en L debido al relé seleccionado, que es el más práctico y en él se puede realizar las programaciones de tiempo de accionamiento con mayor facilidad.

También se observa que las curvas tienen 4 L del mismo color, a excepción de la segunda curva del Relé 3 que solo muestra 2, esto es debido, ya que al estar en el mismo rango que el Relé 4 las otras 2 L que no aparecen, vendrían a ser las mismas que la del Relé 3.

Estas curvas en forma de L representan cada corriente utilizada en los ajustes del Relé, siendo estas: $I >$, $I >>$, $Ie >$ e $Ie >>$.

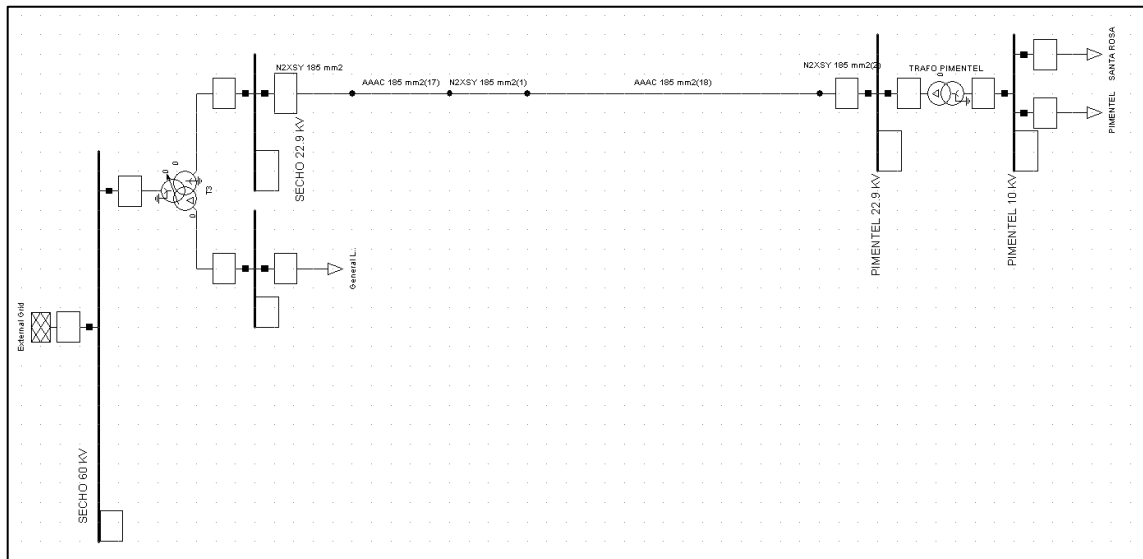
4.4.SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS EN UN SOFTWARE DE ANÁLISIS DE POTENCIA DE LA COORDINACIÓN ACTUAL Y LA COORDINACIÓN PLANTEADA PARA VERIFICAR LA REDUCCIÓN DE FALLOS

Para la simulación y análisis de resultados se empleará el software DIGSILENT 15.1.7.

Para la operación del Recloser como principal elemento de protección, se deben considerar ciertos parámetros como: Sistema de voltaje, máxima corriente de falla en la ubicación del Recloser, coordinación con otros elementos de protección, etc.

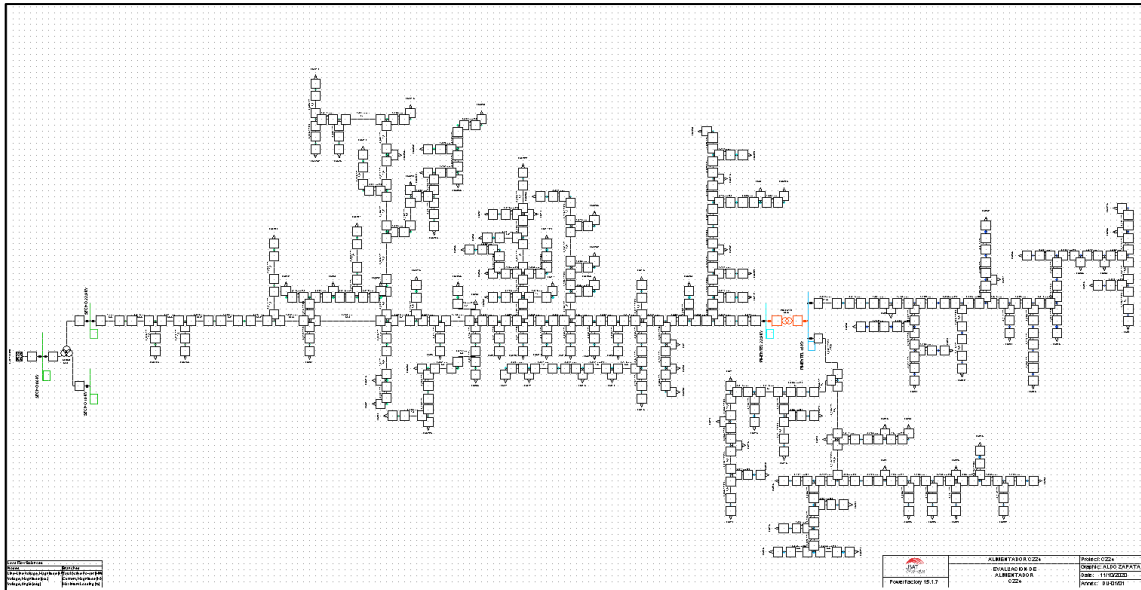
La coordinación actual del alimentador C 224 está planteada de la siguiente manera:

Ilustración 6: Línea Troncal actual del Alimentador C 224



Fuente: Electronorte S.A.

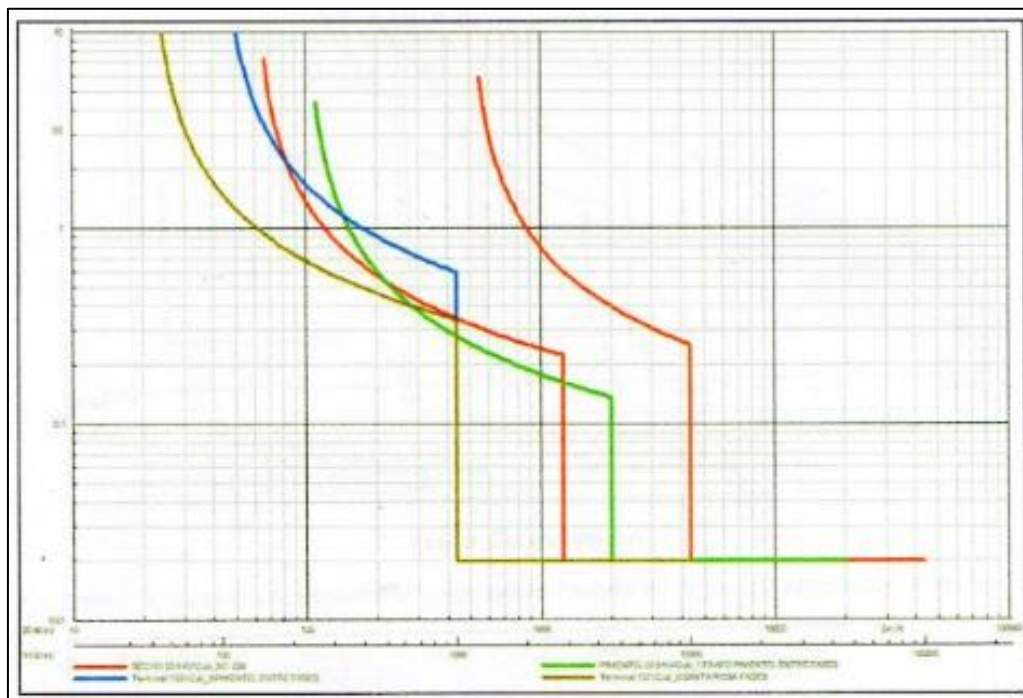
Ilustración 7: Corrida de flujo del Alimentador C 224



Fuente: Elaboración propia

Dónde las curvas de protección que resultan después de realizar el análisis son:

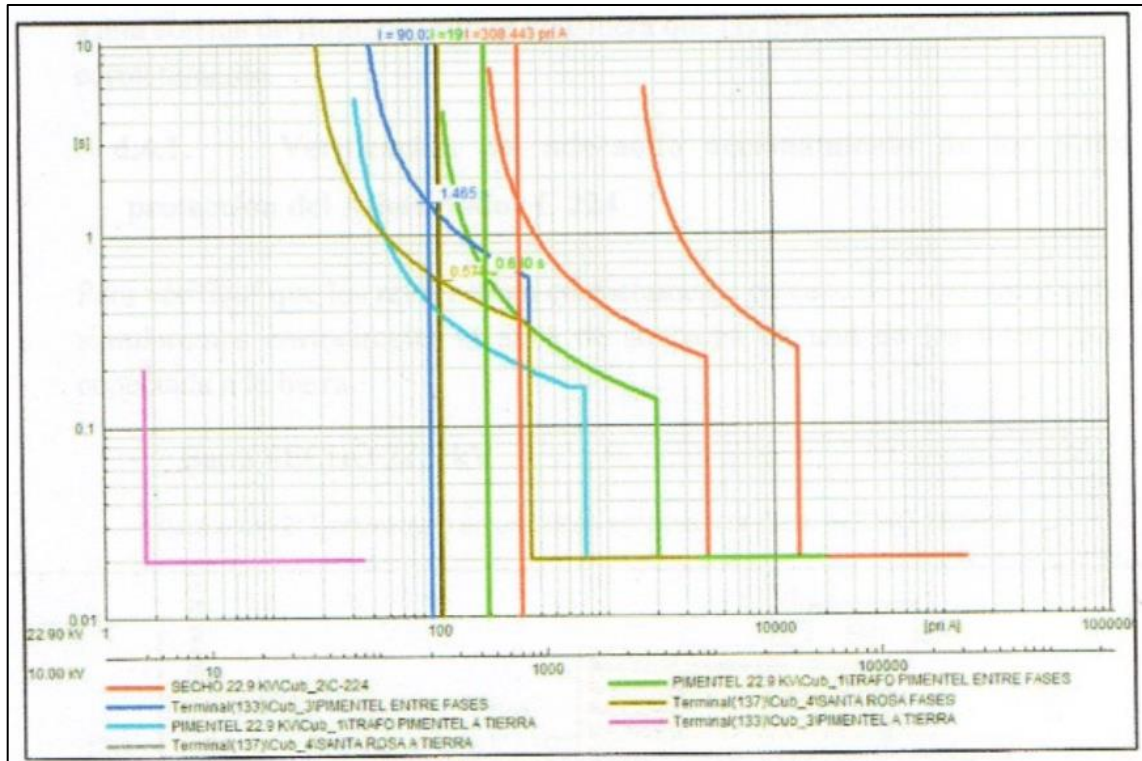
Ilustración 8: Curvas de protección entre fases 22,9 kV



Fuente: Electronorte S.A.

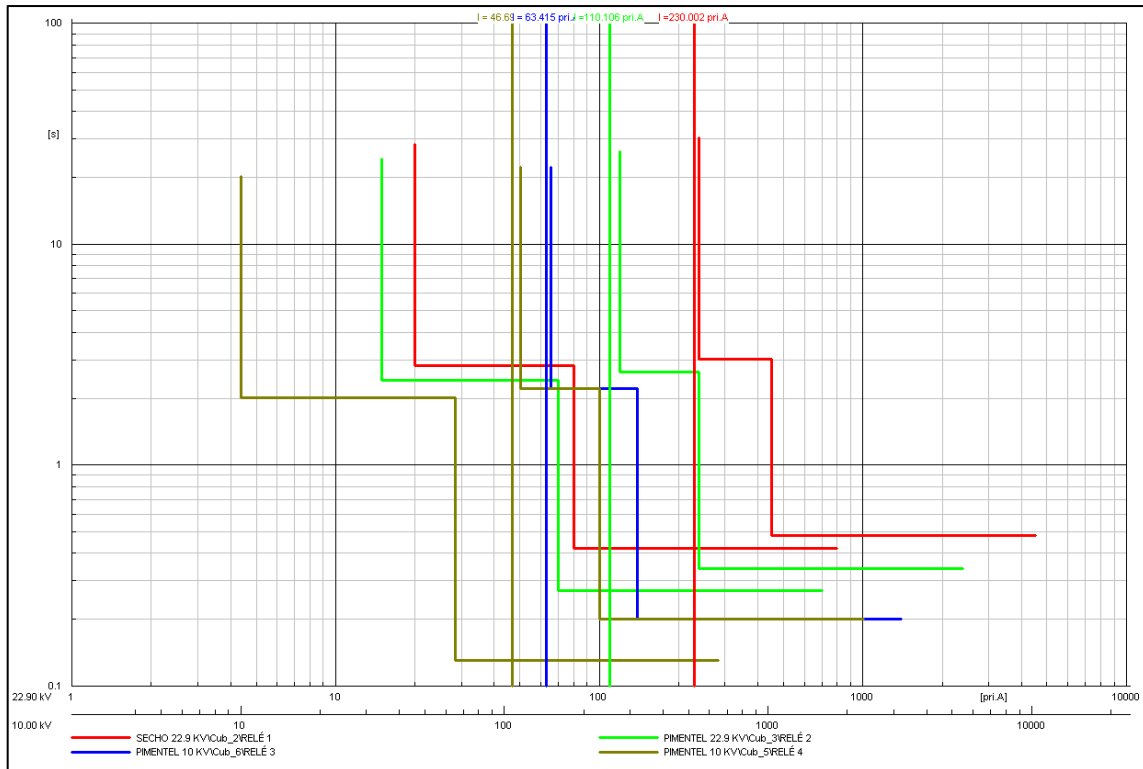
Estas curvas de protección dadas por los ajustes actuales del relé son inadecuadas, debido al accionamiento de los relés al ajustarse la corrida de flujo. El accionamiento del relé debe darse cuando se presente una falla por sobrecarga o cortocircuito.

Ilustración 9: Curvas de protección actuales del Alimentador C 224 con corrida de flujo



Fuente: Electronorte S.A.

Ilustración 10: Curvas de protección propuesta para los Relé del Alimentador C224 con corrida de flujo



Fuente: Elaboración propia

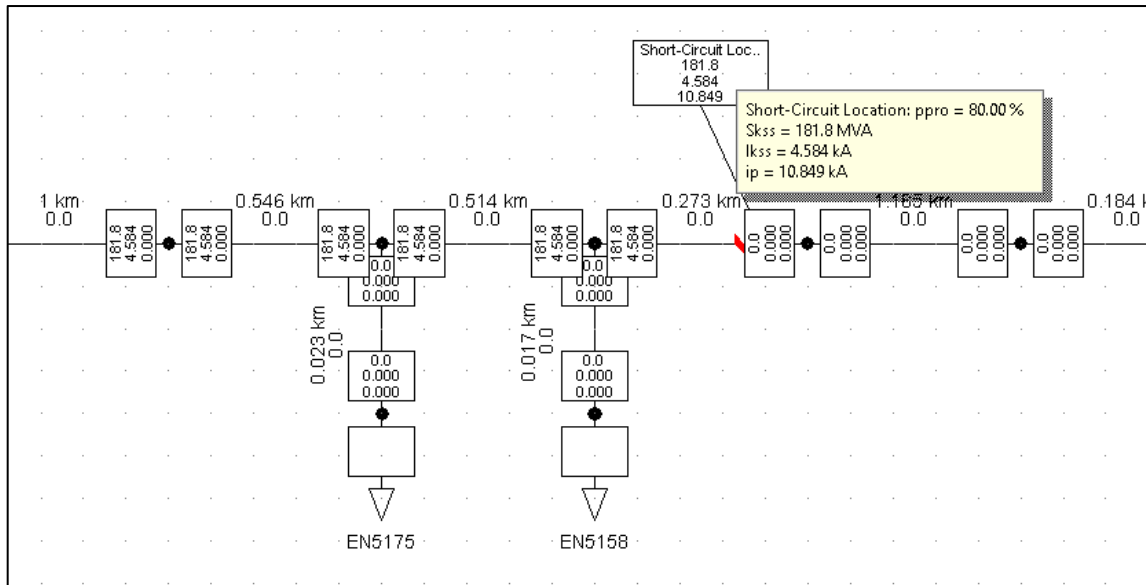
En la coordinación planteada no existe accionamiento de las protecciones debido a una corrida de flujo, por ello se considera que las protecciones están coordinadas correctamente.

4.4.1. Verificación del adecuado accionamiento de los Relés de protección del Alimentador C 224

Para verificar que los relés actúan correctamente en caso de presentarse una falla simularemos cortocircuito al 80% de su carga en una de las líneas que está conectada a la barra.

- Barra SECHO 22,9 kV

Ilustración 11: Cortocircuito en una línea cercana a la Barra SECHO 22,9 kV



Fuente: Elaboración propia

Se obtiene como datos:

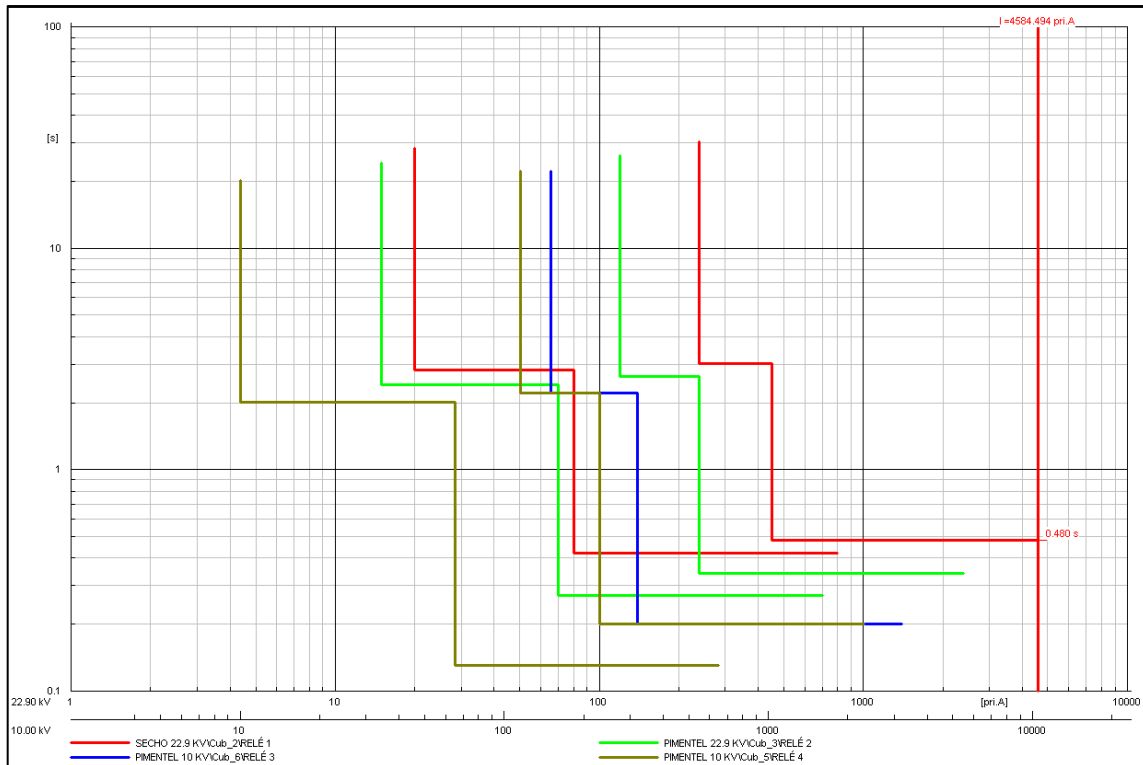
Tabla 19: Datos de Cortocircuito en una línea cercana a la Barra SECHO 22,9 kV

BARRA SECHO 22,9 kV		
TENSIÓN NOMINAL	CORTOCIRCUITO	
	Skss	Ikss
kV	MVA	kA
22,9	191,8	4,584

Fuente: Elaboración propia

Para una falla por cortocircuito en este tramo del alimentador debe actuar solo y únicamente el Relé de la barra SECHO 22,9 kV, tal y como se muestra en la Ilustración 12.

Ilustración 12: Accionamiento del Relé de la barra SECHO 22,9 kV

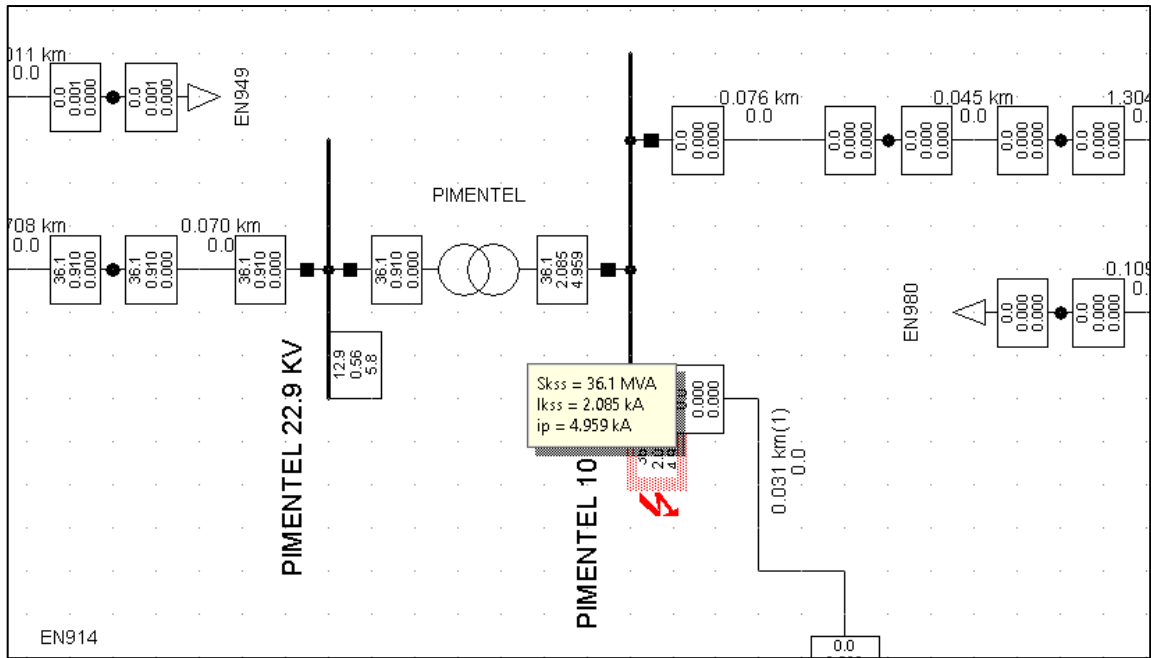


Fuente: Elaboración propia

- Barra Pimentel 22,9 kV

Para verificar la coordinación de la barra Pimentel 22,9 kV se simula un cortocircuito en la barra Pimentel 10 kV.

Ilustración 13: Cortocircuito en la Barra Pimentel 10 kV



Fuente: Elaboración propia

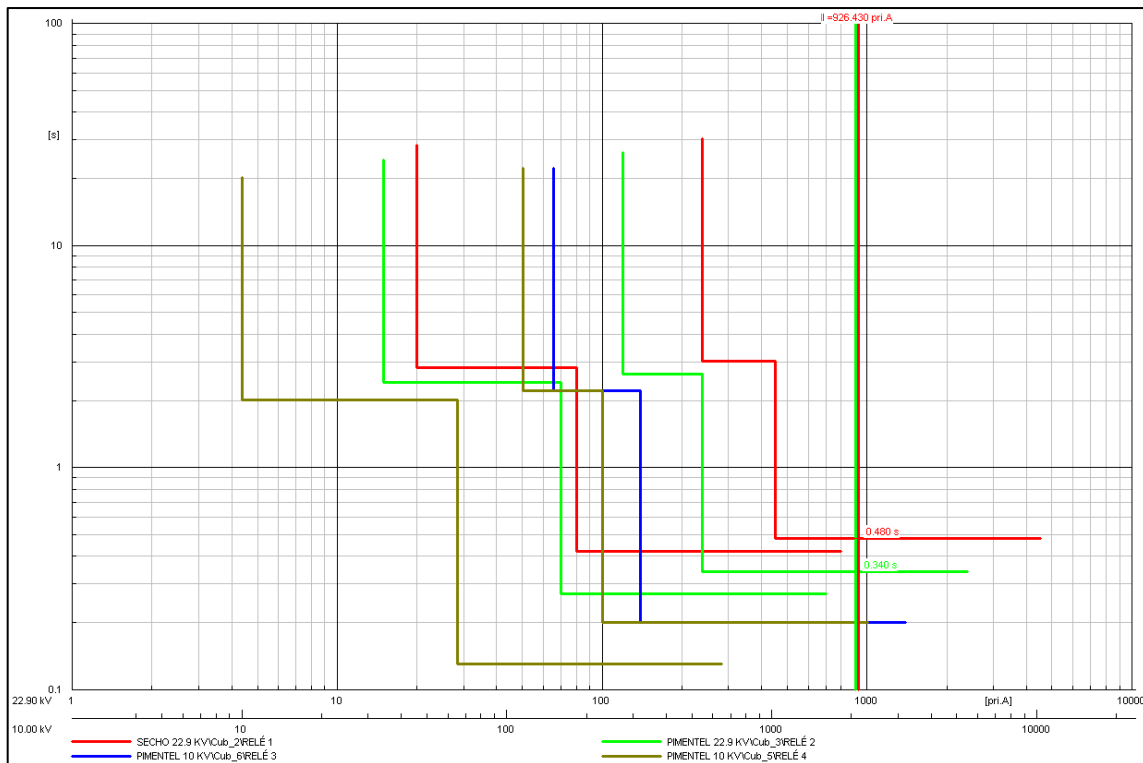
Se obtiene como datos:

Tabla 20: Datos de cortocircuito en la Barra Pimentel 10 kV

BARRA PIMENTEL 22,9 kV		
TENSIÓN NOMINAL	CORTOCIRCUITO	
	Skss	Ikss
kV	MVA	kA
22,9	36,1	2,085

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14: Accionamiento de los Relé de la barra SECHO 22,9 kV y Pimentel 22,9 kV



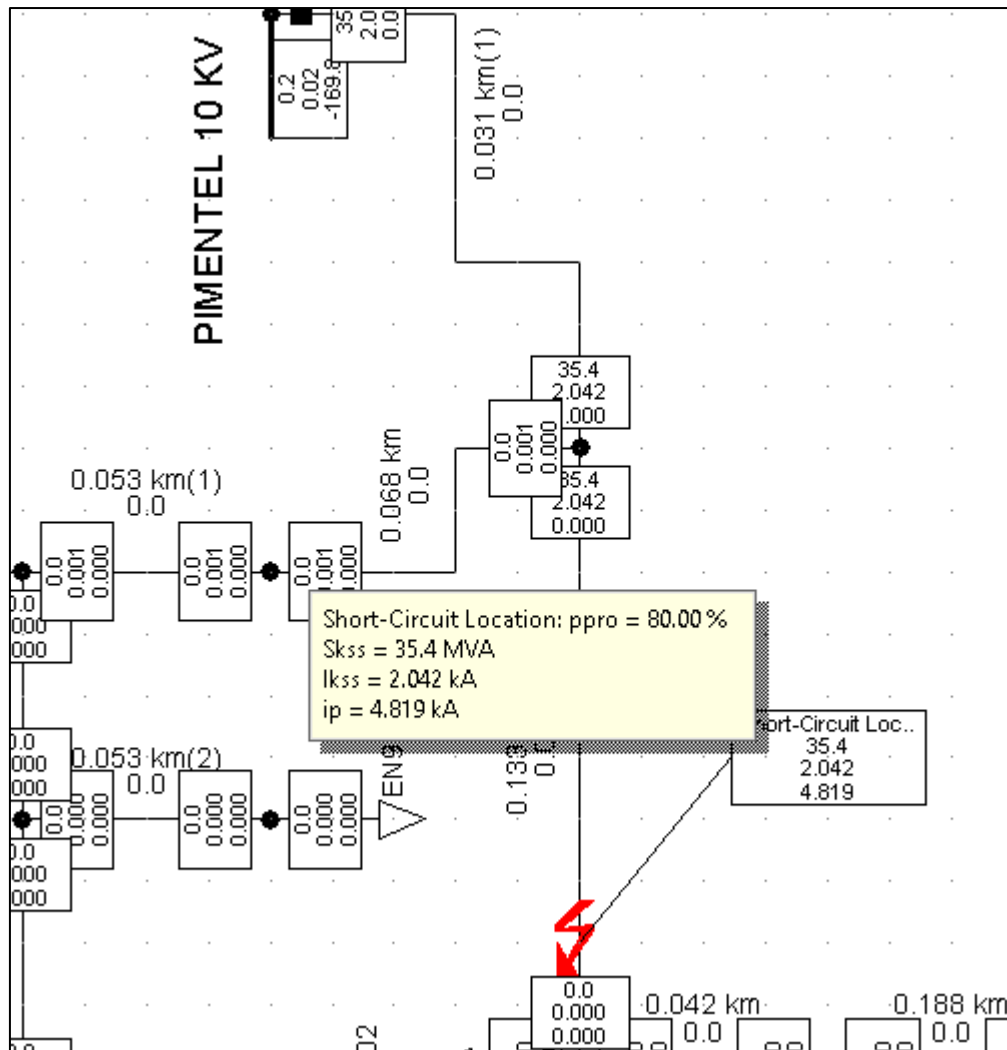
Fuente: Elaboración propia

Se observa que los tiempos de accionamiento de los relés de protección son de 0,340 segundos para la barra de Pimentel 22,9 kV y 0,480 segundos para la barra SECHO 22,9 kV; lo cual es correcto ya que primero debe actuar la protección más cercana a la falla y al final la de la fuente.

- Barra Pimentel 10 kV

Simularemos un cortocircuito en una línea conectada a la barra Pimentel 10 kV.

Ilustración 15: Cortocircuito en una línea cercana a la barra Pimentel 10 kV



Fuente: Elaboración propia

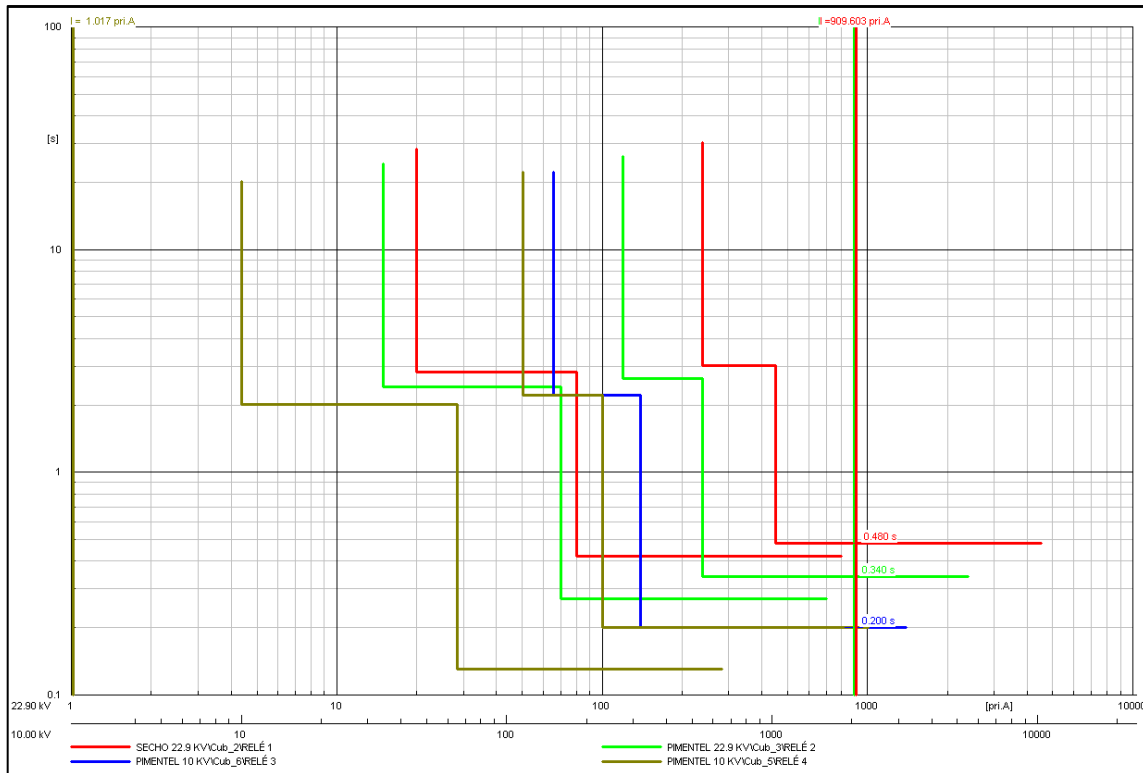
Se obtiene como datos:

Tabla 21: Datos de cortocircuito de una línea cercana de la barra Pimentel 10 kV

BARRA PIMENTEL 10 kV		
TENSIÓN NOMINAL	CORTOCIRCUITO	
	Skss	Ikss
kV	MVA	kA
10	35,4	2,042

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16: Accionamiento de los relés de la barra Pimentel 10 kV; Pimentel 22,9 kV y SECHO 22,9 kV

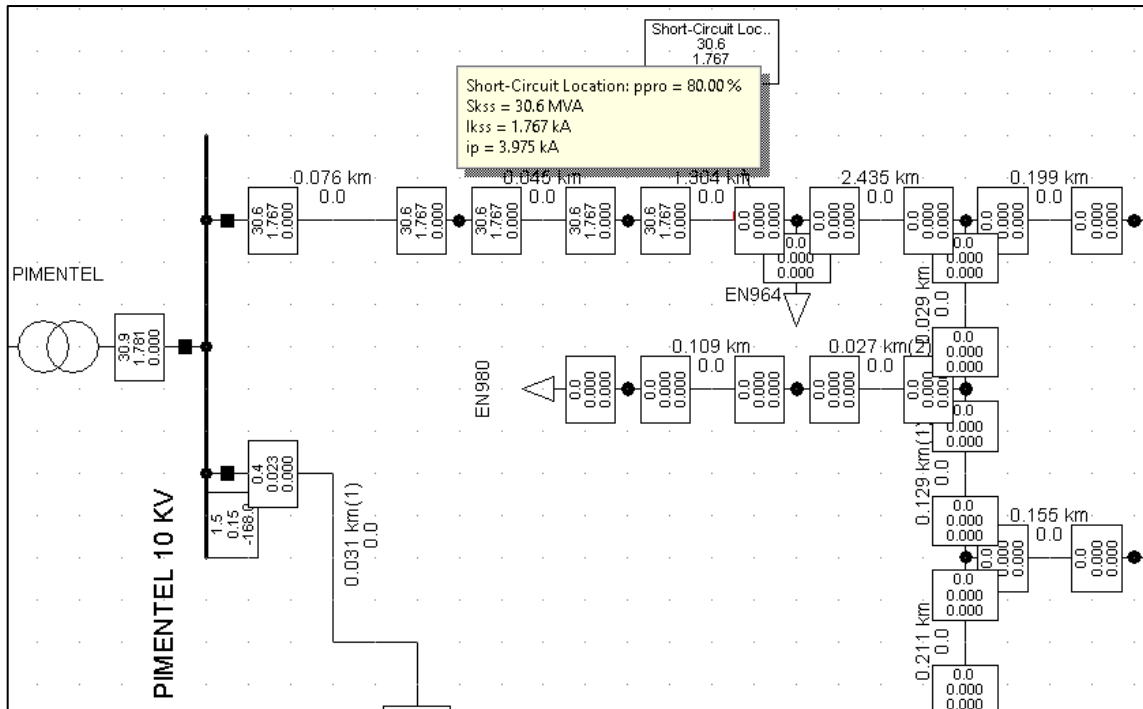


Fuente: Elaboración propia

Los tiempos de accionamiento son de 0,200 seg. Para el relé de la barra Pimentel 10 kV; 0,340 para el relé de la barra Pimentel 22,9 kV y 0,480 para el relé de la barra SECHO 22,9 kV. El orden de accionamiento indica que están coordinados adecuadamente.

- Barra Pimentel 10 kV (salida a Sta Rosa)

Ilustración 17: Cortocircuito de una línea cercana a la barra Pimentel 10 kV salida a Sta. Rosa



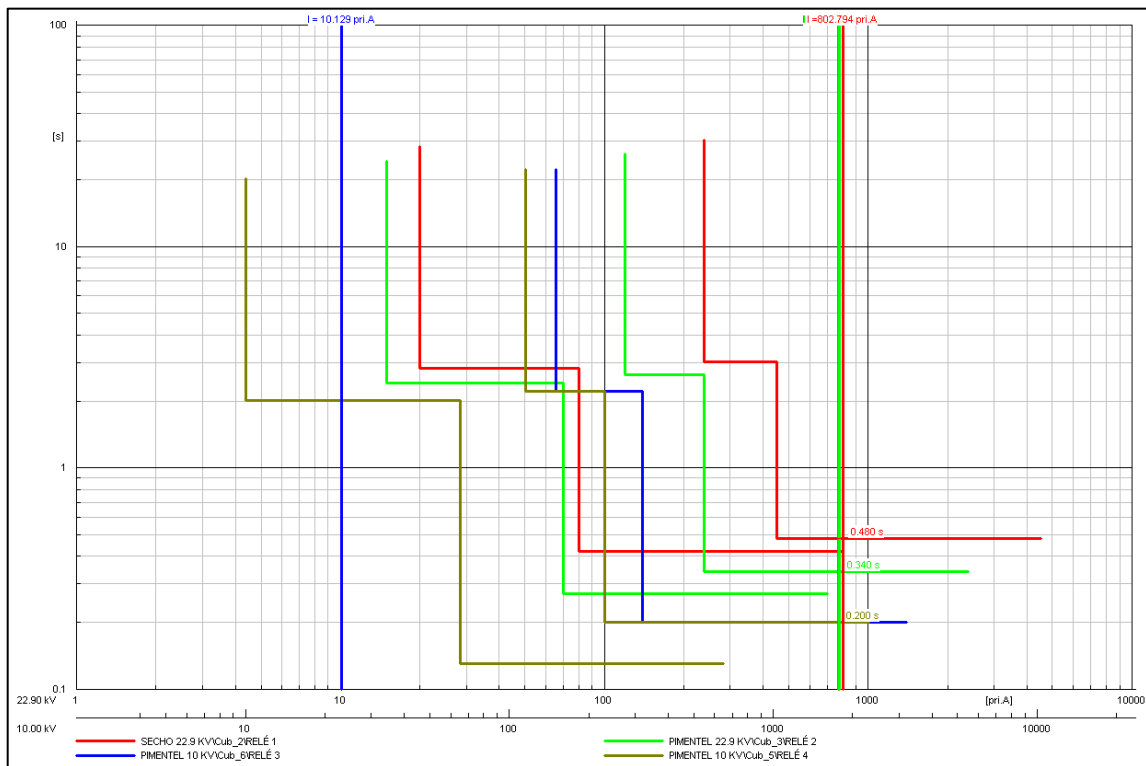
Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Datos de cortocircuito de una línea cercana a la barra Pimentel 10 kV salida Sta. Rosa

BARRA PIMENTEL 10 kV (salida Sta Rosa)		
TENSIÓN NOMINAL	CORTOCIRCUITO	
	Skss	Ikss
kV	MVA	kA
10	30,6	1,767

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18: Accionamiento de los Relé de las barras Pimentel 10 kV salida Sta. Rosa; Pimentel 22,9 kV y SECHO 22,9 kV



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que el relé que protege las cargas de Sta. Rosa, al estar en el mismo rango y conectado a la misma barra que el relé que protege las cargas de Pimentel, tienen el mismo tiempo de accionamiento, pero una pequeña variación en la corriente debido a las diferentes cargas de cada sector.

V. COSTOS

Tabla 23: Costos de Instalación de Relés

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNIDAD	PRECIO UNIT.	METRADO	TOTAL
1.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>				
1.01	INGENIERIA DE DETALLE	km.	S/ 230.00	1.00	S/ 230.00
1.02	ESTUDIO DE COORDINACION	km.	S/ 1,500.00	1.00	S/ 1,500.00
	SUB TOTAL 1				S/ 1,730.00
2.00	<u>INSTALACION DE RELES</u>				
2.01	TRANSPORTE DE EQUIPOS	Gbl	S/ 100.00	4.00	S/ 400.00
2.02	INSTALACION DE RELES	Gbl	S/ 1,000.00	4.00	S/ 4,000.00
2.03	AJUSTES DEL RELE	Gbl	S/ 600.00	4.00	S/ 2,400.00
	SUB TOTAL 2				S/ 6,800.00
3.00	<u>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</u>				
3.01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE REDES SECUNDARIAS	Loc	S/ 800.00	1.00	S/ 800.00
3.02	EXPEDIENTE FINAL CONFORME A OBRA	Loc	S/ 1,200.00	1.00	S/ 1,200.00
	SUB TOTAL 3				S/ 2,000.00
	TOTAL				S/ 10,530.00

Fuente: Elaboración propia

VI. CONCLUSIONES

- Los distintos elementos de protección que se encuentran en el alimentador C 224 como Recloser, reconectores, así como seccionadores cut-out, tipo fusible de apertura y cierre, etc.; nos ayudan a realizar la correcta coordinación para cumplir con su principal función que es la de proteger a los equipos que se encuentran en el alimentador.

- Con el estudio de mercado eléctrico pudimos encontrar la tasa de crecimiento para el sector doméstico: 4,29% y para el sector industrial y comercial: 5,13%; y con ellos pudimos calcular la máxima demanda y energía; proyectándolas a 20 años desde el 2017 al 2037 tanto en el sector doméstico como el sector industrial y comercial.

- Debido a la gran cantidad de interrupciones que ocurrieron en el año 2017 y todos los problemas de protección, se considerada que el alimentador no está correctamente coordinado, y eso implica grandes tiempos de fallas y por ende mayor insatisfacción a los usuarios; por lo que se plantea una nueva coordinación de los elementos de protección, para reducir sus fallas e interrupciones.

- Con la coordinación planteada en los elementos de protección existentes en el alimentador C 224, se logra ajustar un tiempo adecuado para el accionamiento y se asegura que cualquier falla encontrada, será despejada sin perturbar el sistema. En el año 2017 se tuvo un total de 89 interrupciones en el alimentador; siendo 13 de ellas por falla de cortocircuito; al tener una adecuada coordinación se evitará dañar el resto de equipos instalados.

VII. RECOMENDACIONES

- Esta investigación se basa en los ajustes correctos de las protecciones y que estos funcionen en el momento que ocurre la falla, ya sea por cortocircuito o sobrecarga, no se toma en cuenta el estado de los demás equipos instalados en el alimentador C 224.

- Los ajustes de los relés de protección pueden variar de acuerdo a como vaya incrementando la carga en el transcurso de los años, por ello es que se realiza un estudio de mercado.

- Al realizar el análisis de las curvas de protección, se debe tomar en cuenta el tipo de relé que se está utilizando y así observar su comportamiento. Éste comportamiento puede ser: curva inversa, muy inversa o extremadamente inversa.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. O. Segovia Albarrasín, «Coordinación de protección en el alimentador de distribución cerro "8",» La habana, 2010.
- [2] «Osinergmin,» [En línea]. Available: <http://www.osinergminorienta.gob.pe/documents/54705/339923/capitulo+9.pdf>. [Último acceso: 30 10 2017].
- [3] Comité de Operación Económica del Sistema interconectado Nacional, «Criterios de Ajuste y Coordinación,» 2014.
- [4] M. A. Herrera Dominguez, «Estudio de Coordinación de las Protecciones para mejorar la Selectividad en el Alimentador de Media Tensión TSU-016 de Hidranduna S.A, La Libertad,» Trujillo, 2015.
- [5] S. Ramírez Castaño, «Protección de Sistemas Eléctricos,» Colombia, 2003.
- [6] C. Latorre Valladares, «Protecciones Eléctricas,» Chile, 2007.
- [7] W. Stevenson, «Análisis de Sistemas de Potencia,» Mexico, 1996.
- [8] F. Estevez Ruiz, «Simulation of Power Systems,» Cochabamba - Bolivia, 2013.
- [9] L. F. Guzman Gomez, «Diseño e implementación de una técnica para la construcción de las curvas de demanda máxima diversificada para empresas del sector eléctrico colombiano,» Colombia, 2010.
- [10] C. Romero Gonzáles, P. Díaz, P. Martínez y O. Núñez, «Caracterización de la curva de carga eléctrica en el sector sur oriente del Ecuador,» Ecuador, 2001.
- [11] P. A. Méndez Santos, «Gestión de la demanda de energía eléctrica en la Empresa Catopel de Cuenca,» Ecuador, 2013.
- [12] J. F. Bedoya Gallego, «Caracterización de la carga eléctrica y aplicación de resultados en la selección de transformadores de distribución en el municipio de la ceja del tambo,» Bolivia, 2016.

- [13] D. Cervan, «DheybiCervan,» 19 Abril 2017. [En línea]. Available: <http://dheybicervan.com/blog/proyeccion-de-la-demanda-electrica/>. [Último acceso: 30 Junio 2018].
- [14] Consejo Nacional de Electricidad, Estudio y Gestión de la Demanda eléctrica 2013 - 2022, Ecuador, 2013.
- [15] Osinergmin, La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país, Lima, 2016.
- [16] «Curvas de Carga y Generación».
- [17] J. Betanzos y H. , «Constructor Eléctrico Energy Management,» [En línea]. Available: <https://constructorelectrico.com/proteccion-de-alimentadores-de-distribucion-contra-fallas-simultaneas-2/>. [Último acceso: 30 Octubre 2017].

Tabla 25: Proyección de la demanda máxima en el sector doméstico (kWh)

	1993	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
E200002	102.97	105.81	108.31	111.08	113.99	116.84	119.83	122.90	126.05	129.28	132.58	135.96	139.46	143.03	146.69	150.45	154.30	158.25	162.30	166.45	170.72	175.09		
E200003	58.20	51.49	52.81	54.16	55.54	56.97	58.42	59.92	61.45	63.03	64.64	66.29	67.99	69.73	71.52	73.35	75.23	77.15	79.13	81.15	83.23	85.36		
E200004	20.15	20.96	21.19	21.73	22.29	22.86	23.45	24.05	24.66	25.29	25.94	26.60	27.28	27.98	28.70	29.43	30.18	30.94	31.71	32.50	33.30	34.12		
E200006	47.62	48.73	50.49	52.30	54.15	56.04	57.99	59.99	62.04	64.14	66.29	68.50	70.76	73.09	75.47	77.91	80.42	82.99	85.63	88.33	91.11	93.95		
E200007	41.90	42.97	44.07	45.20	46.36	47.55	48.76	50.01	51.29	52.61	53.95	55.33	56.75	58.20	59.69	61.22	62.79	64.40	66.04	67.74	69.47	71.25		
E200008	77.36	79.34	81.37	83.45	85.59	87.78	90.02	92.33	94.69	97.12	99.60	102.15	104.77	107.45	110.20	113.02	115.91	118.88	121.93	125.05	128.25	131.53		
E200009	69.85	71.45	73.26	75.14	77.06	79.03	81.06	83.13	85.26	87.44	89.66	91.94	94.31	96.75	99.22	101.76	104.34	106.97	109.64	112.39	115.17	118.03		
E200010	63.62	65.25	66.92	68.63	70.39	72.19	74.04	75.94	77.89	79.87	81.92	84.02	86.17	88.37	90.63	92.95	95.33	97.77	100.28	102.84	105.46	108.14		
E200013	49.47	50.74	52.04	53.37	54.73	56.14	57.57	59.05	60.56	62.11	63.70	65.33	67.00	68.72	70.48	72.28	74.13	76.03	77.97	79.97	82.02	84.12		
E200014	6.14	6.30	6.46	6.62	6.79	6.97	7.14	7.33	7.51	7.71	7.90	8.11	8.31	8.53	8.75	8.97	9.20	9.43	9.68	9.92	10.18	10.44		
E200015	12.96	12.67	13.00	13.33	13.67	14.02	14.38	14.75	15.12	15.51	15.91	16.32	16.73	17.15	17.60	18.05	18.51	18.99	19.47	19.97	20.46	21.01		
E200017	7.55	7.74	7.94	8.14	8.35	8.56	8.78	9.01	9.24	9.47	9.72	9.97	10.22	10.48	10.75	11.03	11.31	11.60	11.89	12.20	12.51	12.83		
E200025	1.17	1.20	1.23	1.26	1.29	1.32	1.36	1.39	1.43	1.46	1.50	1.54	1.58	1.62	1.66	1.70	1.75	1.79	1.84	1.88	1.93	1.98		
E200026	21.50	22.05	22.61	23.19	23.79	24.39	25.02	25.66	26.32	26.99	27.68	28.39	29.12	29.86	30.63	31.43	32.23	33.04	33.89	34.75	35.64	36.55		
E200027	4.13	4.24	4.35	4.46	4.57	4.69	4.81	4.93	5.06	5.19	5.32	5.46	5.60	5.74	5.89	6.04	6.20	6.35	6.51	6.68	6.85	7.03		
E200028	10.02	10.27	10.54	10.81	11.08	11.37	11.66	11.96	12.26	12.58	12.90	13.23	13.57	13.91	14.27	14.63	15.01	15.39	15.79	16.19	16.61	17.03		
E200030	10.71	10.99	11.27	11.56	11.85	12.16	12.47	12.79	13.11	13.45	13.79	14.15	14.53	14.90	15.28	15.65	16.05	16.46	16.89	17.32	17.76	18.21		
E200031	17.18	17.82	18.48	19.15	19.83	20.52	21.22	21.94	22.68	23.43	24.20	24.98	25.78	26.59	27.42	28.27	29.14	30.03	30.94	31.87	32.82	33.79		
E200032	24.95	25.59	26.24	26.92	27.61	28.31	29.04	29.78	30.54	31.32	32.13	32.96	33.81	34.68	35.56	36.45	37.36	38.29	39.23	40.19	41.17	42.17		
E200034	17.27	17.67	18.12	18.58	19.06	19.55	20.05	20.56	21.09	21.63	22.18	22.75	23.33	23.93	24.54	25.17	25.81	26.47	27.15	27.85	28.56	29.29		
E200037	49.75	51.02	52.33	53.67	55.04	56.45	57.89	59.38	60.90	62.45	64.05	65.69	67.37	69.10	70.87	72.68	74.54	76.45	78.41	80.42	82.47	84.56		
E200038	16.73	16.18	16.67	17.16	17.65	18.14	18.63	19.12	19.61	20.11	20.61	21.11	21.61	22.11	22.61	23.11	23.61	24.11	24.61	25.11	25.61	26.11		
E200039	62.73	64.34	65.98	67.67	69.41	71.18	73.00	74.87	76.79	78.76	80.77	82.84	84.96	87.14	89.37	91.65	94.00	96.43	98.94	101.52	104.09	106.65		
E200040	16.28	16.69	17.12	17.56	18.01	18.47	18.94	19.43	19.92	20.43	20.95	21.49	22.04	22.61	23.18	23.78	24.39	25.01	25.64	26.28	26.93	27.60		
E200042	5.79	5.78	5.88	6.03	6.19	6.35	6.51	6.68	6.85	7.02	7.20	7.39	7.57	7.77	7.97	8.17	8.38	8.60	8.82	9.04	9.27	9.51		
E200044	6.18	6.33	6.50	6.66	6.83	7.01	7.19	7.37	7.56	7.75	7.95	8.16	8.37	8.58	8.80	9.02	9.26	9.49	9.74	9.98	10.24	10.49		
E200047	15.15	15.53	15.95	16.40	16.78	17.19	17.64	18.08	18.54	19.01	19.50	20.00	20.51	21.04	21.58	22.13	22.69	23.26	23.87	24.48	25.11	25.75		
E200048	4.75	4.67	5.00	5.12	5.25	5.39	5.53	5.67	5.81	5.96	6.11	6.27	6.43	6.60	6.77	6.95	7.13	7.30	7.48	7.67	7.87	8.08		
E200050	5.06	5.19	5.32	5.46	5.60	5.76	5.90	6.04	6.19	6.35	6.51	6.68	6.85	7.03	7.23	7.39	7.58	7.77	7.97	8.18	8.39	8.60		
E200055	1.66	1.70	1.74	1.79	1.83	1.88	1.93	1.98	2.03	2.08	2.14	2.19	2.24	2.30	2.36	2.42	2.48	2.55	2.61	2.68	2.75	2.82		
E200059	11.38	11.54	11.84	12.14	12.45	12.77	13.10	13.44	13.78	14.13	14.49	14.86	15.24	15.63	16.04	16.45	16.87	17.30	17.74	18.20	18.66	19.14		
E200060	27.40	27.79	28.53	29.24	29.98	30.75	31.54	32.35	33.17	34.02	34.89	35.79	36.70	37.64	38.61	39.60	40.61	41.65	42.71	43.82	44.93	46.08		
E200065	22.49	24.96	24.17	24.78	25.42	26.07	26.74	27.42	28.12	28.84	29.58	30.34	31.12	31.91	32.73	33.57	34.43	35.31	36.21	37.14	38.09	39.06		
E200066	24.09	24.71	25.34	25.99	26.65	27.34	28.04	28.75	29.49	30.24	31.01	31.81	32.63	33.48	34.34	35.22	36.12	37.04	37.99	38.94	39.94	40.96		
E200067	18.52	18.99	19.48	19.98	20.49	21.01	21.56	22.10	22.67	23.25	23.84	24.45	25.08	25.72	26.38	27.05	27.75	28.46	29.19	29.95	30.73	31.53		
E200068	24.02	25.32	25.07	26.03	27.32	28.62	28.75	29.47	30.22	31.00	31.79	32.60	33.44	34.30	35.17	36.07	37.00	37.96	38.94	39.94	40.93	41.98		
E200071	44.82	44.60	45.57	46.74	47.99	49.34	50.82	52.33	53.87	55.43	57.01	58.62	60.25	61.91	63.59	65.30	67.04	68.81	70.61	72.44	74.30	76.19		
E200072	58.32	55.72	57.14	58.60	60.10	61.64	63.22	64.84	66.50	68.20	69.94	71.71	73.52	75.37	77.25	79.17	81.13	83.13	85.17	87.24	89.36	91.52		
E200074	51.92	54.25	54.61	56.01	57.46	58.91	60.42	61.97	63.55	65.16	66.80	68.48	70.20	71.95	73.75	75.58	77.45	79.36	81.31	83.30	85.33	87.40		
E200075	17.23	16.28	16.76	16.27	16.30	16.33	16.36	16.39	16.42	16.45	16.48	16.51	16.54	16.57	16.60	16.63	16.66	16.69	16.72	16.75	16.78	16.81		
E200076	14.80	15.28	15.67	16.07	16.48	16.90	17.33	17.78	18.23	18.70	19.18	19.67	20.17	20.69	21.22	21.75	22.32	22.85	23.40	23.98	24.58	25.18		
E200096	24.14	24.76	25.39	26.04	26.71	27.39	28.09	28.81	29.55	30.31	31.08	31.88	32.69	33.53	34.39	35.27	36.17	37.10	38.05	39.02	40.02	41.05		
E200097	28.97	28.62	27.12	26.01	26.72	26.46	26.22	26.00	25.79	25.59	25.40	25.21	25.03	24.86	24.70	24.54	24.39	24.24	24.10	23.96	23.82	23.69		
E200098	43.81	44.73	45.68	47.26	48.47	49.71	50.98	52.29	53.65	55.05	56.41	57.85	59.33	60.85	62.41	64.01	65.65	67.33	69.05	70.81	72.61	74.45		
E200099	16.40	16.29	16.36	16.43	16.50	16.57	16.64	16.71	16.78	16.85	16.92	17.00	17.07	17.14	17.21	17.28	17.35	17.42	17.49	17.56	17.63	17.70		
E200100	26.54	27.22	27.92	28.63	29.37	30.12	30.89	31.68	32.49	33.32	34.18	35.05	35.94	36.87	37.81	38.78	39.77	40.79	41.84	42.91	44.00	45.13		
E202014	28.04	26.71	27.20	28.09	28.61	29.55	30.31	31.08	31.88	32.69	33.53	34.39	35.27	36.17	37.10	38.05	39.02	40.02	41.05	42.11	43.17	44.28		
E202015	40.05	41.08	42.13	43.21	44.31	45.45	46.61	47.80	49.03	50.28	51.57	52.89	54.24	55.64	57.09	58.57	60.09	61.65	63.24	64.84	66.48	68.16		
E202017	62.81	64.81	66.76	69.45	71.27	73.05	74.90	76.85	78.85	80.87	82.94	85.06	87.24	89.47	91.73	94.11	96.52	98.99	101.52	104.13	106.79			
E202018	10.00	10.95	11.21	11.50	11.79	12.09	12.40	12.72	13.05	13.40	13.72	14.07	14.43	14.80	15.18	15.57	15.97	16.38</						

Tabla 26: Proyección de la energía en el sector industrial y comercial (kWh)

SED	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
E200912	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
E200918	138853.500	142526.175	146295.992	150165.521	154137.399	158214.334	162399.103	166694.559	171103.630	175629.321	180274.717	185042.983	189997.370	194961.213	200117.937	205411.057	210844.179	216421.008	222145.343	228021.088	234052.246	240242.927	246597.972
E200929	209675.230	215221.140	220913.739	226756.907	232754.628	238910.987	245230.183	251716.521	258374.423	265208.427	272223.190	279423.493	286814.245	294400.481	302187.374	310180.230	318384.497	326805.767	335449.780	344322.426	353429.755	362777.972	372497.972
E200936	2202.000	2260.243	2320.026	2381.391	2444.379	2509.033	2575.397	2643.516	2713.437	2785.207	2858.876	2934.493	3012.111	3091.781	3173.558	3257.499	3343.660	3432.100	3522.879	3614.059	3711.704	3809.878	3909.878
E200943	55200.180	56660.225	58158.888	59697.190	61276.181	62896.936	64560.560	66268.187	68020.980	69820.135	71666.878	73562.467	75508.194	77505.386	79555.403	81659.644	83819.541	86036.568	88312.235	90648.094	93045.736	95506.796	98039.878
E200944	1185.000	1216.343	1248.516	1281.539	1315.435	1350.229	1385.942	1422.600	1460.228	1498.851	1538.496	1579.189	1620.959	1663.833	1707.841	1753.014	1799.381	1846.975	1895.827	1945.972	1997.443	2050.275	2104.497
E200949	59147.660	60712.116	62317.951	63966.261	65658.168	67394.827	69177.420	71007.163	72885.302	74813.119	76791.926	78823.072	80907.942	83047.957	85244.576	87499.295	89813.651	92189.222	94627.627	97130.528	99699.631	102336.686	105040.686
E200951	4852.870	4981.228	5112.982	5248.220	5387.036	5529.523	5675.779	5825.903	5979.988	6138.169	6300.524	6467.173	6638.229	6813.810	6994.036	7179.028	7368.913	7563.821	7763.884	7969.239	8180.025	8396.387	8618.387
E200957	113890.000	116902.391	119994.459	123168.312	126426.114	129770.085	133202.503	136725.710	140342.105	144054.153	147864.386	151775.399	155789.858	159910.500	164140.133	168481.639	172937.978	177512.188	182207.385	187026.771	191973.629	197051.331	202262.927
E200973	2829.000	2903.827	2980.633	3059.471	3140.394	3223.457	3308.718	3396.233	3486.064	3578.270	3672.916	3770.064	3869.782	3972.138	4077.201	4185.043	4295.737	4409.360	4525.987	4645.700	4768.578	4894.707	5024.197
E200978	41460.870	42557.510	43683.156	44838.576	46024.556	47241.905	48491.454	49774.053	51090.577	52441.922	53829.011	55252.788	56714.225	58214.316	59754.085	61334.580	62956.880	64622.089	66331.344	68085.808	69886.677	71735.180	73627.180
E200980	226928.080	232930.328	239091.335	245415.301	251906.535	258569.463	265408.626	272428.684	279634.422	287030.753	294622.716	302415.487	310414.377	318624.837	327052.464	335703.002	344582.346	353696.549	363054.823	372654.508	382511.256	392628.679	402997.972
E202926	23169.990	23792.836	24411.892	25057.587	25720.360	26400.663	27098.961	27815.729	28551.455	29306.641	30081.801	30877.465	31694.174	32532.485	33392.969	34276.213	35182.819	36113.404	37068.604	38049.068	39055.466	40088.483	41148.483
E202929	608.000	624.082	640.589	657.532	674.924	692.776	711.100	729.908	749.214	769.031	789.372	810.251	831.682	853.680	876.260	899.437	923.227	947.646	972.711	998.440	1024.848	1051.955	1079.772
E202931	28233.000	28979.763	29746.278	30533.067	31340.666	32169.627	33020.513	33893.906	34790.400	35710.606	36655.151	37624.880	38619.853	39641.348	40689.862	41766.109	42870.822	44004.755	45168.681	46363.393	47589.705	48848.452	50139.772
E202943	23599.600	24217.651	24858.208	25515.707	26190.598	26883.339	27594.403	28324.275	29073.452	29842.445	30631.778	31441.988	32273.629	33127.266	34003.483	34902.875	35826.056	36773.655	37746.318	38744.708	39769.506	40821.409	41899.972
E202945	11819.000	12131.613	12452.494	12781.862	13119.942	13466.965	13823.166	14188.789	14564.082	14949.302	15344.711	15750.579	16167.182	16594.804	17033.736	17484.279	17946.738	18421.429	18908.676	19408.810	19922.173	20449.115	20988.452
E202970	26580.420	27283.472	28005.120	28745.855	29506.183	30286.622	31087.703	31909.973	32753.991	33620.335	34509.592	35422.371	36359.293	37320.996	38308.136	39321.387	40361.437	41428.997	42524.794	43649.575	44804.106	45989.175	47194.772
E203921	1.230	1.263	1.296	1.330	1.365	1.402	1.439	1.477	1.516	1.556	1.597	1.639	1.683	1.727	1.773	1.820	1.868	1.917	1.968	2.020	2.073	2.128	2.184
E203927	144221.970	148036.641	151952.210	155971.346	160096.788	164331.348	168677.913	173139.443	177718.982	182419.649	187244.648	192197.269	197280.887	202498.967	207855.064	213352.831	218996.013	224788.458	230734.112	236837.030	243101.369	249531.400	256129.372
E203930	56190.000	57676.226	59201.762	60767.648	62374.953	64024.770	65718.225	67456.472	69240.696	71072.112	72951.970	74881.549	76862.166	78895.171	80981.948	83123.920	85322.548	87579.330	89895.803	92273.547	94714.182	97219.372	99789.372
E203931	32940.000	33811.263	34705.571	35623.533	36565.776	37532.940	38525.687	39544.691	40590.648	41664.271	42766.291	43897.459	45058.547	46250.346	47473.667	48729.346	50018.237	51341.219	52699.195	54093.088	55523.850	56992.456	58500.972
E203936	143.100	146.885	150.770	154.758	158.851	163.053	167.366	171.793	176.336	181.001	185.788	190.702	195.746	200.924	206.238	211.689	217.282	223.040	228.939	234.995	241.210	247.590	254.134
E203940	21563.270	22133.618	22719.053	23319.972	23936.785	24569.913	25219.787	25886.850	26571.558	27274.375	27995.783	28736.271	29496.345	30276.524	31077.338	31899.333	32743.071	33609.125	34498.086	35410.561	36347.170	37308.553	38295.372
E203947	15271.200	15675.123	16089.730	16515.304	16952.133	17400.517	17860.761	18333.178	18818.091	19315.829	19826.733	20351.150	20889.438	21441.964	22009.103	22591.244	23188.783	23802.126	24431.692	25077.910	25741.221	26422.076	27119.972
E203957	21965.430	22546.416	23142.768	23754.895	24383.211	25028.147	25690.142	26369.646	27067.123	27783.049	28517.910	29272.209	30046.459	30841.188	31656.937	32494.263	33353.737	34235.943	35141.484	36070.976	37025.053	38004.366	39008.452
E203968	2666.000	2736.516	2808.897	2883.192	2959.452	3037.730	3118.078	3200.551	3285.205	3372.099	3461.291	3552.842	3646.815	3743.273	3842.283	3943.911	4048.228	4155.303	4265.211	4378.026	4493.825	4612.686	4734.686
E203970	3955.000	4059.610	4166.986	4277.203	4390.335	4506.460	4625.655	4748.004	4873.589	5002.495	5134.811	5270.627	5410.035	5553.130	5700.011	5850.776	6005.529	6164.375	6327.423	6494.783	6666.570	6842.901	7023.872
E203972	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
E203973	221.000	226.845	232.846	239.004	245.326	251.815	258.475	265.312	272.329	279.533	286.926	294.515	302.305	310.301	318.509	326.933	335.581	344.457	353.568	362.920	372.519	382.372	392.472
E203974	3169.400	3253.231	3339.279	3427.602	3518.263	3611.321	3706.840	3804.886	3905.525	4008.826	4114.860	4223.698	4335.415	4450.086	4567.791	4688.609	4812.623	4939.917	5070.578	5204.694	5342.359	5483.664	5628.664
E203993	2058.110	2112.547	2168.424	2225.779	2284.651	2345.080	2407.107	2470.775	2536.127	2603.207	2672.062	2742.738	2815.284	2889.748	2966.182	3044.637	3125.168	3207.829	3292.676	3379.767	3469.162	3560.921	3654.972
E203994	3623.400	3719.239	3817.613	3918.589	4022.235	4128.623	4237.826	4349.916	4464.971	4583.070	4704.292	4828.721	4956.440	5087.538	5222.103	5360.228	5502.006	5647.534	5796.911	5950.240	6107.624	6269.170	6434.972
E205158	7944.000	8154.119	8369.795	8591.176	8818.413	9051.660	9291.076	9536.825	9789.074	10047.995	10313.765	10586.564	10866.579	11154.000	11449.023	11751.850	12062.686	12381.744	12709.241	13045.401	13390.451	13744.629	14107.927

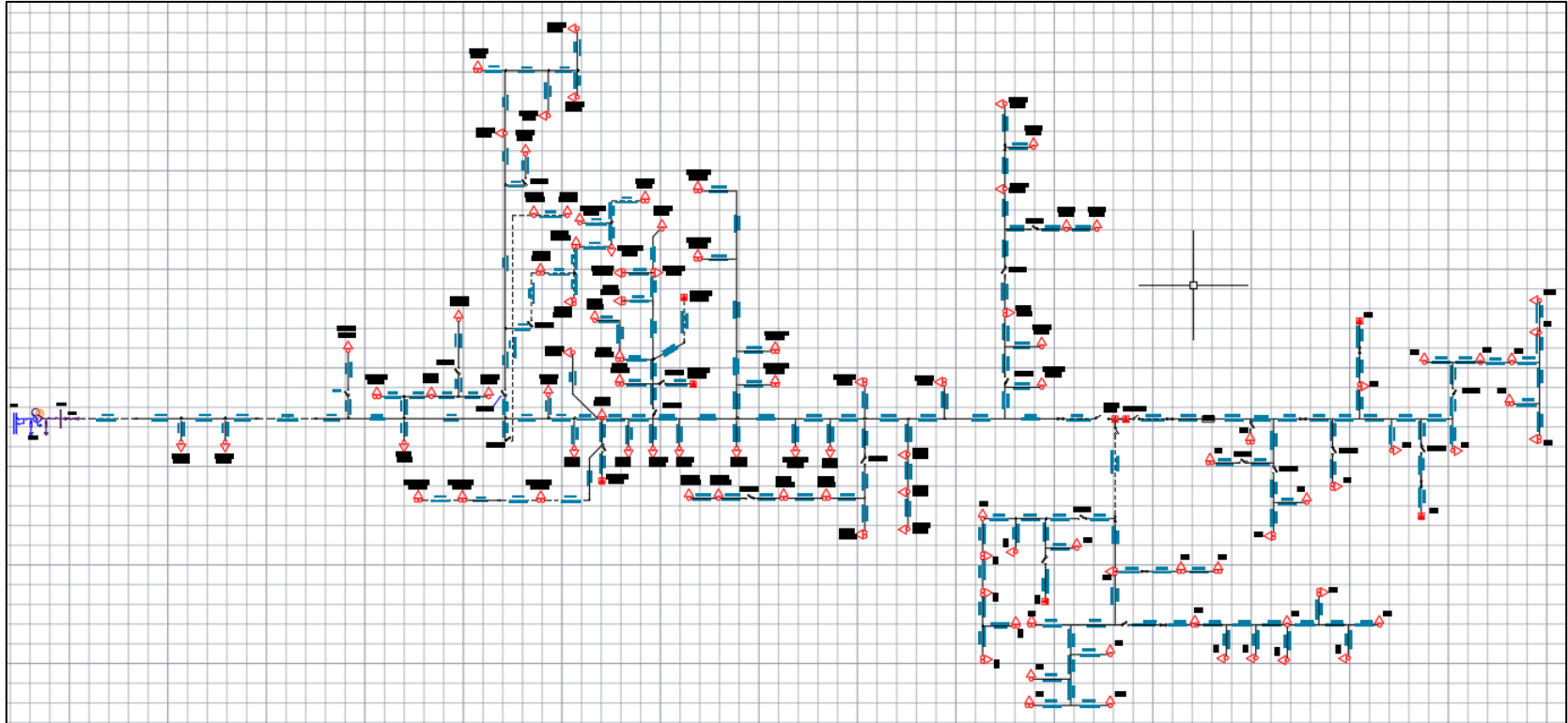
Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Proyección de la demanda máxima en el sector industrial y comercial (kWh)

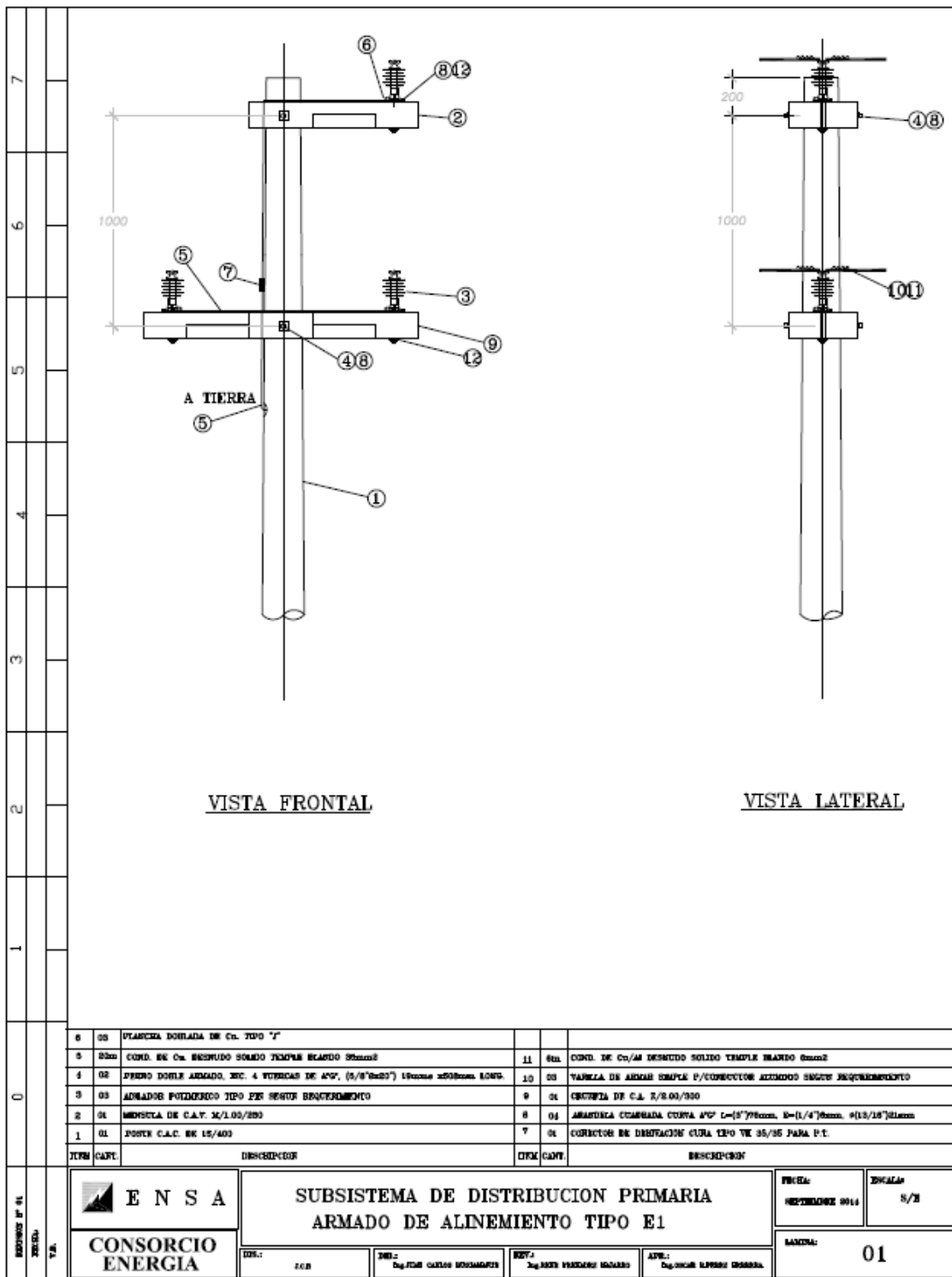
	SED	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
	E200912	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	E200918	24.02	24.65	25.30	25.97	26.66	27.37	28.09	28.83	29.59	30.38	31.18	32.01	32.85	33.72	34.61	35.53	36.47	37.43	38.42	39.44	40.48	41.55
	E200929	36.27	37.23	38.21	39.22	40.26	41.32	42.42	43.54	44.69	45.87	47.08	48.33	49.61	50.92	52.27	53.65	55.07	56.53	58.02	59.55	61.13	62.75
	E200936	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.51	0.52	0.53	0.55	0.56	0.58	0.59	0.61	0.63	0.64	0.66
	E200943	9.55	9.80	10.06	10.33	10.60	10.88	11.17	11.46	11.77	12.08	12.40	12.72	13.06	13.41	13.76	14.12	14.50	14.88	15.27	15.68	16.09	16.52
	E200944	0.20	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.24	0.25	0.25	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.30	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.35
	E200949	10.23	10.50	10.78	11.06	11.36	11.66	11.97	12.28	12.61	12.94	13.28	13.63	13.99	14.36	14.74	15.13	15.53	15.95	16.37	16.80	17.24	17.70
	E200951	0.84	0.86	0.88	0.91	0.93	0.96	0.98	1.01	1.03	1.06	1.09	1.12	1.15	1.18	1.21	1.24	1.27	1.31	1.34	1.38	1.41	1.45
	E200957	19.70	20.22	20.75	21.30	21.87	22.45	23.04	23.65	24.27	24.92	25.57	26.25	26.95	27.66	28.39	29.14	29.91	30.70	31.52	32.35	33.20	34.08
	E200973	0.49	0.50	0.52	0.53	0.54	0.56	0.57	0.59	0.60	0.62	0.64	0.65	0.67	0.69	0.71	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.85
	E200978	7.17	7.36	7.56	7.76	7.96	8.17	8.39	8.61	8.84	9.07	9.31	9.56	9.81	10.07	10.34	10.61	10.89	11.18	11.47	11.78	12.09	12.41
	E200980	39.25	40.29	41.35	42.45	43.57	44.72	45.91	47.12	48.37	49.65	50.96	52.31	53.69	55.11	56.57	58.06	59.60	61.18	62.79	64.46	66.16	67.91
	E202926	4.01	4.11	4.22	4.33	4.45	4.57	4.69	4.81	4.94	5.07	5.20	5.34	5.48	5.63	5.78	5.93	6.09	6.25	6.41	6.58	6.76	6.93
	E202929	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18
	E202931	4.88	5.01	5.14	5.28	5.42	5.56	5.71	5.86	6.02	6.18	6.34	6.51	6.68	6.86	7.04	7.22	7.42	7.61	7.81	8.02	8.23	8.45
	E202943	4.08	4.19	4.30	4.41	4.53	4.65	4.77	4.90	5.03	5.16	5.30	5.44	5.58	5.73	5.88	6.04	6.20	6.36	6.53	6.70	6.88	7.06
	E202945	2.04	2.10	2.15	2.21	2.27	2.33	2.39	2.45	2.52	2.59	2.65	2.72	2.80	2.87	2.95	3.02	3.10	3.19	3.27	3.36	3.45	3.54
	E202970	4.60	4.72	4.84	4.97	5.10	5.24	5.38	5.52	5.67	5.82	5.97	6.13	6.29	6.46	6.63	6.80	6.98	7.17	7.36	7.55	7.75	7.95
	E203921	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	E203927	24.94	25.60	26.28	26.98	27.69	28.42	29.17	29.95	30.74	31.55	32.39	33.24	34.12	35.02	35.95	36.90	37.88	38.88	39.91	40.96	42.05	43.16
	E203930	9.72	9.98	10.24	10.51	10.79	11.07	11.37	11.67	11.98	12.29	12.62	12.95	13.29	13.65	14.01	14.38	14.76	15.15	15.55	15.96	16.38	16.82
	E203931	5.70	5.85	6.00	6.16	6.32	6.49	6.66	6.84	7.02	7.21	7.40	7.59	7.79	8.00	8.21	8.43	8.65	8.88	9.11	9.36	9.60	9.86
	E203936	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	E203940	3.73	3.83	3.93	4.03	4.14	4.25	4.36	4.48	4.60	4.72	4.84	4.97	5.10	5.24	5.38	5.52	5.66	5.81	5.97	6.12	6.29	6.45
	E203947	2.64	2.71	2.78	2.86	2.93	3.01	3.09	3.17	3.25	3.34	3.43	3.52	3.61	3.71	3.81	3.91	4.01	4.12	4.23	4.34	4.45	4.57
	E203957	3.80	3.90	4.00	4.11	4.22	4.33	4.44	4.56	4.68	4.81	4.93	5.06	5.20	5.33	5.48	5.62	5.77	5.92	6.08	6.24	6.40	6.57
	E203968	0.46	0.47	0.49	0.50	0.51	0.53	0.54	0.55	0.57	0.58	0.60	0.61	0.63	0.65	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80
	E203970	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84	0.87	0.89	0.91	0.94	0.96	0.99	1.01	1.04	1.07	1.09	1.12	1.15	1.18
	E203972	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	E203973	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07
	E203974	0.55	0.56	0.58	0.59	0.61	0.62	0.64	0.66	0.68	0.69	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.88	0.90	0.92	0.95
	E203993	0.36	0.37	0.38	0.38	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.49	0.50	0.51	0.53	0.54	0.55	0.57	0.58	0.60	0.62
	E203994	0.63	0.64	0.66	0.68	0.70	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.90	0.93	0.95	0.98	1.00	1.03	1.06	1.08
	E205158	1.37	1.41	1.45	1.49	1.53	1.57	1.61	1.65	1.69	1.74	1.78	1.83	1.88	1.93	1.98	2.03	2.09	2.14	2.20	2.26	2.32	2.38

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19: Diagrama unifilar del alimentador C 224

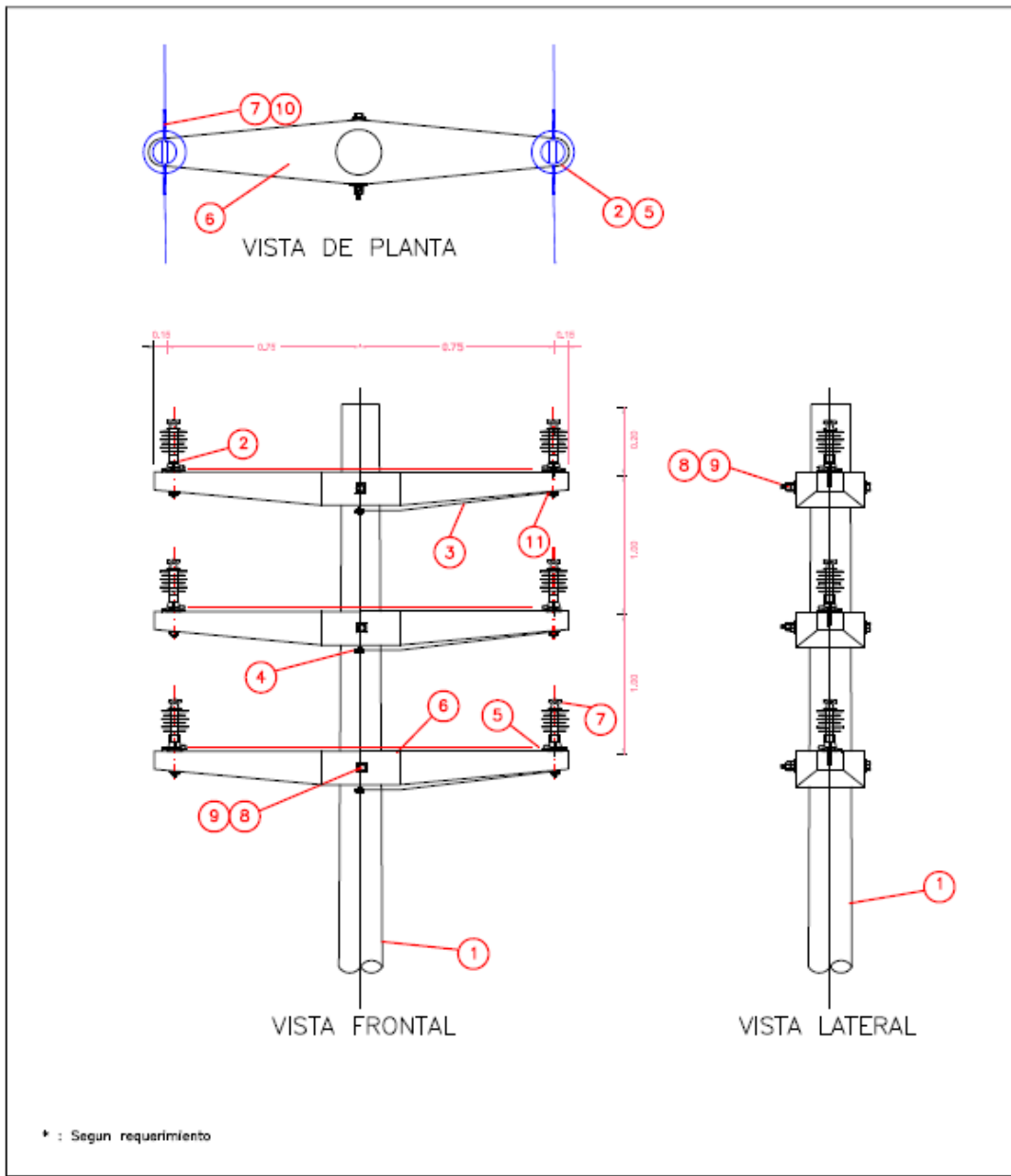


Fuente: Elaboración propia



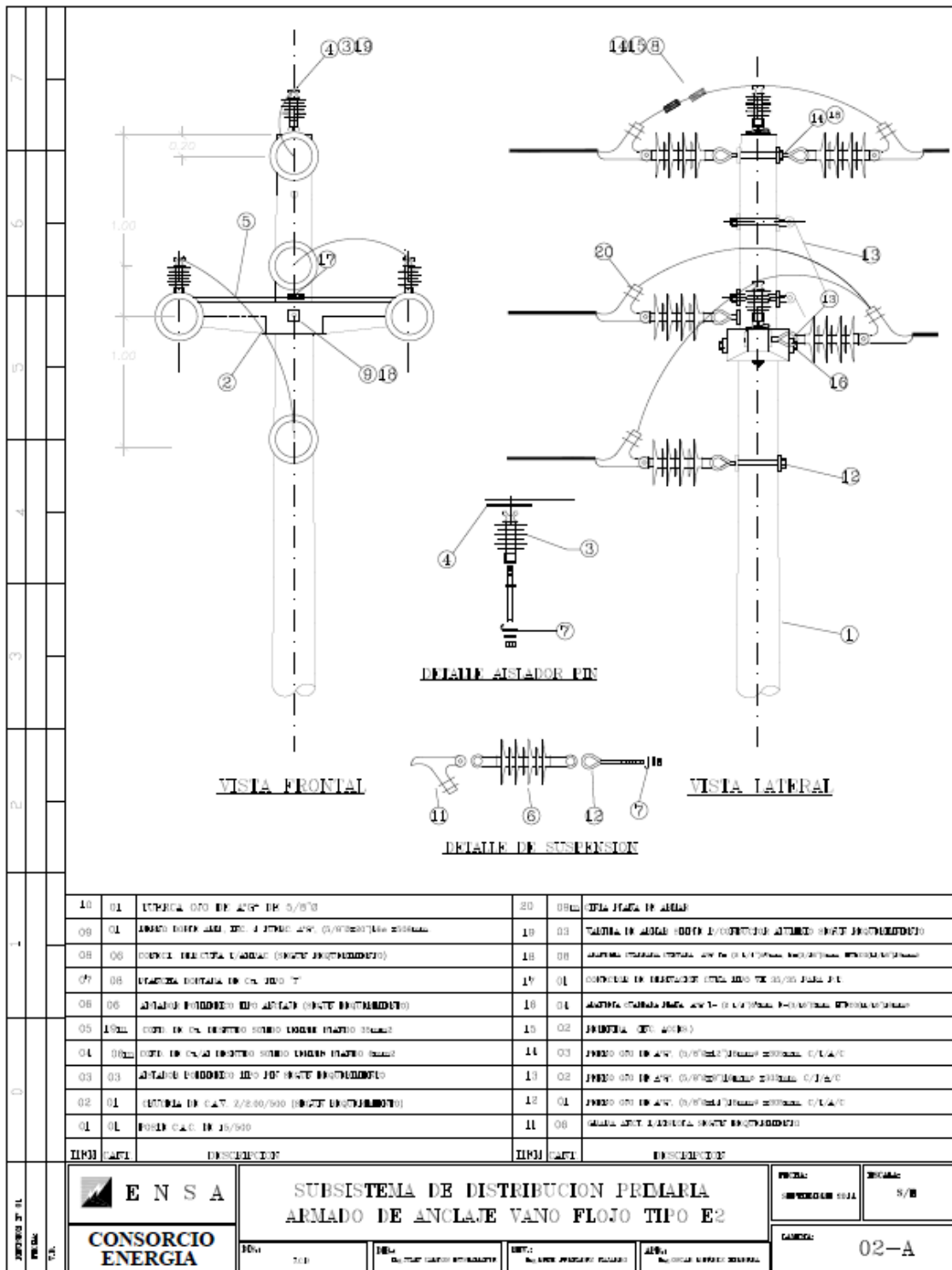
6	03	PLANCHETA DOBLADA DE Cn. TPO "J"			
5	02a	CORD. EN Cn. BENDIDO SEGUNO TIPOLE ELABORO 50mm ²	11	04a	CORD. DE Cn/Al DESNUDO SOLIDO TIPOLE ELABORO 50mm ²
4	02	PERNO DOBLE ARMADO, REC. 4 VUELTAS DE 40°, (5/8"Øx27") 190mm x200mm LONG.	10	03	TABLA DE ALUMINIO SIMPLA P/CONDUCTOR ALUMINO SEGUN REQUERIMIENTO
3	03	ARMADOR POTENCIADO TIPO EE SENTO BANCAMIENTO	9	04	CINTURIA DE C.A. 2/3.00/300
2	04	BRIDECIA DE C.A.V. 3x/1.00/280	8	04	ARMADURA CURVADA CURVA 40° L=[3"798mm, S=(1/4")Ømm, ø(13/16")Ømm
1	01	POSTE C.A.C. DE 15/400	7	04	CORRECTOR DE DESVIACION CURA CERO VE 35/35 PARA P.T.
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	ITEM	CANT.	DESCRIPCION

	SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA ARMADO DE ALINEAMIENTO TIPO E1		FECHA: SEPTIEMBRE 2014	ESCALA: 5/8
	DISEÑÓ: ECR	DIBUJÓ: Dag. JUAN CARLOS BORGAMONTI	REVISÓ: Dag. JORGE VARGAS GALIANO	MANEJO: 01
APROBÓ: Dag. JUAN ALFREDO GONZALEZ				



11	ARANDELA CUADRADA PLANA A/G° L=(3")76mm, E=(1/4")6mm, ø(7/8")22mm	6
10	COND. DE Cu/Al DESNUDO SOLIDO TEMPLE BLANDO 6mm2	12m
9	ARANDELA CUADRADA CURVA DE AoGo 2 1/4"x2 1/4"x3/16"	6
8	PERNO DOBLE ARMADO DE 5/8"x 20" DE LONG. INCL. T/GT	3
7	VARILLA DE ARMAR SIMPLE P/CONDUCTOR ALUMINIO SEGUN REQUERIMIENTO	6
6	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO ARMADO Z/2.00/300	3
5	PLANCHA DOBLADA DE Cu. TIPO "J"	6
4	CONECTOR COBRE TIPO PERNO PARTIDO	3
3	CONDUCTOR COPPERWELD 3NBWG ø 25 mm2	24.0m
2	AISLADORES POLIMERICO TIPO PIN DE 15 KV-36KV	6
1	POSTE DE C.A.C. 15/400	1

ITEM	DESCRIPCION	CANT.
ARMADO DE ALINEAMIENTO DOBLE TERNA		Armado Tipo: E1-A
	NORMA DE DISTRIBUCION	N° Lamina: 02



10	01	UTERCA 020 DE 20" DE 5/8"	20	08	UNA PLACA DE ANCLAJE
09	01	ARMADO BARRA VANOS DE 2 1/2" DE 2" (5/8") (MATERIA ESTACADA)	19	03	TORNILLO DE ANCLAJE (000) 1/2" (0.500) (MATERIA ESTACADA)
08	06	CONEXION DE BARRA VANOS (MATERIA ESTACADA)	18	08	ARMADURA (MATERIA ESTACADA) 2" DE 2" (0.500) (MATERIA ESTACADA)
07	08	UTERCA BARRA DE 2" DE 5/8"	17	01	CONEXION DE BARRA VANOS (MATERIA ESTACADA)
06	06	ARMADO BARRA VANOS DE 2" DE 5/8"	16	01	ARMADURA (MATERIA ESTACADA) 2" DE 2" (0.500) (MATERIA ESTACADA)
05	08	CONEXION DE BARRA VANOS (MATERIA ESTACADA)	15	02	ARMADURA (MATERIA ESTACADA)
04	08	CONEXION DE BARRA VANOS (MATERIA ESTACADA)	14	03	ARMADO 020 DE 2" (5/8") (MATERIA ESTACADA) 0.1/0.2/0
03	03	ARMADO BARRA VANOS DE 2" DE 5/8"	13	02	ARMADO 020 DE 2" (5/8") (MATERIA ESTACADA) 0.1/0.2/0
02	01	UTERCA DE 2" DE 5/8" (MATERIA ESTACADA)	12	01	ARMADO 020 DE 2" (5/8") (MATERIA ESTACADA) 0.1/0.2/0
01	01	ARMADO 020 DE 2" (5/8")	11	08	ARMADURA (MATERIA ESTACADA)
ITEM	CANT	DESCRIPCION	ITEM	CANT	DESCRIPCION

	SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA ARMADO DE ANCLAJE VANO FLOJO TIPO E2			FECHA: 01/01/2011	ESCALA: 5/8
	DISEÑADO: TCB	DIBUJADO: DANIEL GARCIA RODRIGUEZ	REVISADO: ANTONIO PARRALES CALDERON	APROBADO: ANTONIO PARRALES CALDERON	CANTIDAD: 02-A

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

DETALLE AISLADOR PIN

DETALLE DE SUSPENSION

10	03	TUERCA OJO DE A"Ø DE 5/8"Ø	20		
09	01	INIEDO DOBLE ARM. ØC. 4 TUCOS. A"Ø. (5/8"Øx20")16x x200mm.	19	092d CIPLA PLATA DE AROJAS	
08	06	CONEXY. INSTRUCCIA V/AMPAC (SEGUN REQUERIMIENTO)	18	03 TARRILLA DE ARMAR SIMPLE P/CONDUCTOR ALIGADO SEGUN REQUERIMIENTO	
07	06	PLANCHA DORADA DE Cu. TIPO "J"	17	04 ARMILLA CERRADA CERRADA A"Ø L= (8 L/1")Ømax. E=(3/16")Ømax. 200x111/16"Ømax	
06	06	AISSADOR POLIMERICO TIPO ANCLAJE (SEGUN REQUERIMIENTO)	16	01 CORRECTOR DE DESVIACION CONA TIPO YD 25/35 PARA P.T.	
05	18m	COND. DE Cu. RESISTIVO SÓLIDO TEMPLE BLANCO Ømax=2	15	04 ARMILLA CERRADA PLATA A"Ø L= (8 L/1")Ømax. E=(3/16")Ømax. 200x111/16"Ømax	
04	062m	COND. DE Cu./Al RESISTIVO SÓLIDO TEMPLE BLANCO Ømax=2	14	04 BIFURCADA (DR. ACERO)	
03	03	AISSADOR POLIMERICO TIPO PIN SEGUN REQUERIMIENTO	13	03 PIEZO Ø30 DE A"Ø. (5/8"Øx20")Ømax= x200mm. C/T/A/C	
02	01	CHUCETA DE C.A.V. 2/2.00/500 (SEGUN REQUERIMIENTO)	12	02 PIEZO Ø30 DE A"Ø. (5/8"Øx20")Ømax= x200mm. C/T/A/C	
01	01	POSTE C.A.C. DE 15/500	11	06 GRAPA ARC. T/P/PISTOLA SEGUN REQUERIMIENTO	
ITEM	CANT.	DESCRIPCION	ITEM	CANT.	DESCRIPCION

CONSORCIO ENERGIA

SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA
ARMADO DE ANCLAJE VANO FLOJO TIPO E4

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

ENCARGO: **5/2**

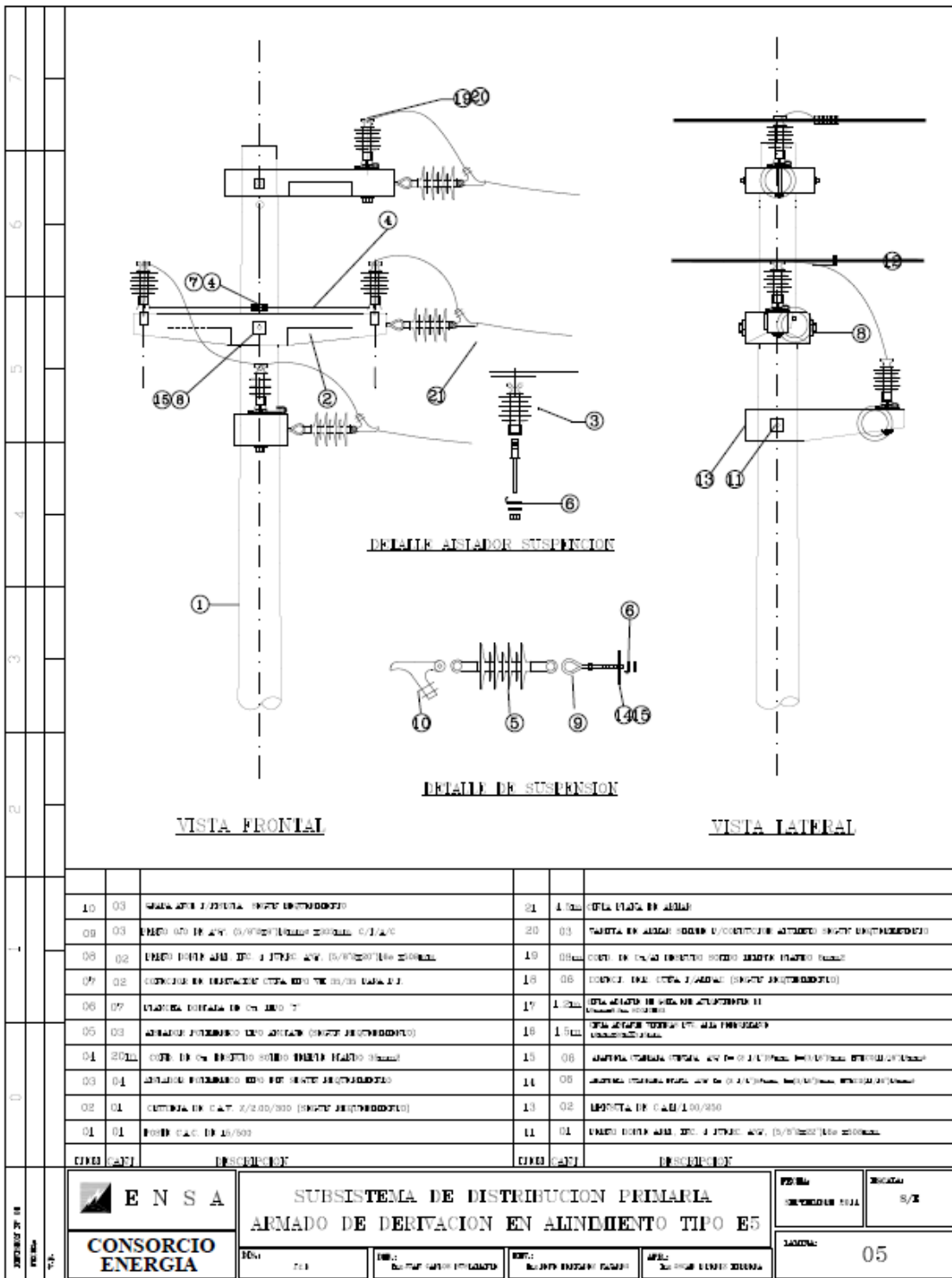
BARRIO: **03**

DIR.: **JCB**

DIR.2: **Ing. JORGE CALVO RODRIGUEZ**

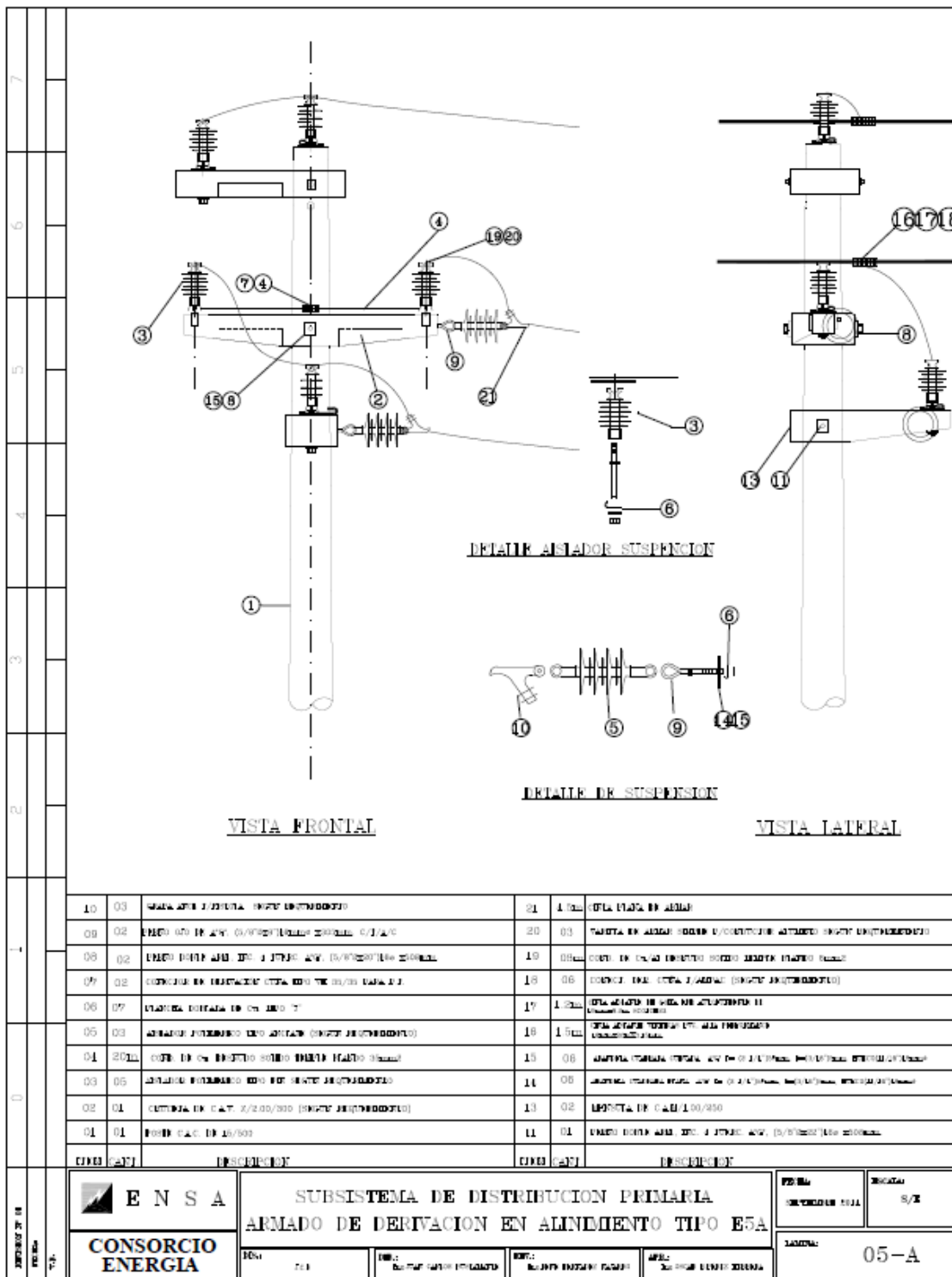
DIR.3: **Ing. JORGE FERRERES MORALES**

DIR.4: **Ing. JORGE ESPINOSA GONZALEZ**



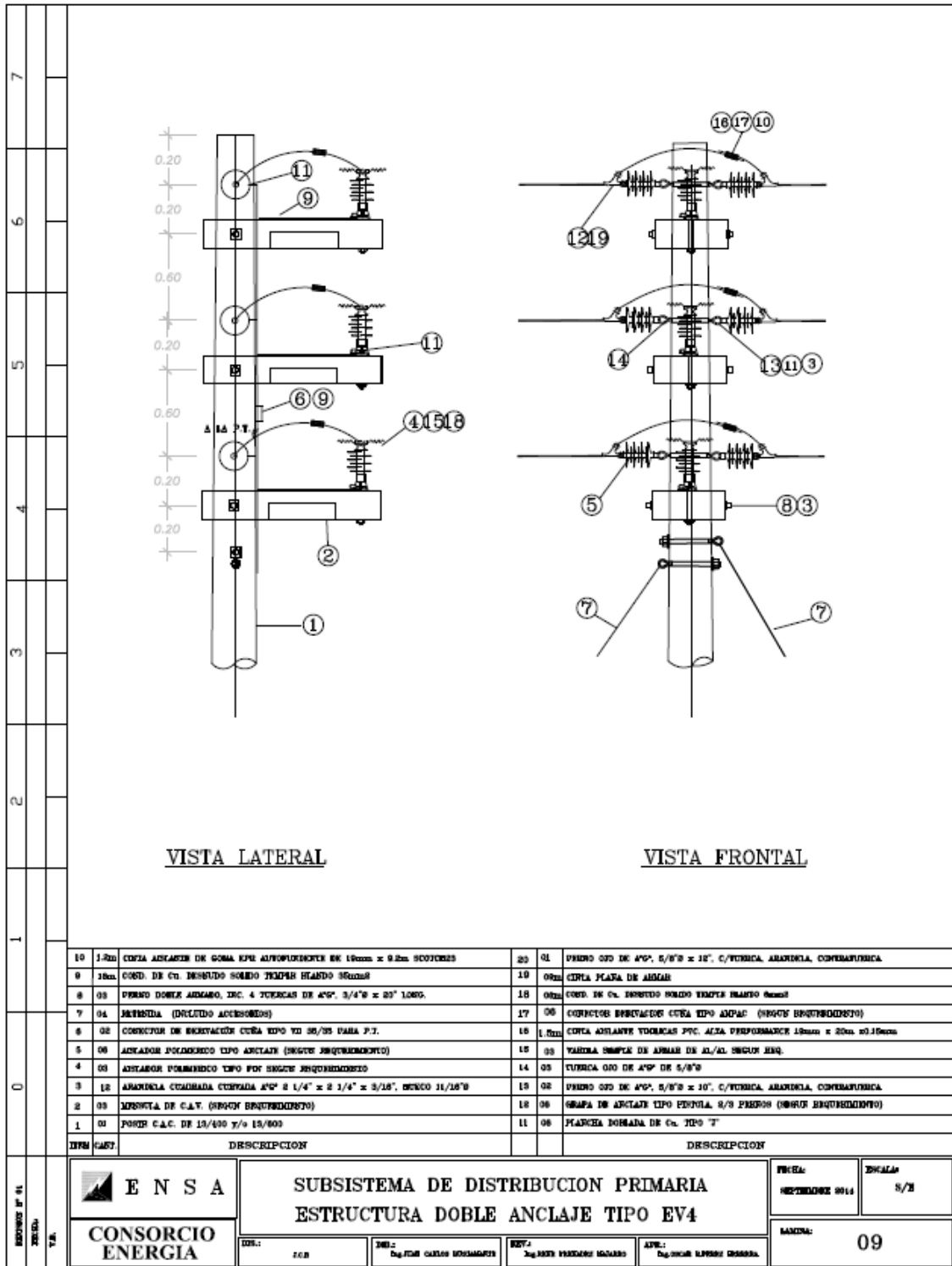
10	03	WALKA APIS I ZBIENIA (SIECI ENERGETYCZNE)	21	1.0m	CIĘTA ŁACZKA DO ŻEBRA
08	03	WALKA DO PR. 400 (SIECI ENERGETYCZNE) 2000mm x 100mm x 100mm	20	03	WALKA DO ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE) 2000mm x 100mm x 100mm
08	02	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA DO 17000mm (SIECI ENERGETYCZNE)	19	08m	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE)
09	02	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA DO 17000mm (SIECI ENERGETYCZNE)	18	06	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE)
06	07	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA DO 17000mm	17	1.0m	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE)
05	03	WALKA DO ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE)	16	1.0m	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE)
04	20m	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA DO 17000mm (SIECI ENERGETYCZNE)	15	06	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE)
03	04	WALKA DO ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE)	14	08	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE)
02	01	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA DO 17000mm (SIECI ENERGETYCZNE)	13	02	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE)
01	01	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA DO 17000mm (SIECI ENERGETYCZNE)	11	01	CIĘTA DOŁNA ŻEBRA (SIECI ENERGETYCZNE)

	SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA ARMADO DE DERIVACION EN ALINEAMIENTO TIPO E5				FECHA: 05/11/2011	ESCALA: 5/1
	DISEÑADO POR: J. L. GARCIA	VERIFICADO POR: J. L. GARCIA	APROBADO POR: J. L. GARCIA	APROBADO POR: J. L. GARCIA	LÁMINA: 05	



10	03	ARMADURA DE SUSPENSION (DETALLE)	01	1 (U)	CABLE DE ALUMINIO
08	02	UNIDAD DE TRANSFORMACION (DETALLE)	20	03	TRANSFORMADOR AUTOTRANSFORMADOR
08	02	UNIDAD DE TRANSFORMACION (DETALLE)	19	08	UNIDAD DE TRANSFORMACION AUTOTRANSFORMADOR
09	02	CONECTOR DE SUSPENSION (DETALLE)	16	06	CONECTOR DE SUSPENSION (DETALLE)
06	07	UNIDAD DE TRANSFORMACION (DETALLE)	17	1 (U)	CABLE DE ALUMINIO (DETALLE)
05	03	ARMADURA DE SUSPENSION (DETALLE)	18	1 (U)	CABLE DE ALUMINIO (DETALLE)
04	20	UNIDAD DE TRANSFORMACION (DETALLE)	15	08	UNIDAD DE TRANSFORMACION AUTOTRANSFORMADOR
03	05	ARMADURA DE SUSPENSION (DETALLE)	11	08	UNIDAD DE TRANSFORMACION AUTOTRANSFORMADOR
02	01	CABLE DE ALUMINIO (DETALLE)	13	02	UNIDAD DE TRANSFORMACION
01	01	UNIDAD DE TRANSFORMACION (DETALLE)	11	01	UNIDAD DE TRANSFORMACION (DETALLE)
0003	0001	ARMADURA	0003	0001	ARMADURA

	SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA ARMADO DE DERIVACION EN ALIMENTACION TIPO E5A			FECHA: 05/08/2011	DISEÑADO: S/R
	DISEÑADO: 05-A	DISEÑADO: 05-A	DISEÑADO: 05-A	DISEÑADO: 05-A	DISEÑADO: 05-A

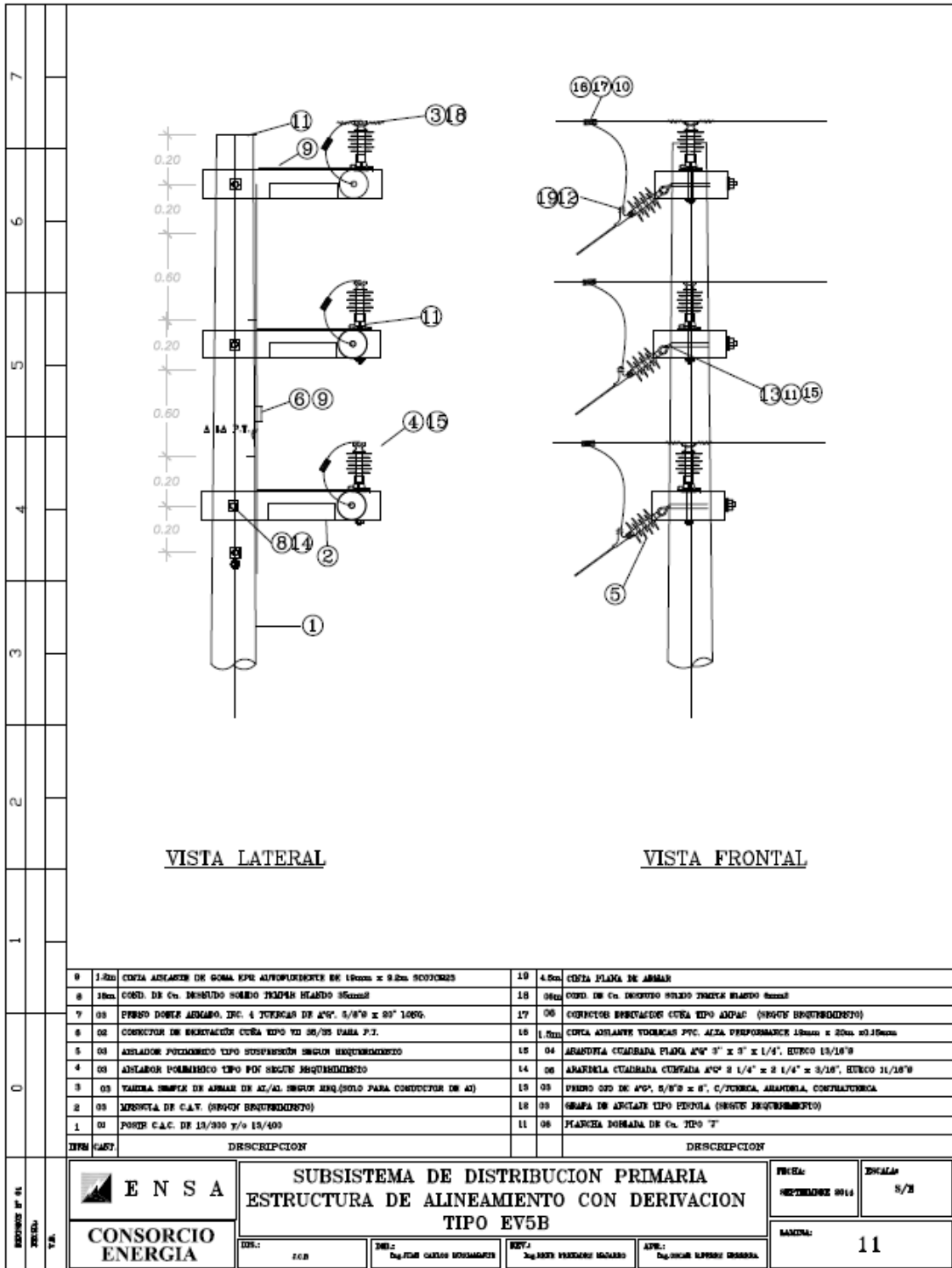


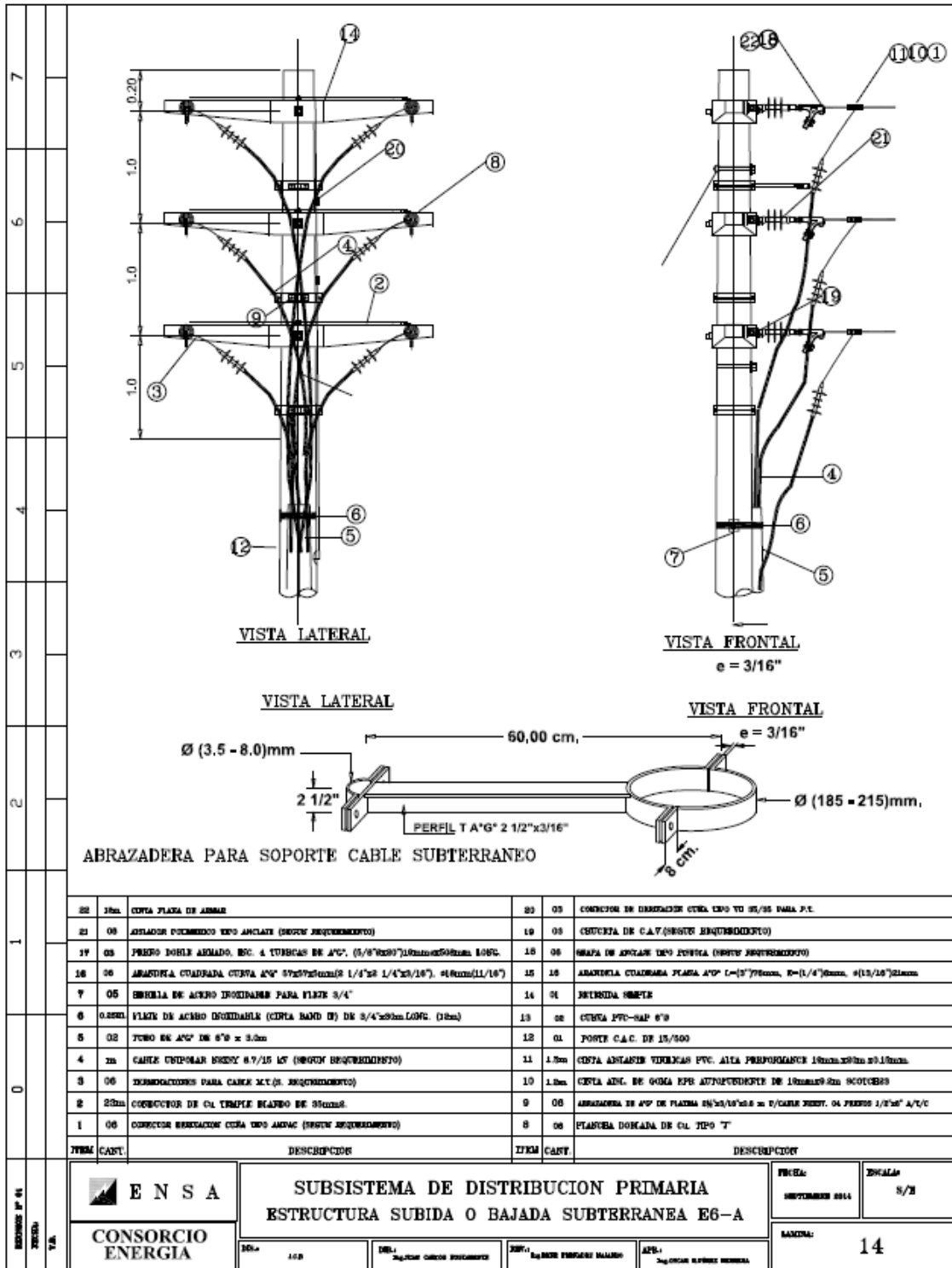
VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL

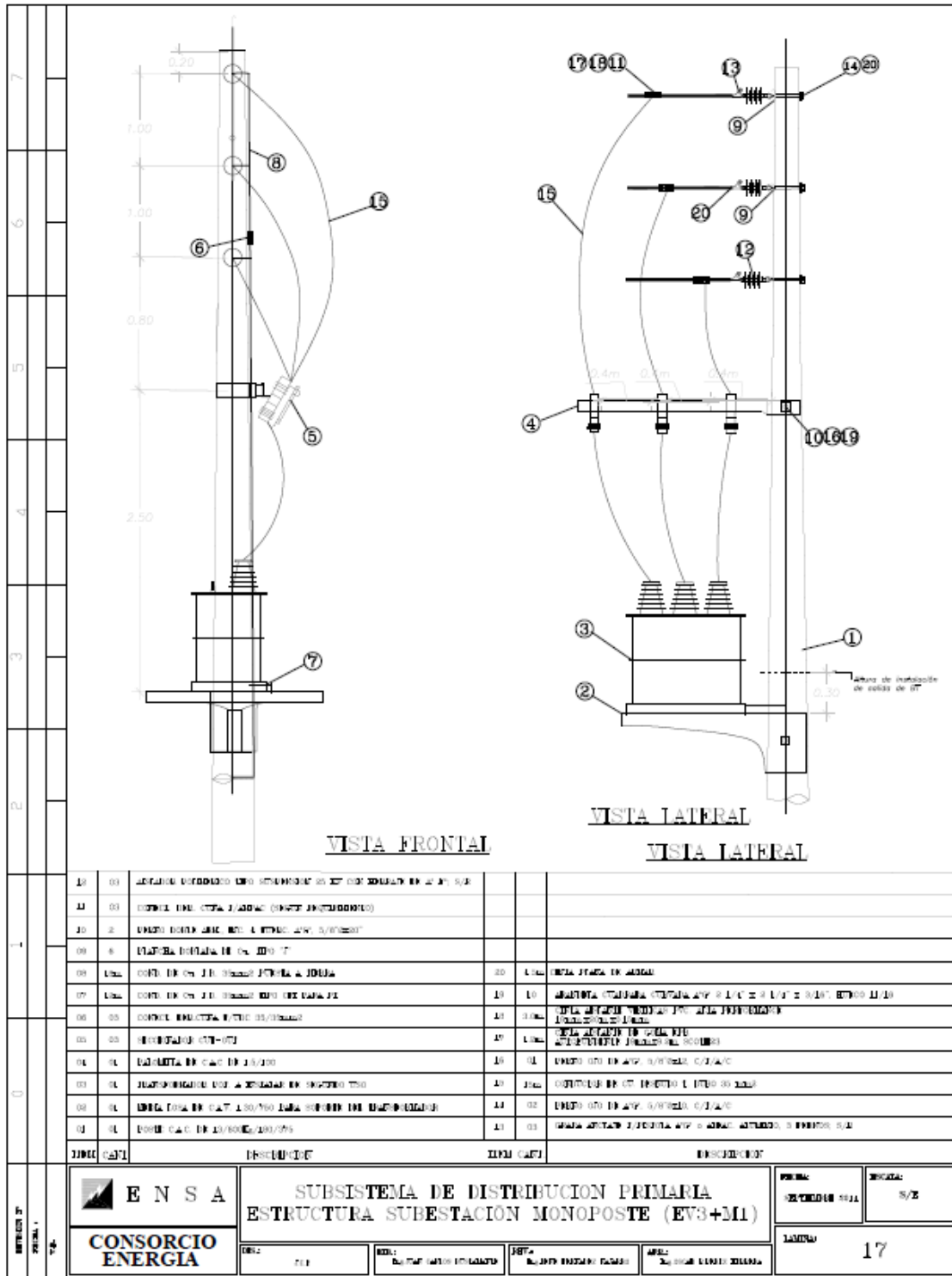
10	1-20	CUBA AISLANTE DE GOMA EPDM AUTOPULVERIZANTE EN 19mm x 9.2mm ESCOJONES	20	01	PERNO C/O DE 4"Ø, 5/8"Ø x 12", C/TUERCA, ARANDELA, CONTRATUERCA
9	18m	CORD. DE Cn. INSULADO SÓLIDO TEMP. BLANDO 35mmØ	19	09m	CIRTA PLANA DE ALUMINIO
8	03	PERNO DOBLE ANCLAJE, INC. 4 TUERCAS DE 4"Ø, 5/4"Ø x 20" LONG.	18	09m	CORD. DE Cn. INSULADO SÓLIDO TEMP. BLANDO 35mmØ
7	04	MECHADA (DILUIDO ACCESORIOS)	17	06	CONECTOR BRONZADO CUBA TIPO ADPAE (SEGUN REQUISICION)
6	02	CONECTOR DE BRONZADO CUBA TIPO YD 35/35 PARA P.T.	16	1.0m	CUBA AISLANTE TUBOS PVC ALZA PERFORMANCE 19mm x 20m x 19mm
5	06	ANCLAJE POLIURETANO TIPO ANCLAJE (SEGUN REQUISICION)	15	03	VALVULA SIMPLE DE ALUMINIO DE AL/AL SEGUN REQ.
4	03	ANCLAJE POLIURETANO TIPO FOR SÓLIDO REQUERIMIENTO	14	05	TUERCA C/O DE 4"Ø DE 5/8"Ø
3	12	ARANDELA CUADRADA CURVADA 4"Ø x 1/4" x 2 1/4" x 3/16", BRUNO 11/16"Ø	13	02	PERNO C/O DE 4"Ø, 5/8"Ø x 10", C/TUERCA, ARANDELA, CONTRATUERCA
2	03	MECHADA DE C.A.T. (SEGUN REQUISICION)	12	06	GRAPA DE ANCLAJE TIPO FIBULA 5/3 FIBROSA (SEGUN REQUISICION)
1	01	FORO C.A.C. DE 13/400 y/o 15/600	11	06	PLANCHA DOBLADA DE Cn. TIPO T
IPM	4457	DESCRIPCION			DESCRIPCION

<p>ENSA</p> <p>CONSORCIO ENERGIA</p>	<p>SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA</p> <p>ESTRUCTURA DOBLE ANCLAJE TIPO EV4</p>		<p>FECHA:</p> <p>SEPTIEMBRE 2014</p>	<p>ESCALA:</p> <p>3/2</p>
	<p>DES:</p> <p>J.C.B.</p>	<p>PROJ:</p> <p>Dpto. DE OBRAS Y EQUIPAMIENTO</p>	<p>REV:</p> <p>26/09/2014</p>	<p>MANEJO:</p> <p>09</p>



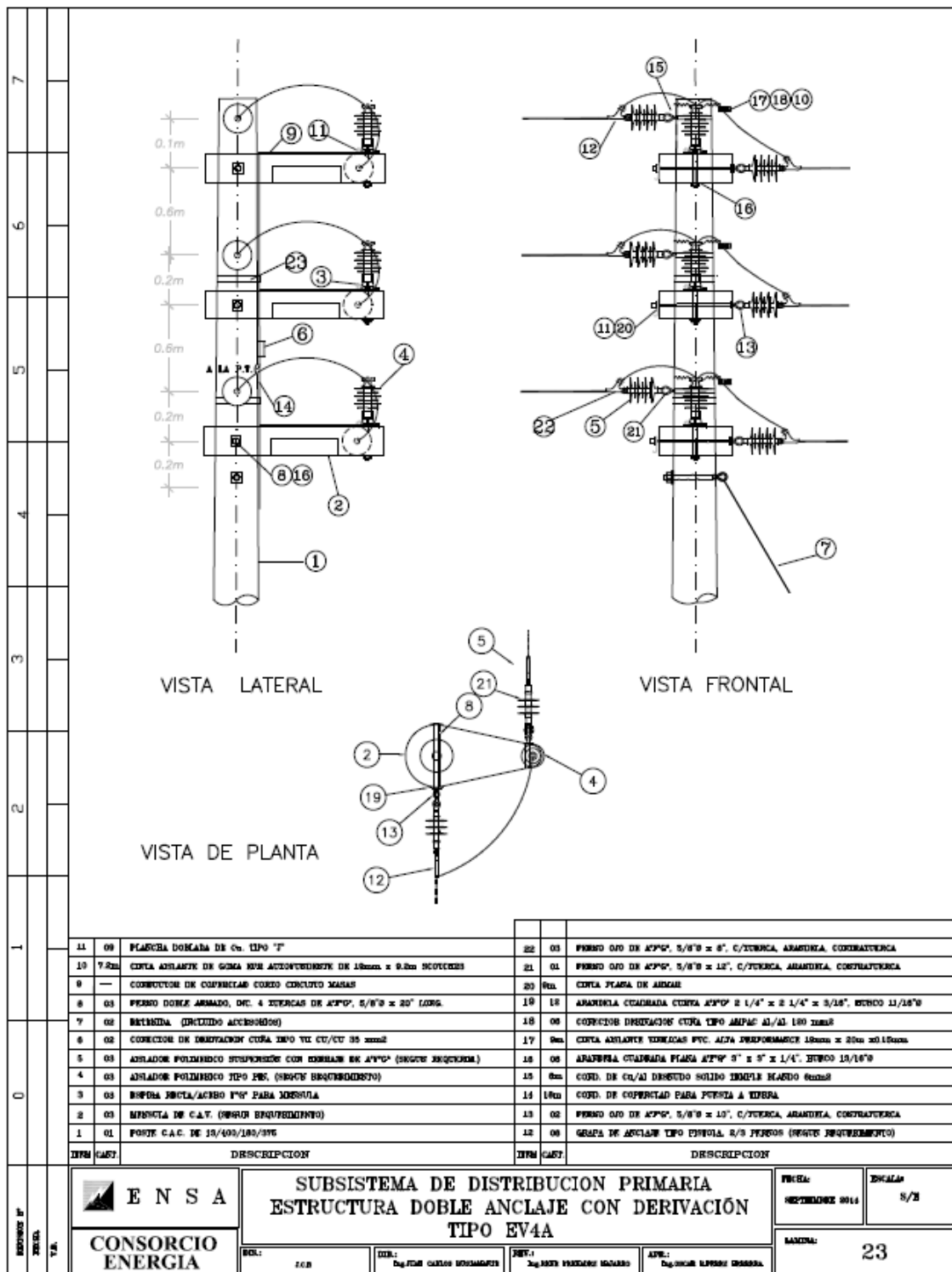


<p>ENSA</p> <p>CONSORCIO ENERGIA</p>	<p>SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA</p> <p>ESTRUCTURA SUBIDA O BAJADA SUBTERRANEA E6-A</p>				<p>FECHA:</p> <p>NOVIEMBRE 2014</p>	<p>ENCARGO:</p> <p>5/2</p>
	<p>DEL:</p> <p>ALICIA GARCIA SUAREZ</p>	<p>DE:</p> <p>ALICIA GARCIA SUAREZ</p>	<p>DE:</p> <p>ALICIA GARCIA SUAREZ</p>	<p>DE:</p> <p>ALICIA GARCIA SUAREZ</p>	<p>HOJA:</p> <p>14</p>	



CANT	DESCRIPCION	CANT	DESCRIPCION		
18	01	ARMAZON METALICO UNO (MONOPOL) DE 27 CON BARRAS DE 40 X 40 X 6			
11	01	POSTE DE CEMENTO (MONOPOL) (MONOPOL)			
10	2	UNO DE CABLE DE 10/10/10 (MONOPOL)			
09	8	PLACA METALICA DE 40 X 100 X 7			
08	UNA	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)	20	UNA	PLACA METALICA DE 40 X 100 X 7
07	UNA	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)	10	10	ARMAZON METALICO UNO (MONOPOL) DE 27 CON BARRAS DE 40 X 40 X 6
06	05	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)	10	001	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)
05	05	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)	10	UNA	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)
04	01	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)	10	01	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)
03	01	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)	10	01	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)
02	01	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)	10	02	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)
01	01	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)	10	03	CONJUNTO DE CABLES DE 10/10/10 (MONOPOL)

<p>ENSA</p> <p>CONSORCIO ENERGIA</p>	<p>SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA</p> <p>ESTRUCTURA SUBESTACION MONOPOSTE (EVS+MI)</p>				<p>FECHA:</p> <p>01/01/2011</p>	<p>HOJA:</p> <p>5/5</p>
	<p>PROYECTO:</p> <p>...</p>	<p>CLIENTE:</p> <p>...</p>	<p>INGENIERO:</p> <p>...</p>	<p>APROBADO:</p> <p>...</p>	<p>NUMERO:</p> <p>17</p>	



11	08	PLACERÍA DORADA DE CO. TIPO "T"	22	03	PERNO OJO DE APOC. 5/8" x 8", C/TUERCA, ARANDELA, CONTRATUERCA
10	7.2m	CINTA ABLANTE DE GOMA CON ACCESORIOS DE 18mm x 9.0m SCOTCHES	21	01	PERNO OJO DE APOC. 5/8" x 12", C/TUERCA, ARANDELA, CONTRATUERCA
9	—	CONSTRUCCION DE COBERTURAS CORDO CONCLUTO MASAS	20	2m	CINTA PLANA DE ALUMINIO
8	03	PERNO DOBLE ARMADO, DI. 4 TERCAS DE APOC. 5/8" x 20" LONG.	19	18	ARANDELA CUADRADA CUNA APOC 1/4" x 1/4" x 3/16", BUCO 11/16"
7	02	REJILLA (DRENAJE ACCESORIOS)	18	06	CONEXION DISTRIBUCION CUNA TIPO AMPAC AL/AL 180 2mm
6	02	CONEXION DE DISTRIBUCION CUNA 250 VU CU/CU 35 2mm	17	0m	CINTA ABLANTE TERNICAS PVC ALTA PERFORMANCE 18mm x 20m x 2.0mm
5	03	ABLAJADOR POLIMERO SUSPENSIONE CON CORDON EN APOC (SEGUN ESPECIFICACION)	16	06	ARANDELA CUADRADA PLANA APOC 5" x 5" x 1/4", BUCO 13/16"
4	03	ABLAJADOR POLIMERO TIPO PVC (SEGUN ESPECIFICACION)	15	0m	CORD. DE CU/AL DRENAJE SOLIDO 180mm 2mm
3	03	BIFIDA BICLA/ACERO 1"0 PARA JERUSA	14	18m	CORD. DE COBERTAD PARA FUERA A TIERRA
2	03	BRUNDA DE C.A.T. (SEGUN ESPECIFICACION)	13	02	PERNO OJO DE APOC. 5/8" x 10", C/TUERCA, ARANDELA, CONTRATUERCA
1	01	POSTE C.A.C. DE 15/405/180/395	12	06	GRAPA DE ANCLAJE TIPO ESTOLA 2/3 PEROS (SEGUN ESPECIFICACION)
ITEM	CANT	DESCRIPCION	ITEM	CANT	DESCRIPCION

<p>ENSA CONSORCIO ENERGIA</p>	<p>SUBSISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIA ESTRUCTURA DOBLE ANCLAJE CON DERIVACION TIPO EV4A</p>				<p>FECHA: SEPTIEMBRE 2014</p>	<p>ENCARGO: S/2</p>
	<p>ROL: CER</p>	<p>DIR.:</p>	<p>REV.:</p>	<p>APR.:</p>	<p>BANCA: 23</p>	