



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

**Influencia de la coordinación de protección en
la calidad de suministros del sistema eléctrico
del alimentador 7004 de la Minera I.R.L.
Chumpe - 2017**

Yack Socualaya Quispe

Huancayo, 2018

Tesis para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar expreso mi más profundo agradecimiento a mis padres por todo el esfuerzo y apoyo que me brindaron en toda mi vida estudiantil, de igual forma agradezco de manera muy especial a mis profesores de la Universidad Continental por su gran paciencia, dedicación, experiencia y conocimientos brindados.

DEDICATORIA

Esta tesis dedico con mucho amor a mis padres, por el gran apoyo que me han brindado para superar los retos de la vida, por su amor y confianza incondicional y quienes han sido un pilar importante para poder llegar a este momento tan trascendental en mi vida profesional.

Bernardo y Elsa

**“INFLUENCIA DE LA COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN EN LA
CALIDAD DE SUMINISTRO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL
ALIMENTADOR 7004 DE LA MINERA I.R.L CHUMPE - 2017”**

INDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	
AGRADECIMIENTOS	i
ÍNDICE GENERAL	iii
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	12

**CAPITULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	15
1.1.1. Problema general.....	17
1.1.2. Problemas específicos	17
1.2. Objetivos.....	17
1.2.1. Objetivo general	17
1.2.2. Objetivos específicos	17
1.3. Justificación e importancia	18
1.3.1. Justificación técnica.....	18
1.3.2. Justificación económica.....	18
1.3.3. Justificación teórica	19
1.3.4. Justificación social.....	19
1.3.5. Justificación ambiental	21
1.3.6. Importancia de la investigación.....	21
1.4. Alcances de la investigación	22
1.4.1. Alcance temporal	22
1.4.2. Alcance geográfico	23
1.5. Limitaciones	24
1.5.1. Limitaciones económicas.....	24

1.5.2. Limitaciones bibliográficas.....	25
1.5.3. Limitaciones de información	25
1.6. Hipótesis	26
1.6.1. Hipótesis general.....	26
1.6.2. Hipótesis específicas	26
1.7. Descripción de variables y operacionalización de variables	26
1.7.1. Variable independiente	26
1.7.2. Variable dependiente.....	26

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema	29
2.2.1 Nacional.....	29
2.2.2 Internacional	38
2.2. Base teórica.....	43
2.2.1. Coordinación de protección del sistema eléctrico	43
2.2.2. Criterios de ajuste y coordinación de la protección.....	44
2.2.3. Principios generales para el ajuste y la coordinación de la protección.	44
2.2.4. Selectividad de la protección.....	46
2.2.5. Fiabilidad y seguridad de la protección.....	46
2.2.6. Duración de interrupciones.....	48
2.2.7. Tiempo promedio entre fallas.....	49
2.2.8. Estudio de la actuación del sistema	50
2.2.9. Fusibles de media tensión.....	51
2.2.10. Fusibles tipo “K”	54
2.2.11. Calidad de suministro en el sistema eléctrico.....	54
2.2.12. Definición de calidad de suministro	55
2.2.13. Estándares de la calidad del servicio	55
2.2.14. Estándares IEC, IEEE, NTCSE.....	56
2.2.15. Sobretensiones debidas al funcionamiento de equipos (semiconductores) ...	58
2.2.16. Consideraciones del control de calidad de suministro de acuerdo a la NTCSE.....	59
2.2.17. Indicadores de la calidad de suministro.....	60
2.2.18. Tolerancias	61
2.2.19. Índices DEK y FEK.....	64
2.2.20. Índice FEK.....	64
2.2.21. Índice DEK.....	65
2.2.22. Coordinación	66
2.2.36. Diferentes Tipos de Tensión.....	69

2.2.23. Medición de la calidad de la energía	72
2.3. Datos de la Subestación de Potencia Chumpe	79
2.3.1. Subestación de potencia de Chumpe 69/ 12.3 KV	79
2.3.2. Sistema eléctrico Yauyos	79
2.3.3. Diagrama unifilar.....	79
2.3.4. Ingeniería de detalle de la Subestación de Potencia Chumpe	80
2.3.5. La subestación de potencia Chumpe	81
2.3.6. Línea primaria de la subestación chumpe	83
2.3.7. Datos de los alimentadores de la subestación chumpe.....	85
2.3.8. Alimentador 7004.....	85
2.3.9. Sistema de utilización de Minera IRL.....	87
2.3.10. Subestación elevadora en Chumpe.....	88
2.3.11. Línea Primaria de la S.E Chumpe a la unidad Corihuarmi	91
2.3.12. Sistemas de medición de energía y potencia	93
2.3.13. Sistema de medición de la caseta de control SE chumpe.....	93
2.3.14. Sistema de medición del interruptor de potencia	96
2.3.15. Interruptor de potencia	97
2.3.16. Reconectador	98
2.3.17. Definición de términos básicos.	100

CAPÍTULO III METODOLOGIA

3.1. Método de investigación.....	102
3.2. Tipo de investigación	103
3.2.1. Investigación aplicada	103
3.3. Nivel de investigación	104
3.3.1. Nivel descriptivo	104
3.4. Diseño de la investigación.....	104
3.4.3. Diseño No experimental – transversal descriptivo	104
3.5. Población y muestra	105
3.5.3. Población.....	105
3.5.4. Muestra.....	106
3.6. Técnica e instrumento de recolección de datos	106
3.6.3. Instrumentos.....	107
3.6.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	107

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	108
4.1.1. Procesamiento de información	108
4.1.2. Objetivo de las pruebas	109
4.1.3. Coordinación de Protección en la Calidad de Suministro del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004.....	110
4.1.4. Proceso de contrastación y modelamiento de la hipótesis.....	117
4.1.5. Contrastación de la primera hipótesis específica.....	121
4.1.6. Contrastación de la segunda hipótesis específica.	123
4.2. Prueba de Hipótesis.....	126
4.2.1. Hipótesis general	126
4.2.2. Hipótesis específicas	128
4.2.3. Protección con duración de interrupciones.....	130
4.3. Discusión e interpretación de resultados.....	131
CONCLUSIONES.....	134
RECOMENDACIONES	136
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	137
ANEXOS.....	139

Tabla N° 1: Tipos de cartuchos fusibles.....	52
Tabla N° 2: Niveles de Tolerancias:.....	62
Tabla N° 3: Niveles de Tensión.....	63
Tabla N° 4: Descripción de Tipo de Servicio.....	63
Tabla N° 5: Características Tiempo – Corriente.....	68
Tabla N° 6: Límites según Norma EM-50160.....	74
Tabla N° 7: Límites de corta y larga duración según norma IEEE-1159.....	75
Tabla N° 8: Límites de Corriente Armónica.....	76
Tabla N° 9: Límites según Norma IEEE519.....	76
Tabla N° 10: Tabla de Fenómenos Electromagnéticos.....	77
Tabla N° 11: Perturbaciones en los sistemas eléctricos de potencia.....	78
Tabla N° 12: Datos de la Subestación de Potencia Chumpe.....	82
Tabla N° 13: Características de los Alimentadores de la SET Chumpe.....	84
Tabla N° 14: Características del alimentador 7004 de la SEP Chumpe.....	86
Tabla N° 15: Datos del Transformador Elevador de Minera IRL.....	89
Tabla N° 16: Datos de Placa del Transformador Elevador de Minera IRL.....	90
Tabla N° 17: Características de la Línea Primaria de Minera IRL.....	92
Tabla N° 18: Datos de Placa del transformador elevador de Minera IRL.....	93
Tabla N° 19: Características del Sistema de Medición de la Caseta de Control.....	94
Tabla N° 20: Características del sistema de medición del interruptor de potencia.....	96
Tabla N° 21: Matriz de datos.....	117
Tabla N° 22: Cálculo del estadístico de prueba y de p valor para la hipótesis general....	119
Tabla N° 23: Cálculo del estadístico de prueba y de p valor para la primera hipótesis ...	122
Tabla N° 24: Cálculo del estadístico de prueba y de p valor para la segunda hipótesis...	125
Tabla N° 25: Pruebas de chi-cuadrado de Pearson.....	127
Tabla N° 26: Selectividad en tipos de interrupciones.....	128
Tabla N° 27: Protección con duración de interrupciones.....	130

Figura N° 1: Diagrama unifilar S.E.Chumpe.....	23
Figura N° 2: Subestación Chumpe.....	24
Figura N° 3: Esquema de Protección Zonal Terminal.....	31
Figura N° 4: Características para un fusible de expulsión.....	36
Figura N° 5: Tiempo de respuesta del relé y recloser.....	37
Figura N° 6: Coordinación actual de fase del circuito Sinco.....	40
Figura N° 7: Proceso de ajuste y coordinación de la protección.....	47
Figura N° 8: Tipos de cartuchos y curvas orientativas de fusión.....	53
Figura N° 9: Diferentes tipos de perturbaciones.....	59
Figura N° 16: Parpadeo.....	71
Figura N° 17: Interrupción de energía.....	71
Figura N° 18: Ruido eléctrico.....	72
Figura N° 20: Ingeniería de detalle de la subestación Chumpe.....	81
Figura N° 21: Vista Panorámica de la Subestación Chumpe.....	82
Figura N° 22: Disposición física de los elementos.....	83
Figura N° 23: Alimentador 7004.....	85
Figura N° 24: Subestación Elevadora en Chumpe.....	88
Figura N° 25: Detalle de la Salida del Alimentador Minera IRL.....	91
Figura N° 26: Disposición del Equipo de Medición en la Caseta de Control.....	95
Figura N° 27: Disposición del Equipo de Medición del Interruptor de Potencia.....	97
Figura N° 28: Disposición del Interruptor de Potencia de Minera IRL.....	98
Figura N° 30: Diseño del Diagrama de los Alimentadores.....	110
Figura N° 31: Diseño de la Curva de Coordinación del Fusible F1.....	111
Figura N° 32: Diseño de la Curva de Coordinación del Fusible F2.....	111
Figura N° 33: Fallas en el Sistema y Curva Característica F1.....	112
Figura N° 34: Curva Característica de la Actuación de los Fusibles F1, F2.....	113
Figura N° 35: Curva Característica de la Actuación de los Fusibles F1, F2.....	114
Figura N° 36: Fallas en las barras y Sistema.....	115
Figura N° 37: Curvas Características de la actuación de los interruptores.....	116
Figura N° 40: Datos de la matriz en el SPSS.....	126

ANEXOS

ANEXOS 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PLAN DE TESIS	140
ANEXOS 2: MATRIZ DE PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	141
ANEXOS 3: CURVA SIN REAJUSTE DE LOS DISPOSITIVOS	142
ANEXOS 4: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES ALIMENTADORES.	143
ANEXOS 5: ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN CON EL DIAGRAMA DEL S.E. CHUMPE.	144
ANEXOS 6: ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN CON EL DIAGRAMA DEL S.E. CHUMPE.	145
ANEXOS 7: ANÁLISIS DE LAS CURVA DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN SIN REAJUSTE.	146
ANEXOS 8: ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN S.E. CHUMPE	146
ANEXOS 9: REPORTE MENSUAL DE INTERRUPCIONES S.E.CHUMPE.	147
ANEXOS 10: VISTA PANORÁMICA DE PLANTA DE LA SUBESTACIÓN CHUMPE	147
ANEXOS 11: REGISTRO DE ENERGÍA Y POTENCIA DE LA SUBESTACIÓN DE POTENCIA CHUMPE	148
ANEXOS 12: VISTA DE PLANTA DEL CERCO DE LA SUBESTACIÓN DE POTENCIA CHUMPE	149

RESUMEN

En la presente tesis se da a conocer “La Influencia de la Coordinación de Protección en la Calidad de Suministro del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera IRL - Chumpe”, viendo la necesidad y las constantes fallas que se da en el sistema eléctrico de la Subestación Chumpe es por ello que se enfocó en determinar las diferentes interrupciones en el sistema.

Para lograr este objetivo se realizó la visita a campo y viendo la necesidad del sistema y su operación en la subestación Chumpe y un análisis descriptivo y analítico, utilizando las diferentes técnicas de análisis y formulas las cuales me permitieron deducir la viabilidad de la tesis frente a diferentes eventos que se suscitan en la Subestación. Obteniendo como resultado la reducción y selectividad del equipo frente a las fallas que se dan en el sistema, así logrando abastecer de energía a la Minera IRL para su continuidad en la producción de mineral.

Para la selección del programa y ver los diferentes tipos de fallas que se dan y conveniente para la tesis, se realizó un análisis de los diferentes tipos de interrupciones suscitados en el sistema, resultando el más conveniente el programa ETAP 12.6 para su análisis respectivo. Se analizó cada alimentador de la subestación para una mejor coordinación de protección y la operación de los alimentadores para cada área de la minera y su rendimiento eficiente.

Palabras Clave: Coordinación de Protección, Calidad de Suministro, Viabilidad, Operación de los Alimentadores, Sistema Eléctrico Subestación Chumpe, Interrupción, Operación.

ABSTRACT

This thesis discloses "The Influence of the Coordination of Protection in the Supply Quality of the Feeder Electrical System 7004 of the IRL - Chumpe Miner", seeing the necessity and constant failures that occurs in the electrical system of the Chumpe Substation is therefore focused on determining the different interruptions in the system.

In order to achieve this objective, the field visit was carried out and the need for the system and its operation at the Chumpe substation and a descriptive and analytical analysis were analyzed using the different analysis techniques and formulas which allowed me to deduce the feasibility of the thesis against different events that arise in the Substation. Resulting in the reduction and selectivity of the equipment against the failures that occur in the system, thus managing to supply energy to Minera irl for its ore production.

For the selection of the program and to see the different types of failures that are given and suitable for the thesis, an analysis of the different types of interruptions in the system was performed, the ETAP 12.6 program being the most convenient for their respective analysis. Each feeder of the substation will be analyzed for better protection coordination and the operation of the feeders for each area of the mine and its efficient performance.

Key Words: Protective Coordination, Supplying Quality, Viability, The Feeding device Operation, System Electric Substation Chumpe, Interruption, Operation.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de investigación titulado “INFLUENCIA DE LA COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN EN LA CALIDAD DE SUMINISTRO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL ALIMENTADOR 7004 DE LA MINERA I.R.L CHUMPE - 2017” se elaboró con la finalidad cumplir el objetivo trazado y volcar los conocimientos aprendidos según las normas vigentes emanadas por la EAP de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Continental.

El suministro de energía eléctrica está en base a la energía demandada por el usuario en este caso está la Minera I.R.L. y está ligado al desarrollo económico de la sociedad en cualquier campo ya sea industrial, comercial, agrícola, etc., y en consecuencia la utilización de la energía eléctrica es cada vez mayor por el crecimiento en los últimos años del sistema de potencia que va cobrando importancia en la calidad de suministro para la confiabilidad del sistema.

Es por ello que la energía eléctrica juega un papel muy importante en el desarrollo de las actividades diarias. Esta investigación propone dar una alternativa para aprovechar mejor la energía y ver mantener en continuidad el sistema eléctrico; viendo las diferentes fallas e interrupciones que se pueden suscitar y así poder disminuir las horas de interrupciones que se dan en el sistema y frente a ello dar solución con las curvas características y para garantizar que el sistema sea selectivo.

Con el objetivo de garantizar un sistema confiable, seguro, acorde con las exigencias de las Normas y Reglamentos vigentes de Calidad de Servicio, es necesario realizar

acciones para asegurar la continuidad del servicio eléctrico y obtener una respuesta inmediata, óptima y segura para el restablecimiento del servicio eléctrico frente a una falla o interrupción.

La presente investigación está formada por cuatro capítulos.

CAPÍTULO I. Trata del planteamiento del problema, formulación del problema, problema general, específicos; objetivo general, específicos; hipótesis generales, específicas; justificación e importancia de la investigación, alcances de la investigación, limitaciones, descripción de variables.

CAPÍTULO II. Se presentan antecedentes del problema, antecedentes nacionales e internacionales, el marco teórico y bases teóricas, aspectos generales del área de estudio, y definición de términos básicos.

Los métodos normalizados de IEEE, IEC y NTCSE que se tiene como base para fundamentar los parámetros eléctricos que tienen influencia en la determinación de la calidad de suministro, como también fundamentar los criterios metodológicos para el cálculo, selectividad y reajuste de los dispositivos en base a la necesidad dinámica de evaluación del sistema eléctrico.

Asimismo, se da a conocer las definiciones y conceptos de las variables independientes y dependientes, sus indicadores de la calidad de suministro; también indicando los índices del DEK y FEK finalmente complementando con todos los datos de la subestación de potencia Chumpe.

CAPÍTULO III. Se da a conocer la metodología de la investigación, con el tipo de investigación, nivel de investigación, método de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos: técnicas, instrumentos y técnica de procesamiento y análisis de datos.

CAPÍTULO IV. En este capítulo se da a conocer resultados y discusión; resultados del tratamiento y análisis de la información, contrastación de la hipótesis general y la prueba de hipótesis específicas y finalmente la discusión e interpretación de resultados.

Teniendo la totalidad del análisis y lo aplicado a la tesis en su estudio total y su influencia desde un punto de aplicación directa se concluye dando a conocer sus características sobre la curva de reajuste y operación en el punto de equilibrio de mantener en continuidad el sistema de la Subestación de Potencia Chumpe.

Sacando lo mejor de la simulación de tiempo corriente TC; determinando los eventos de cortocircuitos, sobrecargas para ver su comportamiento ante diferentes escenarios y determinar el tiempo actuación de los dispositivos y su actuación frente a las diferentes interrupciones que se puedan dar en el sistema eléctrico; sin perjudicar la producción de la Minera I.R.L.

Finalmente se dan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos que sirvieron para su complementación del objetivo del trabajo de investigación.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y formulación del problema

En los últimos años, el sistema de potencia es un conjunto de centrales eléctricas, transformadores, dispositivos de maniobra y otros componentes que están interconectados por líneas aéreas. Se ha observado que el sistema de protección es incorrecto por el mal funcionamiento de los equipos en los componentes del sistema eléctrico de protección.

Se ha detectado las interrupciones temporales que se da en la línea los cuales superan los rangos admisibles tolerables de acuerdo a la NTCSE, CNE, IEEE, IEC,

ANSI, afectando la calidad del producto, pérdida energía, mala operación de los dispositivos electrónicos y de seguir en dicha condición el sistema eléctrico está expuesto a fallas eléctricas, interrupciones de servicio, colapso, afectando la producción de la planta metalúrgica y principalmente la producción de la Minera IRL , que está siendo interrumpida frecuentemente la producción de mineral por ello se debe realizar la coordinación de protección del sistema eléctrico de la Subestación Chumpe.

Síntoma: Registro de interrupciones.

Causas: Sistema de protección deficiente (interruptor y recloser sin ajustes de configuración de operación, seccionador fusible con un amperaje de fusible mal dimensionado, etc.).

Pronostico: Paralización de sus operación, disminución producción, perjuicio económico, quiebra o bancarota.

Solución: Implementar la coordinación de protección del sistema eléctrico

Es por ello que la Subestación de transformación Chumpe, es una subestación de Potencia cuya función es reducir la tensión de Subtransmisión que se interconecta desde la Oroya Nueva – Pachacayo – Azulcocha - Chumpe. Frente a ello el estudio tiene la finalidad de evitar cortes de energía, frente a una falla liberar la zona fallada mediante la Coordinación de Protección del Sistema Eléctrico Chumpe.

1.1.1. Problema general

- A. ¿Cómo influye la Coordinación de Protección en la Calidad de Suministro del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017?

1.1.2. Problemas específicos

- A. ¿De qué manera influye la selectividad del equipo frente a la seguridad y calidad del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017?
- B. ¿De qué manera influye el nivel de protección en la reducción de interrupciones en el Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la Coordinación de Protección en la Calidad de Suministro del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

1.2.2. Objetivos específicos

- a. Realizar la selectividad del equipo frente a la calidad del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.
- b. Dar a conocer el nivel de protección en la reducción de interrupciones en el Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación técnica

Como se refiere el tema de investigación este estudio estará orientado al funcionamiento, operación y mantenimiento de la Subestación de Potencia – Chumpe, bajo la influencia de los equipos aledaños y las consecuencias que puede sufrir el sistema en caso no se tomaran las previsiones correspondientes, también estará orientado a conclusiones tomadas en base al comportamiento del sistema en conjunto.

La importancia de implementar equipos de protección radica en que cualquier tipo de daño puede ocasionar la interrupción en el servicio eléctrico y esto a su vez detener la operación de un proceso completo y continuo que es la Minera IRL. Por lo cual la necesidad de un buen sistema de confiabilidad y coordinación de protección para la continuidad del sistema eléctrico Chumpe.

1.3.2. Justificación económica

El deterioro electrónico es el desgaste de componentes electrónicos debido al efecto acumulativo y paulatino de las sobretensiones eléctricas de bajo y alto nivel. Por lo general, estos daños o deterioros se producen en industrias que carecen de protección adecuada contra sobretensiones, y en viviendas que no cuentan con la protección para descargas internas como externas.

Sin embargo, con frecuencia las líneas que llegan a la Subestación Chumpe se encuentran propensos a interrupciones que son provocados por fenómenos de la naturaleza, que severamente son perturbaciones eléctricas producidas por descargas tanto atmosféricas que ocasionan la apertura de circuitos y la paralización inesperada de los alimentadores y presiones de vientos fuertes, lluvias, etc. A la vez de todo el sistema de procesos, ocasionando grandes pérdidas en la producción de la planta industrial de la Minera IRL.

Con el sistema de coordinación de protección planteado se estaría evitando las paradas de planta, y así reduciríamos pérdidas económicas que afectan a la Minera IRL.

1.3.3. Justificación teórica

El presente material de investigación estará basado en información tomada de campo y la recopilación, registro de datos de los equipos que podrá servir como referencia para el análisis de la subestación Chumpe, planteada con procedimientos analíticos en base a bibliografías de temas relacionados de diferentes autores, sirviendo como base para otros temas de estudio.

1.3.4. Justificación social

Tener cultura social es ver la seguridad humana y la concientización de peligros que se tiene con la energía y su alcance hacia las instalaciones eléctricas es un requisito primordial, es por eso que se

prima las cinco reglas de oro para su operación en el sistema eléctrico y son los siguientes pasos:

- ✓ Corte efectivo de todas las fuentes de tensión (interruptores y seccionadores, etc.)
- ✓ Bloqueo y traba de los aparatos de corte (señalización con un cartel de prohibición de maniobras)
- ✓ Comprobación de ausencia de tensión (dispositivo que mide los distintos niveles de tensión, y a su vez la ausencia de esta).
- ✓ Puesta a tierra y en corto circuito (colocar lo más cerca posible del lugar de trabajo en cada uno de los conductores).
- ✓ Señalizar la zona de trabajo (contar con los carteles de prohibición y peligro).

Por la seguridad de personas ante cualquier eventualidad que signifique un riesgo para la salud. Si no pensamos en una buena coordinación de protección del sistema eléctrico, que nos proteja de estos fenómenos de la naturaleza que la mayoría de los casos, son perturbaciones causadas por descargas atmosféricas y sobretensiones.

Para contribuir a una concientización y cultura ética del ser humano y evitar grandes peligros para el ser humano se evalúa y se pone en conocimiento las cinco reglas de oro frente a una operación del

sistema eléctrico en la Subestación Chumpe para operar y hacer su mantenimiento respectivo y así evitar riesgos y perjuicios tanto para la empresa como para la vida del ser humano.

1.3.5. Justificación ambiental

Se tiene presente los diferentes eventos que se producen mediante las descargas atmosféricas, es por ello que se toma en cuenta para la coordinación de protección del sistema un análisis alrededor de la línea y su trayectoria de llegada a la Subestación Chumpe, ya que involucra el medio ambiente y que tendrá un efecto positivo frente a las interrupciones dadas en el sistema.

Teniendo en cuenta el desarrollo sostenible y su impacto frente a ello se ve de una manera flexible y oportuna para su desarrollo del trabajo de investigación y ver el organismo supervisor que es la OEFA, OSINERGMIN, que involucra respetar las medidas de seguridad y reglas a cumplir con el medio ambiente e impacto social.

1.3.6. Importancia de la investigación

La finalidad de la tesis es que se cumplan las políticas mundiales, nacionales y las normas de electricidad para la confiabilidad del sistema y la reducción de las interrupciones que se dan en el sistema para una mejor calidad de suministro y producción de mineral.

Es por ello que se plantea la influencia de la coordinación de protección en la calidad de suministro del sistema eléctrico del

alimentador 7004 de la minera I.R.L, para la reducción del número de interrupciones que se está dando en el sistema eléctrico de la subestación Chumpe.

Determinar situaciones que se presentan en las actividades cotidianas de las empresas de producción minera, este estudio contendrá análisis basado en datos reales de la operación y mantenimiento que son recopilados en función a las condiciones de trabajo que requiere el alimentador 7004 de la Minera I.R.L-Chumpe.

1.4. Alcances de la investigación

1.4.1. Alcance temporal

Teniendo en cuenta las herramientas a utilizar y viendo los diferentes equipos que hay para la medición y ejecución de los trabajos a realizar en una Subestación, se pretende la ejecución de la investigación visitando frecuentemente a la Minera IRL, para su respectivo análisis y toma de datos y así plantear alternativas de solución y su mantenimiento correctivo para la operación que se da respectivamente.

Es por ello que se tiene un alcance en la investigación y mediante la empresa ICG contratistas generales que está a cargo de la Minera irl se tiene la información respectiva en su elaboración de la investigación y su desarrollo respectivo, como base teniendo un acceso a la mina y la Subestación Chumpe.

1.4.2. Alcance geográfico

Se tiene el diagrama unifilar del sistema eléctrico de la subestación y el respectivo plano de ubicación para desarrollar y la investigación que ahora se plantea en la tesis, para ello se tiene presente los diferentes eventos de interrupciones que se da en el sistema eléctrico de la Subestación Chumpe.

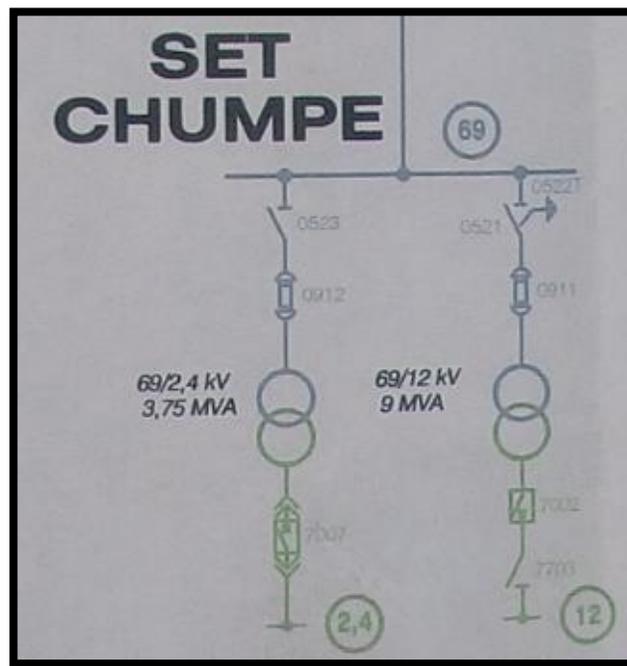


Figura N° 1: Diagrama unifilar S.E.Chumpe

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 2: Subestación Chumpe

Fuente: Elaboración Propia

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitaciones económicas

En cuanto al financiamiento de la investigación de la tesis los recursos para el procedimiento y su viabilidad es respaldado del propio autor de su elaboración de su tesis, aportando a la sociedad y dando solución a los problemas aquejados por la minera irl y su respectiva producción.

El mayor incentivo es ver del lado positivo que va orientado a la carrera de ingeniería eléctrica y su gran evolución en las industrias, también se enfoca en el desarrollo del país para no tener limitaciones a la hora de elaborar el proyecto o tesis de investigación y el presente trabajo

está dado al aporte de la sociedad que compete en el desarrollo profesional.

1.5.2. Limitaciones bibliográficas

Frente a las referencias bibliográficas que se tiene y mediante los antecedentes para la viabilidad de la tesis se plantea enfoques distintos para ser analizados en sus resultados de cada información proporcionada o la búsqueda referente al tema a desarrollar.

Según las normas citadas en cada antecedente nos ayuda ver temas más profundos y actualizados con respecto a la tesis presentado, es por ello que hay información y referentes que dan sostenimiento al desarrollo positivamente.

1.5.3. Limitaciones de información

En la búsqueda de información referente al tema y basadas en la coordinación de protección del sistema eléctrico se tiene diferentes referentes como tesis nacionales e internacionales., proyectos e informes de operación y mantenimiento de subestaciones.

En el caso de la investigación presentado se tiene información referente al tema para ello se plantea alternativas de solución que compete en su estudio de las demás tesis y su resultado, para llegar a una óptima calidad de energía.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El estudio de coordinación de protección influye positivamente en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017.

1.6.2. Hipótesis específicas

- a.** La selectividad del equipo tiene una influencia positiva en el nivel de seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017.
- b.** El nivel de protección influirá positivamente en la reducción de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017.

1.7. Descripción de variables y operacionalización de variables

1.7.1. Variable independiente

- Coordinación de protección.

1.7.2. Variable dependiente

- Calidad del suministro.

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Dimensión de variables
<p>VI: Coordinación de Protección.</p>	<p>Coordinar la protección significa definir los tiempos de operación de la protección para permitir la actuación debidamente priorizada de los relés de protección, minimizando los tiempos de actuación y garantizando una apropiada graduación en los tiempos de actuación de todas las protecciones, tanto las principales como las de respaldo. La coordinación de la protección está determinada por la necesaria graduación de tiempos y magnitudes medidas para la correcta y oportuna actuación de todas las protecciones.(COES-SINAC)</p>	<p>Operacionalmente se define la coordinación de protección consiste en seleccionar y ajustar los dispositivos de protección, para lograr una adecuada operación (selectividad) para distintas condiciones de falla; asociar un dispositivo de protección contra los cortocircuitos (fusibles o disyuntor magnético) con un contactor y un dispositivo de protección contra las sobrecargas, con el fin de interrumpir las corrientes de sobrecarga (1 a 10 veces la corriente nominal del motor) o de cortocircuito (> 10 veces la corriente nominal) lo más rápidamente posible y sin riesgo para las personas y las instalaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de protección. • Asociación de los dispositivos. • Selectividad de equipo. • Tiempo de actuación del dispositivo. • Graduación de tiempos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Graduación de tiempos y magnitudes medidas para la correcta y oportuna actuación de todas las protecciones (Hs, s, min, ms, etc.). • Consiste en seleccionar y ajustar los dispositivos de protección (V, KV, etc.). • Operación (selectividad) para distintas condiciones de falla (Hs, s, min, ms, etc.). • Medición de los parámetros de interrupción de los tiempos (Hs, s, min, etc.).

<p>V D: Calidad del Suministro.</p>	<p>Calidad del suministro es el conjunto de parámetros físicos y técnicos que debe cumplir el producto de electricidad. Dichos parámetros son, entre otros, tensión, frecuencia y disponibilidad. Componente de la Calidad de Servicio que permite calificar el suministro entregado por los distintos agentes del sistema eléctrico y que se caracteriza, entre otros, por la frecuencia, la profundidad y la duración de las interrupciones de suministro. (N°9, Art. 1-7, NTCSE).</p>	<p>Operacionalmente se define como la calidad de la energía es la alimentación y puesta de tierra de equipos electrónicos sensibles en una manera que sea adecuado para su operación. Por otra parte hay quien comenta que la calidad de la energía se entiende cuando la energía eléctrica es suministrada a los equipos y dispositivos con las características y condiciones adecuadas que les permita mantener su continuidad sin que se afecte su desempeño ni provoque fallas a sus componentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Tiempo promedio entre fallas. •Nivel de seguridad. •Continuidad de la energía. •Duración de interrupciones. •Frecuencia de interrupciones 	<ul style="list-style-type: none"> •Conjunto de parámetros físicos y técnicos que debe cumplir el producto electricidad (V, KV, etc.). •La calidad de servicio que permite calificar el suministro (Hs, s, min, ms, etc.). •La duración de las interrupciones de suministro (Hs, s, min, ms, etc.). •La estabilidad y variación de la frecuencia en la hora de toma de carga y reposición (60 Hz).
---	--	---	--	--

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.2.1 Nacional

a) Según de acuerdo a la investigación efectuada por William Alexis Garcia (1), en el año 2011 en su tesis denominada (Criterios de Ajuste de los Sistemas de Protecciones Contemplados en el Proyecto de Ampliación del Sistema Eléctrico de Extra-Alta Tensión la Arenosa-Yaracuy a 765 KV de Edelca). En la tesis mencionada la mayoría de fallos en un sistema eléctrico de potencia con una red de líneas aéreas son fallas de una fase a tierra originados predominantemente por

sobretensiones transitorias inducidas por descargas atmosféricas (rayos), otras de las causas más frecuentes de fallas en sistemas de transmisión aéreos, son la ionización del aire por incendios de vegetación, contaminación de cadenas de aisladores, y contactos por caída de árboles o ramas.

La función de protección contra falla (defecto) de interruptores en los relés REL505 estará encargada de disparar solo los interruptores rigurosamente necesarios para aislar o despejar la falla presente en el sistema debido al no disparo de un interruptor en los patios de 765 kV de las subestaciones Arenosa y Yaracuy.

Las señales de entrada de la protección PFI son las corrientes de los TC asociados a cada interruptor, las señales de arranque por disparo de las protecciones de los equipos de potencia protegidos por tal interruptor y la señal de imagen del mismo; mientras que las señales de salida son las ordenes de disparo a los interruptores adyacentes al interruptor defectuoso y señales de envío de disparo transferido a los extremos remotos que apliquen.

Adicionalmente esta protección es la encargada de despejar posibles fallas en “Zona Terminal” o “end fault”, que es el tramo existente entre un TC y un interruptor cuando este se encuentra abierto.

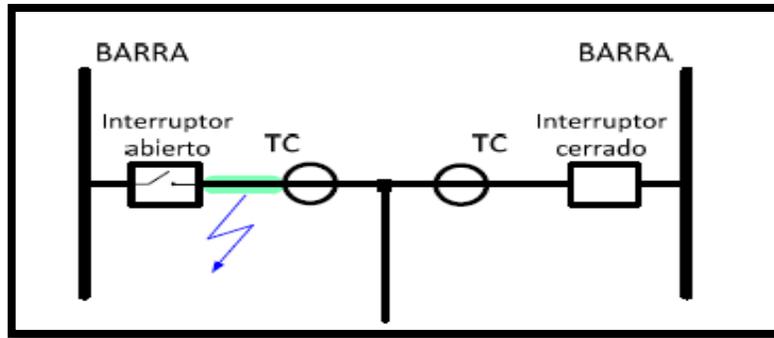


Figura N° 3: Esquema de Protección Zonal Terminal

Fuente: William, 2011 (85).

La zona de protección diferencial del autotransformador AT5 de Yaracuy es “larga”, lo que permite despejar instantáneamente fallas entre sus interruptores correspondientes en el patio de 765 kV o de 230 kV y el AT, en lugar de ser despajadas en respaldo por las líneas de transmisión en el supuesto caso de tener protección “diferencial corta”.

Finalmente en la función de protección de distancia de respaldo del AT5, se concluye usar las dos zonas de medida hacia el AT y una zona de medida hacia el patio de 230 kV. Las zonas 1 y 2 se utilizan para dar respaldo al AT y a las barras de 765 kV, la zona 3 se utiliza para medir en dirección reversa y dar respaldo a las barras de 230 kV.

Además de los esquemas de protección más usuales, la red de 765 kV y su ampliación contempla esquemas que refuerzan el resguardo del sistema de potencia, como lo son el esquema de protección contra pérdida de sincronismo, el esquema de protección contra sobretensiones dinámicas, el esquema de protección contra fallas de transformadores de potencial, esquemas de recierre y mejorar su operación.

b) Según de acuerdo a la investigación efectuada por Rodrigo Tomas Potosi Farinango (2), en el año 2008 en su tesis denominada (Estudio de Coordinación de Protecciones Electricas para las Plataformas Tivacuno Empleando Reles Digitales GE MULTILIN – UR). En la tesis mencionada nos da a entender el mantenimiento periódicamente del nuevo sistema de protecciones es por ello que se tiene en cuenta la verificación de los equipos ya sea a la hora de calibrar o codificar para así ubicarlos inmediatamente en caso de presentarse alguna eventualidad y mejorar la calidad de suministró para posteriormente dar soluciones, mediante normas y procedimientos.

La condición actual de operación del sistema eléctrico se evaluó a través de un estudio de flujo de carga, para verificar corrientes y niveles de tensión con valores medidos en campo. Después de hacer la evaluación técnica de las condiciones de operación del sistema estudiado, se puede decir que dicho sistema depende esencialmente de la alimentación de CADELA. Esta empresa tiene la capacidad de servir toda la carga aunque la planta esté fuera de servicio. Por el contrario, si falla CADELA la S/E Borburata no estaría en capacidad de respaldar la carga de las tres subestaciones.

Se concluye que todos los circuitos analizados presentan las condiciones físicas adecuadas de operación, tanto en factores de potencia como en niveles de tensión. Esto se debe a la ubicación adecuada de bancos de condensadores y al sobredimensionamiento del tipo de conductor instalado a lo largo de los circuitos.

También, las líneas de distribución manejan corrientes muy bajas en comparación con su capacidad nominal, lo que ayuda a que los niveles de tensión no disminuyan a valores muy bajos a lo largo de cada circuito.

Para la evaluación del sistema de protecciones se estudiaron las corrientes de arranque, tipos de curvas tiempo – corriente empleadas y diales de tiempo ajustados en cada equipo.

Se construyeron las curvas tiempo – corriente tanto para protección de fase como para protección de neutro después de un estudio previo de las corrientes de falla máximas trifásicas y monofásicas en los puntos de interés del sistema.

C) Según de acuerdo a la investigación efectuada por Alfredo Jacinto Florián (3), en el año 2007 en su tesis denominada (Software Aplicado al Análisis de Selectividad en los Estudios de Coordinación de Protecciones de Sobrecorriente-Edpsel). En la tesis menciona que los dispositivos de protección de sobrecorriente así como los reles y fusibles tienen su característica de operación bien definida que asocia la magnitud de corriente de falla con el tiempo de operación.

Se quiere que las curvas características de estos dispositivos sean coordinados con curvas parecidas aplicados a transformadores, el cual refleje su capacidad de soportar las corrientes de falla. Tales curvas para las Categorías I, II, III y IV de transformadores (descritos en ANSI/IEEE C57.12.00 1985[2]) son presentados en este apéndice mostrando las curvas de protección para corriente de falla.

Es muy conocido que el daño a los transformadores debido a corrientes de falla es el resultado de efectos térmicos y mecánicos. El aumento de temperatura asociado

con las altas magnitudes de corrientes de falla es absolutamente aceptado, los efectos mecánicos son intolerables si tales fallas se permiten que ocurran con mucha regularidad. Esto es el resultado de la suma de algunos efectos mecánicos, compresión del aislamiento, pérdida de aislamiento y desplazamiento por fricción inducida. El daño que ocurre como resultado de la suma de estos efectos es función no solo de la magnitud y duración de las corrientes de falla, sino también del número total de tales fallas.

Las curvas de protección de corrientes de falla presentados en este apéndice toman en consideración que el daño del transformador es acumulativo, y el número de corrientes de falla al cual el transformador ha estado expuesto es inherentemente diferente para diferentes aplicaciones a transformadores. Por ejemplo, transformadores con los conductores del lado secundario puestos en conductos o aislados en alguna otra forma, así como los encontrados en aplicaciones industriales, comerciales, para los cuales se tiene experiencia reduciendo el número de fallas.

A diferencia, de transformadores con líneas aéreas en el lado secundario, así como los casos encontrados en subestaciones de distribución, que tienen una relativamente alta incidencias de corrientes de falla, y el uso de reconectores puede exponer al transformador a un repetido oleaje de corrientes para cada falla. Para un transformador cualquiera en estas dos aplicaciones, una diferente curva de protección de corriente de falla debería aplicarse, dependiendo del tipo de aplicación.

Para aplicaciones en que la ocurrencia de fallas no es frecuente, la curva debería reflejar en primer lugar las consideraciones por daño térmico, puesto que la

acumulación de los efectos del daño mecánico por corrientes de falla no serán un problema. En aplicaciones donde la ocurrencia de fallas es frecuente la curva de protección debería reflejar el factor de que el transformador será sujeto de la suma de efectos térmicos y mecánicos.

Usando las curvas de protección para elegir la característica tiempo corriente de los dispositivos de protección, el ingeniero en protecciones debería tener en consideración no solo los niveles inherentes de la incidencia de fallas sino también la ubicación de cada dispositivo de protección y su rol en brindar protección al transformador.

El equipo de protección en el alimentador del lado secundario es la primera línea de defensa contra las corrientes de falla y su característica será elegida referida a la curva a frecuente incidencia de fallas. Mas claro, la característica del dispositivo de protección debe estar por debajo y a la izquierda de la curva del transformador. Dispositivos en el lado secundario y primario del transformador comúnmente trabajan para proteger contra fallas solo en el raro caso que la falla ocurra entre el transformador y el dispositivo del alimentador, o en el caso que el dispositivo de protección del alimentador falle al operar o trabaje demasiado lento debido a un mal ajuste.

Las características de estos dispositivos deber ser elegidos referidos a las curvas de transformador con baja incidencia de fallas. Además estas curvas deben ser elegidas para lograr coordinación con varios dispositivos de protección. A diferencia de los transformadores con conductores secundarios protegidos (cables o

conductores en canaletas) los cuales tienen baja incidencia de fallas. Por lo tanto, los dispositivos de protección de los alimentadores podrían ser elegidos referidos a la curva de transformador con poca incidencia de fallas. La protección en ambos lados del transformador en este caso también pueden ser aplicados. También se debe conseguir que estas curvas coordinen con otras protecciones.

Estos fusibles tienen dos características conocidas, “Minimum Melting Time” y “Total Clearing Time”. Estas características para un fusible de expulsión puede ser dibujada como sigue:

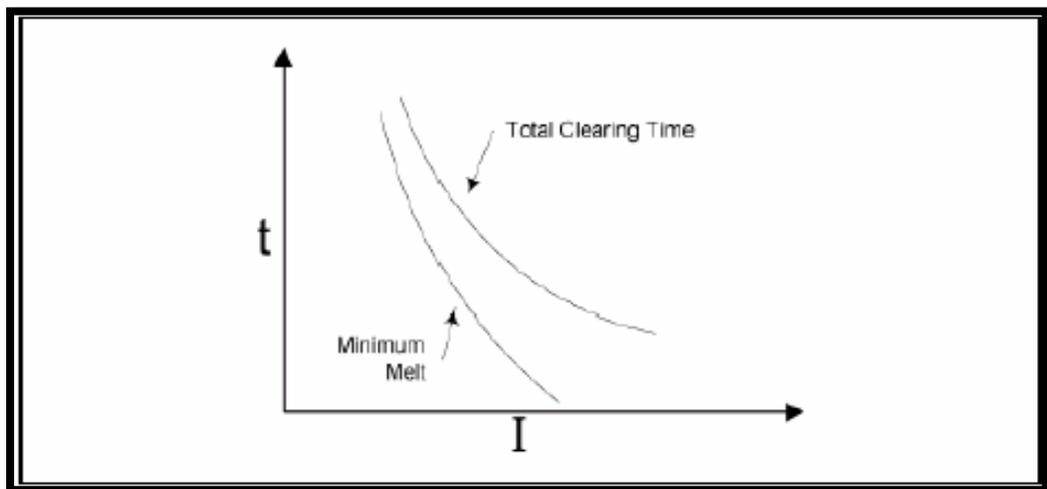


Figura N° 4: Características para un fusible de expulsión.

Fuente: Alfredo, 2007 (28).

Minimum Melting Time: Esta curva es la relación tiempo corriente para un fusible, para el cual el elemento fusible recién empieza a fundirse. **Total Clearing Time:** Esta curva es la relación tiempo corriente para el cual el fusible despejará una corriente de falla, efectivamente aislando la longitud de la línea fallada.

Para un reconectador automático curvas similares también son usadas. La primera es la “Relay Response Curve” y la segunda la “Total Clearing Time”. La curva “Total Clearing Time” es igual a tiempo de respuesta del relé más el tiempo de operación del mecanismo del recloser.

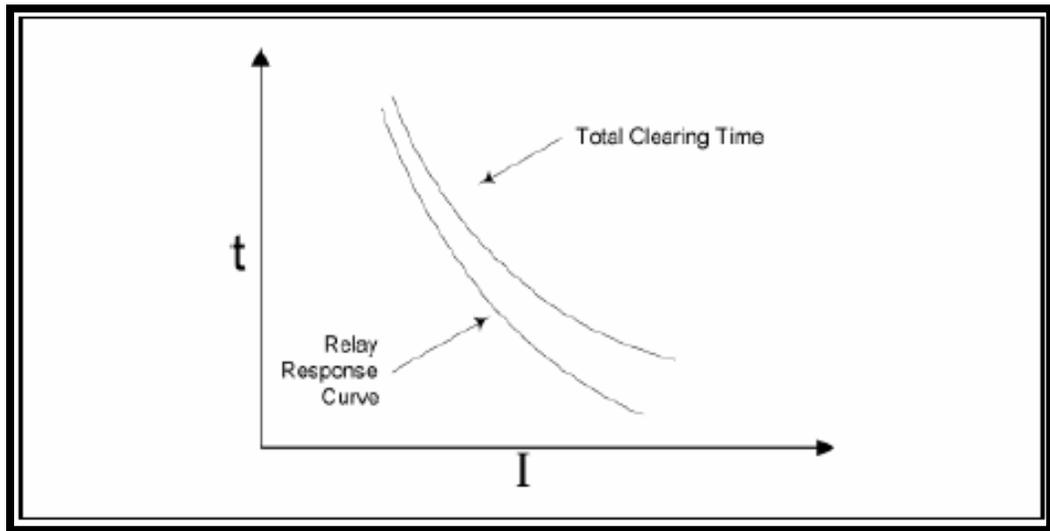


Figura N° 5: Tiempo de respuesta del relé y recloser.

Fuente: Alfredo, 2007 (28).

2.2.2 Internacional

a) Según de acuerdo a la investigación efectuada por Fabiola Coromoto Velazco Velazco (4), en el año (2005) en su tesis denominada “Revisión de la Coordinación de Protecciones del Sistema Eléctrico PDVSA sur área Operacional Barinas”. En la tesis mencionada tiene como objetivo incrementar la confiabilidad de los elementos de protección es por ello que se tiene que mejorar el sistema de protecciones asociado al sistema eléctrico de PDVSA. Con la finalidad de mejorar los tiempos e intervalos de coordinación entre los mismos, ya que actualmente éstos son muy cortos.

Simulación de flujo de carga y niveles de C.C. del sistema eléctrico en estudio. Esta etapa consistió en la verificación y validación de los niveles de tensión y corrientes con los valores obtenidos en campo, así como también, la obtención de las corrientes máximas de falla en la barra de 13.8 kV de cada subestación y puntos de interés a lo largo de cada circuito.

Los pasos seguidos en esta etapa fueron los siguientes:

- Obtención del flujo de carga por medio del programa ETAP en condiciones normales de operación con la finalidad de obtener el flujo de potencia, niveles de tensión y corrientes consumidas por subestación y circuito para compararlas con los valores reales.

- Obtención del flujo de carga en condición de contingencia con el fin de evaluar la disponibilidad de CADELA para servir toda la carga del sistema si la planta de generación HANOVER quedara fuera de servicio.

- Se calculó el nivel de cortocircuito en cada una de las barras de 34.5 kV y 13.8 kV, aguas abajo de los reconectores de campo y fusibles asociados y en puntos lejanos en el extremo de cada circuito para verificar el respaldo de las protecciones para la corriente mínima de falla en el extremo final del alimentador principal.

Evaluación de las Condiciones actuales de operación del sistema eléctrico en estudio. Esta etapa se basó en la comparación de los valores de tensión y corriente obtenidas en el trabajo de campo con los valores obtenidos en la simulación hecha en el programa ETAP, el cual fue el soporte para el diagnóstico de los parámetros técnicos del sistema en estudio.

Los pasos seguidos en esta etapa fueron:

- Evaluación del consumo de potencia por circuito y subestación en condiciones normales de operación y bajo contingencia, analizando la capacidad disponible del sistema para suplir energía con la adición futura de carga.

- Evaluación de los tipos de conductores instalados comparando su capacidad nominal de corriente con el valor real que manejan, observándose claramente, que el sistema está sobredimensionado.

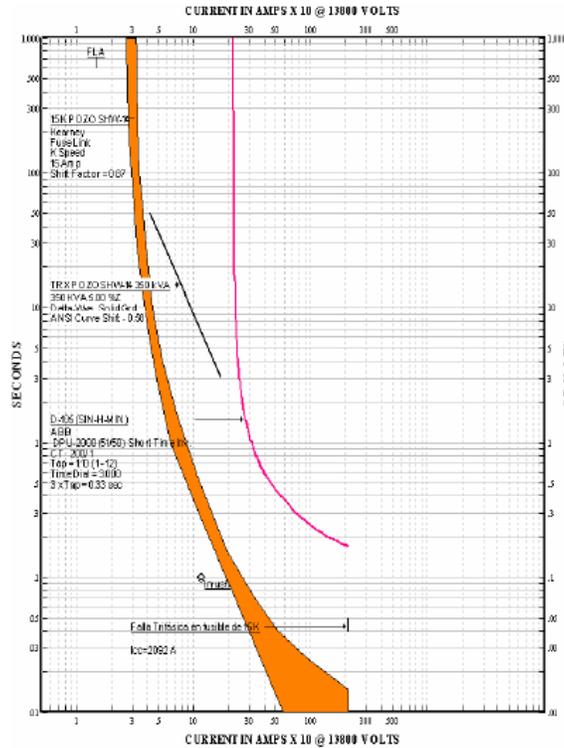


Figura N° 6: Coordinación actual de fase del circuito Sinco.

Fuente: Coromoto, 2005 (66).

b) Según de acuerdo a la investigación efectuada por Albarrasin Edwin Oswaldo Segovia (5), en el año (2010), en su tesis denominada “Coordinacion de Protecciones en el Alimentador de Disitribucion Cerro 8”. En la tesis mencionada trata de la curva de coordiancion de los equipos como el transformador y alimentadores para la viabilidad del sistema frente a ello ver la respuesta de los equipos de proteccion y conjuntamente con las fallas temporales que se pudiera presnetar en el sistema.

Se ponen como condiciones al trabajo que la frecuencia de las operaciones de recierre a los consumidores fundamentales del circuito sea mínima, y en caso de que

se sufran recierres que sea limitado a uno. Por ultimo tenemos que decir que la frecuencia de interrupciones es la medida que permite conocer el número promedio de veces que se interrumpe el servicio de energía eléctrica a un sistema en un período de tiempo dado, y esta puede aumentar debido al mal funcionamiento de los equipos de protección eléctrica o a problemas de mantenimiento.

Se han calculado con base a la información de la OBE Cerro y utilizando el programa Parlinec los valores de los cortocircuitos necesarios para el ajuste y coordinación de las protecciones del alimentador bajo estudio. Se ubica el recerrador de acuerdo a las restricciones planteadas por la OBE en lo relacionado con consumidores de primera categoría.

Se seleccionan los fusibles de todos los transformadores del alimentador. Se seleccionan y coordinan con los fusibles aguas abajo los fusibles de los ramales secundarios. Como no se dispone de mediciones, se estima la corriente de carga máxima de cada alimentador teniendo en cuenta el factor de carga de los alimentadores en el momento del pico, según información suministrada por la OBE. El estimado siempre es superior a la realidad pues las intensidades se suman como si estuvieran en fase.

Se ajustan las protecciones de fase y tierra del recerrador y se coordina con las protecciones aguas abajo y con el fusible del ramal secundario que lo alimenta. Dado los altos valores de las corrientes de cortocircuito se hace necesario utilizar una característica extremadamente inversa en las curvas lentas del recerrador para poder coordinar con el fusible aguas arriba. Por debajo del recerrador se utilizan

seccionalizadores con tres conteos y tiempo de apertura de 0,5s. En todos los casos se ha verificado el tiempo de operación de las protecciones con las curvas de daño correspondiente.

C) Según de acuerdo a la investigación efectuada por Jorge Martínez Mendoza (6), en el año 2010 en su tesis denominada (Coordinación de Aislamiento en una Subestación Eléctrica de Maniobra de 230 kv). En la tesis mencionada se elaboró el estudio de coordinación de aislamiento, tomando en cuenta todas las sobretensiones que se pueden presentar en la subestación, tanto internas como externas y partiendo de estos datos se procede a determinar la distancias dieléctricas requeridas, tanto para un adecuado funcionamiento así como para el personal que labora en esta área, lo cual nos permite calcular las distancias de aislamiento necesario en todas y cada una de las partes que integran a la subestación.

Para esto se utiliza los métodos de la norma IEC 60071-1 y 2, como son el nivel básico de aislamiento al impulso por rayo (NBAI), el nivel básico de aislamiento por maniobra (NBAM); y el método de densidad de sal depositada (DESD), utilizado para subestaciones que se encuentran afectadas por contaminación salina; y con los resultados de estos se puede comparar y observar cual es el más conveniente y el más adecuado.

Cada método nos proporciona diferentes resultados los cuales nos brindan diferentes opciones de protección, ya sea por sobretensiones externas como son descargas atmosféricas o sobretensiones internas a la frecuencia natural del sistema; utilizando para los modelos como son el blindaje electrostático utilizado por CFE e

IEEE, el método electrogeométrico de IEEE (esfera rodante) y el método gráfico de Wagner, y para las protegernos de las segundas usamos el apartarrayos del cual se calculan sus características a partir de los requerimientos del equipo que se utilizará en la subestación.

Con todo los cálculos realizados y utilizando los diferentes métodos ya mencionados podemos observar, afirmar y cotejar que todos los resultados concuerdan con los hechos por CFE, tanto los cálculos realizados para descargas atmosféricas así como los de blindaje; también se puede observar que el blindaje utilizado por CFE es bueno, ya que el método geométrico usando bayonetas combinado con la protección redundante de los hilos de guarda (H.G.) es la adecuada.

2.2. Base teórica

2.2.1. Coordinación de protección del sistema eléctrico

Coordinar la protección significa definir los tiempos de operación de la protección para permitir la actuación debidamente priorizada de los relés de protección, minimizando los tiempos de actuación y garantizando una apropiada graduación en los tiempos de actuación de todas las protecciones, tanto las principales como las de respaldo. La coordinación de la protección está determinada por la necesaria graduación de tiempos y magnitudes medidas para la correcta y oportuna actuación ante cualquier interrupción. (7)

2.2.2. Criterios de ajuste y coordinación de la protección

Para establecer los criterios de ajuste y coordinación de la protección se debe considerar lo siguiente:

Las protecciones principales y de respaldo cuando sean protecciones unitarias solamente requieren ajustes con respecto a las características de operación de los correspondientes equipos; y en consecuencia, en el presente documento solamente se menciona de manera general algunas recomendaciones para este ajuste. Las protecciones principales y de respaldo cuando sean protecciones graduadas serán ajustadas y coordinadas de acuerdo a lo establecido en el presente documento.

Las protecciones preventivas y las protecciones incorporadas en los equipos serán ajustadas de acuerdo a los criterios de cada proyecto y siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de los equipos, las cuales están vinculadas a las garantías proporcionadas para cada equipo y su reajuste en el sistema eléctrico. (7)

2.2.3. Principios generales para el ajuste y la coordinación de la protección.

Se debe definir la operación de los relés de protección para detectar las fallas, el funcionamiento anormal del sistema y las condiciones indeseadas de los equipos. El ajuste y la coordinación de la protección deben tener las siguientes características:

- ✓ Sensibilidad para detectar estas condiciones por muy incipientes que éstas sean.

✓ Velocidad para detectar estas condiciones lo más prontamente posible.

En una protección unitaria que comprende solo una zona de protección, la sensibilidad debe como límite distinguir la operación normal de la condición de falla. En cambio, en una protección graduada que alcanza más de una zona, la sensibilidad tiene como límite o meta detectar las fallas con la mínima corriente de falla, la cual se produce con la mínima generación en el extremo de las zonas vecinas a la zona protegida.

La velocidad de una protección está ligada al tiempo de operación de los siguientes componentes:

1. El tiempo de operación del Relé que debe ser como máximo de dos ciclos. Cuando se aplica un esquema de tele protección se debe agregar el tiempo de transmisión de las señales.

2. El tiempo de operación del Interruptor que varía entre dos y cuatro ciclos, según el nivel de tensión.

El criterio antes mencionado es aplicable a la protección primaria que debe actuar sin ninguna temporización. Para la protección secundaria se tiene los siguientes límites:

- ✓ El tiempo de crítico de extinción de la falla por razones de estabilidad.
- ✓ El tiempo que los equipos e instalaciones soportan un cortocircuito sin daño físico y sin afectar la seguridad de las personas.

Es una buena práctica generalizada utilizar 500 ms en los diseños de seguridad de las puestas a tierra; y de otra parte, es también una práctica aplicar este mismo tiempo como límite de exigencia por cortocircuito a los equipos, con la finalidad de cuidar su vida útil. Por esta razón, es recomendable limitar los tiempos de extinción de la falla por parte de las protecciones a 500 ms. Se debe notar que este tiempo incluye la apertura del interruptor ante el evento suscitado y rápida actuación frente a ello. (7)

2.2.4. Selectividad de la protección

La selectividad de la protección requiere un apropiado ajuste para detectar todas las fallas en su(s) zona(s) de protección; pero, también requiere una actuación debidamente coordinada.

La función objetivo del ajuste y la coordinación de la protección, será la total selectividad con la máxima sensibilidad y la máxima velocidad. Sin embargo, en la realidad estas características no pueden ser todas maximizadas de manera independiente, ya que están relacionadas entre sí. Cuando se incrementa una de ellas lo más probable es que se disminuya las otras dos. (2)

2.2.5. Fiabilidad y seguridad de la protección

Con la finalidad de asegurar una buena fiabilidad de la protección, se recomienda que la protección principal sea redundante; es decir, se debe tener dos relés de protección físicamente diferentes (protección primaria y secundaria), los cuales deben operar de manera independiente uno del otro y de ser posible contar con baterías de alimentación diferentes.

Estas protecciones actuarán en paralelo; es decir, cualquiera de ellas efectuará la acción de disparo de los interruptores. Cuando la seguridad de la protección que otorga un elemento puede ser insuficiente, se recomienda emplear dos elementos de protección que deben actuar en forma simultánea para efectuar una acción de disparo a un interruptor.

Es decir, los contactos de estos elementos deben ser conectados en serie para que la acción sea válida. (2)

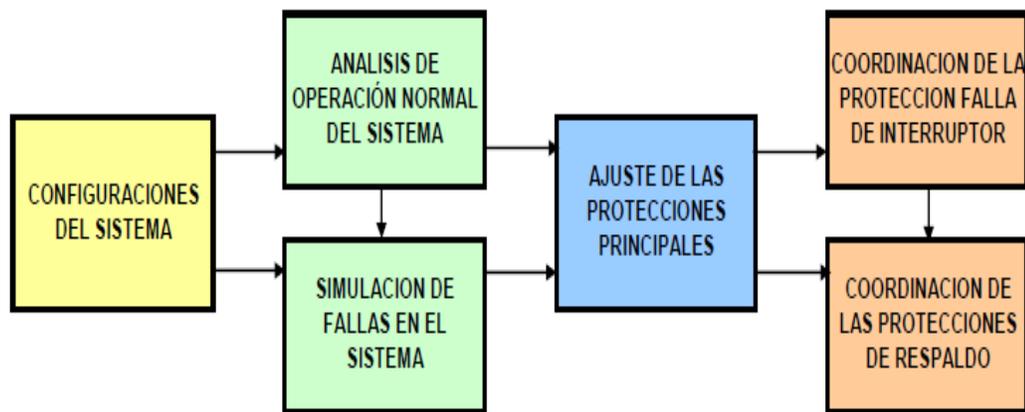


Figura N° 7: Proceso de ajuste y coordinación de la protección

Fuente:COES- SINAC

La coordinación de la protección tenemos para el cálculo de manera manual las formulas dadas de un claro ejemplo seria entre un Recloser y fusibles tipo T, se cuenta con la características de operación del Recloser.

$$t = \frac{80 * TMS}{(I^2 - 1)} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

t = tiempo de disparo.

TMS = Factor multiplicador del tiempo.

I = Múltiplo de la corriente de disparo, fijado por el usuario.

2.2.6. Duración de interrupciones

Interrupción del suministro de energía eléctrica, estas interrupciones, causadas por fallas en las plantas generadoras, en cortes en las líneas de distribución o desconexión de la carga debido a sobrecarga del sistema, se caracterizan por la pérdida total del suministro por más de un minuto.

Tenemos algunos parámetros de calidad que nos ayudan a definir bien la calidad de suministro. Confiabilidad del servicio, desviaciones de la frecuencia, desviaciones y fluctuaciones tensión, desviaciones de la tensión nominal o de trabajo, fluctuaciones rápidas de la tensión (flicker), modulaciones en la onda de tensión, sobretensiones, distorsión de la onda de tensión y corriente y el contenido de armónicos superiores en las ondas de tensión y corriente, asimetría de las tensiones trifásicas. (8)

2.2.7. Tiempo promedio entre fallas

Las interrupciones de tensión es el bajón para 1-10% de U_{ref} y se caracterizan sólo por la duración.

Las perturbaciones de tensión son consideradas:

- $\Delta t < T/2$ Transitorias
- $T/2 < \Delta t < 30T$, Instantáneos
- $30T < \Delta t < 3$ s, Momentáneos
- $s < \Delta t < 1$ min, Temporales
- $\Delta t > 1$ min, Sostenida

Donde:

- $\Delta t < T/2$; Transitorias: Es la variación del tiempo. La corriente eléctrica en la que el flujo de cargas o bien tiende a extinguirse por cesar la causa que lo produce.
- $T/2 < \Delta t < 30T$; Instantáneos: Es el tiempo promedio de actuación en un tiempo dado.
- $30T < \Delta t < 3$ s; Momentáneos: Son causadas por los armónicos y flickers que se da en el sistema eléctrico.
- $s < \Delta t < 1$ min; Temporales: Es una subida o incremento de la tensión.
- $\Delta t > 1$; Sostenida: Hay permanencia de incremento de tensión en un tiempo dado o estimado.

2.2.8. Estudio de la actuación del sistema

Según la selección de los dispositivos de actuación frente a la coordinación de protección en el sistema eléctrico debe de ser instantáneo, eficaz al momento de presentar cualquier tipo de falla en el sistema para lo cual se debe cumplir con las propiedades que nos ayudan a ver la seguridad y protección de los equipos y parámetros establecidos para una buena actuación en el sistema, es así que son las siguientes:

a). Selectividad: Es la cualidad de los dispositivos de protección que les permite discriminar la ubicación de la falla dentro de cada zona de protección, con el objetivo de aislar exclusivamente el equipo fallado, manteniendo en servicio al resto del sistema en este caso sería al resto de los alimentadores.

b). Velocidad: Nos permite aislar la falla, que se presenta en determinada zona de protección, en el menor tiempo posible (instantáneo), por ello se tiene en cuenta el tiempo de coordinación del equipo a la hora de actuar frente a ello.

c). Confiabilidad: Se expresa la operación correcta y continua, ante situaciones en las cuales está diseñado para operar. Teniendo en cuenta la superación de los tiempos de coordinación.

d). Sensibilidad: Nos ayuda a detectar la falla de mínimo nivel que ocurra dentro de su zona de operación o la menor variación de su magnitud que controla respecto de la magnitud de referencia o ajuste para la calidad del suministro en el sistema eléctrico.

e). Seguridad: Expresa el grado de certeza y confiabilidad de que estos dispositivos operen correctamente, sin errores.

f). Estabilidad: La cualidad de los dispositivos se muestran insensibles a las condiciones normales de carga y para las condiciones de fallas externas de las zonas previamente definidas.

g). Exactitud: La cualidad de los dispositivos de protección que permite operar con el mínimo error, respecto a la magnitud teórica de ajuste. (1)

2.2.9. Fusibles de media tensión

Existe una gran variedad en fusibles para media y alta tensión, tanto en niveles de corriente y tensión, como en características constructivas y de operación. Antiguamente los fusibles eran finos hilos de cobre o plomo, colocados al aire, lo cual tenía el inconveniente de que al fundirse saltaban pequeñas partículas incandescentes, dando lugar a otras averías en el circuito.

Actualmente la parte o elemento fusible suele ser un fino hilo de cobre o aleación de plata, o bien una lámina del mismo metal para fusibles de gran intensidad, colocados dentro de unos cartuchos recubiertos interiormente con sustancias que al calentarse emiten gases que salen por la parte inferior del cartucho produciendo así un efecto de soplado que ayuda a la extinción del arco.

Los cartuchos fusibles son protecciones desechables, cuando uno se funde se sustituye por otro en buen estado. Atendiendo a la rapidez de fusión, los cartuchos fusibles se clasifican según la tabla. (5)

Tabla N° 1: Tipos de cartuchos fusibles.

TIPO	SEGÚN NORMA	UNE
FUSIBLES RÁPIDOS	gF	gl, gI,F, Instantes
FUSIBLES LENTOS	gT	T, FT, Tardofus
FUSIBLES DE ACOMPAÑAMIENTO	aM	A, FA, Contanfus

Fuente: Segovia, 2010 (18)

Fusibles Lentos (gT).- Son los menos utilizados, empleándose para la protección de redes aéreas de distribución generalmente, debido a los cortocircuitos momentáneos que los árboles o el viento pueden hacer entre los conductores.

Fusibles Rápidos (gF).- Se emplean para la protección de redes de distribución con cables aislados y para los circuitos de alumbrado generalmente.

Fusibles de Acompañamiento (aM).- Son un tipo especial de cortacircuitos, diseñado para la protección de motores eléctricos.

Los cartuchos fusibles de los tipos gF y gT bien elegidos, en cuanto a intensidad de fusión, se emplean también como protección contra sobrecargas, principalmente en instalaciones de alumbrado y de distribución, pero nunca debe de emplearse el tipo aM, ya que éstos, como ya se dijo, están diseñados especialmente para la protección contra cortocircuitos de los motores eléctricos.

Si se llama I_f a la intensidad a la cual ha de fundir un fusible, los tres tipos antes mencionados, se diferencian en la intensidad que ha de atravesarlos para que fundan en un segundo.

- Los fusibles lentos funden en un segundo para $I = 5 I_f$
- Los fusibles rápidos funden en un segundo para $I = 2,5 I_f$
- Los de acompañamiento funden en un segundo para $I = 8 I_f$

Cada cartucho fusible tiene en realidad unas curvas de fusión, que pueden diferir algo de las definiciones anteriores, dadas por los fabricantes. En la (Figura N° 6), se ve algunos tipos de cartuchos fusibles, así como unas curvas de fusión orientativas, de los tres tipos existentes.

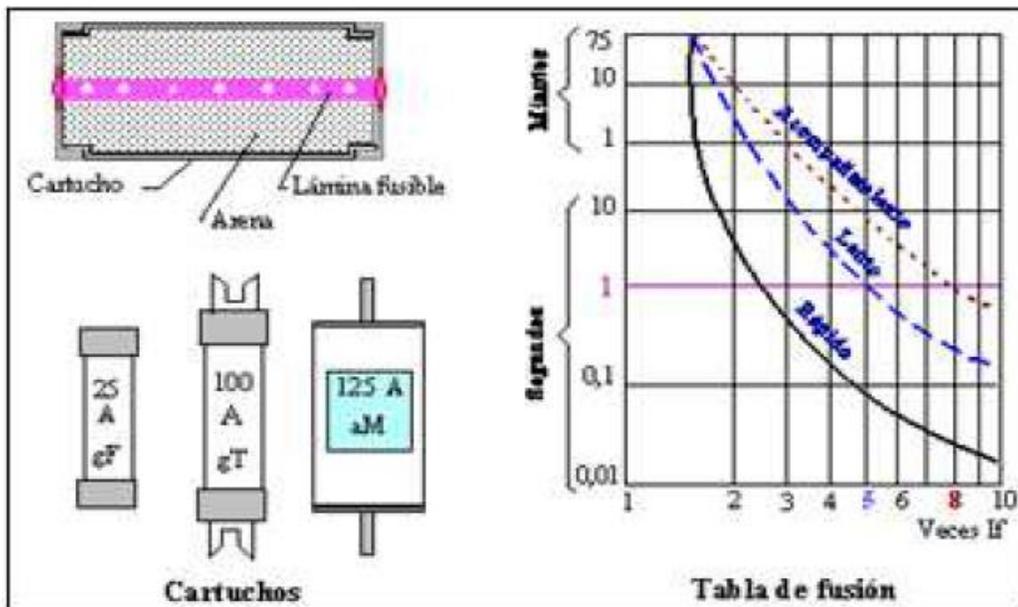


Figura N° 8: Tipos de cartuchos y curvas orientativas de fusión

Fuente: Segovia, 2010 (18).

2.2.10. Fusibles tipo “K”

Los fusibles tipo “K” están diseñados de acuerdo con las normas NMX - J - 227 - 1996 - A N C E, IEEE C37.42 - 1994 y ANSI C37.42. Los fusibles tipo “K” pueden ser recorridos por el 150% de su corriente nominal sin sufrir daño en el elemento fusible o en el Cut-Out donde está instalado.

El fusible puede soportar un esfuerzo de tracción de 4,5 daN, aplicado entre los extremos del mismo sin que, después de realizado el esfuerzo, se observen variaciones que puedan perjudicar las características mecánicas o eléctricas del fusible. Los fusibles tipo “K” aseguran la protección del sistema por ser fabricados con precisión. Los materiales usados se encuentran bajo constante control durante el proceso de fabricación. En los puntos críticos del proceso, rígidas inspecciones son hechas y antes del empaquetado se realizan pruebas mecánicas. (5)

2.2.11. Calidad de suministro en el sistema eléctrico

La Calidad de Suministro en cada sistema eléctrico se expresa en función de la continuidad del servicio eléctrico a los clientes, es decir, de acuerdo a las interrupciones del servicio por deficiencias originadas en el mismo sistema. Las interrupciones del servicio eléctrico en el sistema eléctrico que haya ocurrido por fallas en las instalaciones de generación y/o transmisión del SEIN, serán tratadas conforme a lo establecido en el numeral, las mismas que no son consideradas en el cálculo de los indicadores definidos en el numeral.

Para evaluar la Calidad de Suministro, se toman en cuenta indicadores que miden el número de interrupciones del servicio eléctrico y la duración de las mismas,

originadas en el sistema. El Período de control de interrupciones es de seis (6) meses calendario de duración. (9)

2.2.12. Definición de calidad de suministro

De acuerdo al artículo 223° del D.S. N°327/97, la calidad del suministro es el conjunto de parámetros físicos y técnicos que, conforme al reglamento y las normas técnicas pertinentes, debe cumplir el producto electricidad. Dichos parámetros son, entre otros, tensión, frecuencia y disponibilidad.

Teniendo en cuenta como base la definición de calidad y con el objetivo de precisar, dar a conocer y ser entendible se utilizará los siguientes conceptos:

- Calidad de servicio técnico: conjunto de parámetros físicos y técnicos que determinan la calidad del suministro eléctrico propiamente tal, como por ejemplo la continuidad de servicio, regulación de voltaje y frecuencia, etc.
- Calidad de servicio comercial: conjunto de parámetros que tengan relación con la atención directa e indirecta al usuario, por parte de la empresa proveedora, como por ejemplo la facturación y medición, atención de reclamos y consultas, entrega de información, etc. (9)

2.2.13. Estándares de la calidad del servicio

En este capítulo se mostrara diversos casos de alteraciones de la calidad de la energía, para lo cual es necesario definir los conceptos de calidad de voltaje y calidad de la corriente.

- ❖ **Calidad del voltaje:** referido a las desviaciones de voltaje del ideal.

El voltaje ideal es una onda de frecuencia constante única y magnitud constante. La limitación de este término es que solo toca lo concerniente a los aspectos técnicos y dentro de estos aspectos técnicos descuida la distorsión de la corriente. El término calidad del voltaje es regularmente usado, especialmente en las publicaciones europeas. Esto puede ser interpretado como la calidad del producto entregada por la distribuidora hacia los clientes. Una definición complementaria puede ser la calidad de la corriente. (9)

❖ **Calidad de la corriente:** referido con las desviaciones de la corriente de la ideal.

La corriente ideal, así como el voltaje, es una onda de frecuencia constante única y magnitud constante. Un requerimiento adicional es que esta onda sinusoidal está en fase con la onda de voltaje. Así la calidad de voltaje está referido con la calidad que la distribuidora entrega al cliente y la calidad de la corriente referido a la calidad que toma el cliente de la distribuidora. Por supuesto que el voltaje y la corriente están fuertemente relacionados y uno de estos parámetros está desviado de su ideal es difícil que el otro permanezca en su ideal. (9)

2.2.14. Estándares IEC, IEEE, NTCSE

❖ **Calidad del voltaje:**

Hubo y habrá muchos argumentos acerca cual término usar en la interacción por parte del cliente (carga del sistema). Mucha gente usa el término “calidad de la energía” sin embargo este término está propenso a ser criticado. La mayor objeción

contra el uso del término es que uno no puede hablar de la calidad de una cantidad física como la potencia.

A pesar de las teorías la presente tesis usara el término de Calidad de la Energía, aun no sea una perfecta descripción del fenómeno.

La definición dada por la IEC 61000-1-1. La compatibilidad electromagnética (CEM) es la capacidad de un equipo o sistema de funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables a ningún otro componente en dicho ambiente. En aquellos casos en los que, por las características especiales de los receptores, no se den las condiciones de CEM, se puede proceder a la inmunización de los equipos, recurriendo a los llamados sistemas de corrección de perturbaciones.

Recientemente la IEC a través de su proyecto de Calidad de la energía ha considerado el siguiente concepto: conjunto de parámetros definiendo las propiedades de la calidad de la energía suministrada al usuario en condiciones normales de operación en términos de continuidad de suministro y características de voltaje. (Simetría, frecuencia, magnitud, forma de onda).

Calidad del servicio eléctrico se define como: cualquier problema de potencia eléctrica manifestado en desviaciones del nivel de tensión, corriente o frecuencia que resulta en daños o mala operación de los equipos del usuario final.

Heydt, se refiere al suficiente grado de seguridad del servicio eléctrico en base a las medidas, análisis y mejoras que se puedan realizar en los nodos de tensión

(nodos), a fin de mantener la tensión en niveles adecuados de magnitud y forma sinusoidal, incluyendo por supuesto la frecuencia.

Gunther y Mehta (IEEE) = Power Quality, como un término que es directamente proporcional a las variaciones paramétricas en la energía eléctrica suministrada a los usuarios de esta.

Para especificar medidas correctivas adecuadas, que representan una relación balanceada costo/ beneficio, es preciso establecer criterio prácticos sobre los niveles de distorsión permisibles tanto en el sistema de potencia de la planta industrial, como en los límites de distorsión armónica que pueden influir en las líneas de transmisión y distribución de una compañía eléctrica suministradora.

Resulta especialmente delicado establecer un criterio que normalice la relación usuario/compañía suministradora, ya que esta última tiene derecho pedir al usuario que trate de no contaminar su sistema de transmisión y distribución, y el usuario también tiene derecho a pedir el suministro de una energía con la menor contaminación posible. Para lograr estos fines existe ya una normalización avanzada a un nivel mundial, aunque aún en vías de evolución. (10)

2.2.15. Sobretensiones debidas al funcionamiento de equipos (semiconductores)

Los equipos que contienen componentes electrónicos de conmutación también pueden generar perturbaciones eléctricas comparables a las sobretensiones. Sus consecuencias en equipos sensibles, aunque no sean visibles, no son menos importantes: envejecimiento prematuro o averías impredecibles o transitorias.

Además, la interrupción de las actividades de producción en una fábrica, los rayos o los transformadores pueden generar sobretensiones que por sí mismas causan grandes daños en equipos eléctricos cercanos. [7]

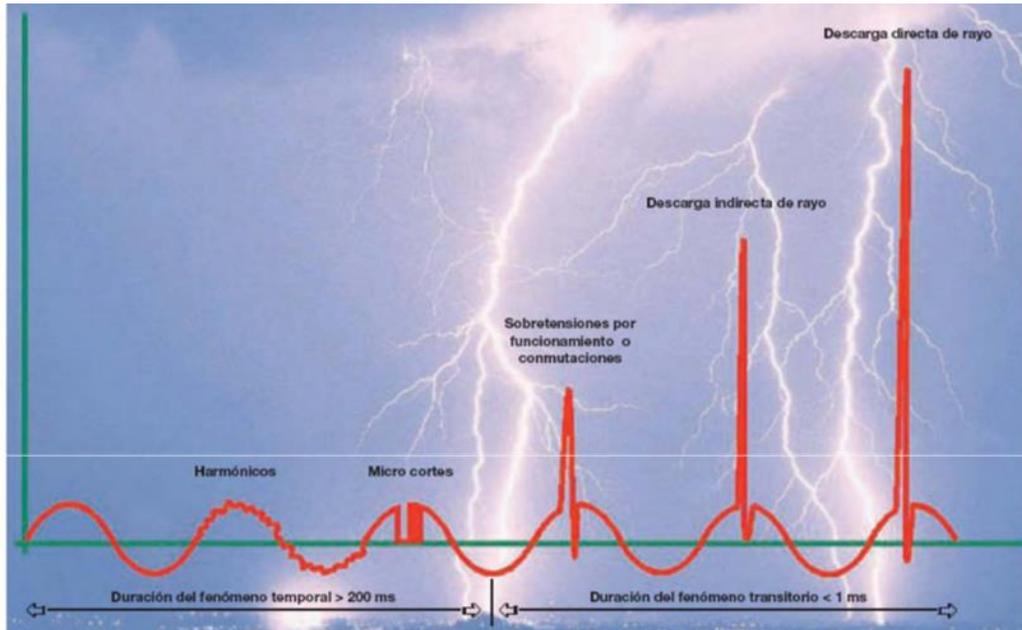


Figura N° 9: Diferentes tipos de perturbaciones

Fuente: Empresa ABB

2.2.16. Consideraciones del control de calidad de suministro de acuerdo a la NTCSE

Para efectos de la norma, no se consideran las interrupciones totales de suministro cuya duración es menor de tres (3) minutos ni las relacionadas con casos de fuerza mayor debidamente comprobadas y calificadas como tales por la autoridad.

Para evaluar la calidad de suministro, se toman en cuenta indicadores que miden el número de interrupciones del servicio eléctrico, la duración de las mismas

y la energía no suministrada a consecuencia de ellas. El periodo de control de interrupciones es de seis (6) meses calendario de duración. (11)

2.2.17. Indicadores de la calidad de suministro

La calidad de suministro se evalúa utilizando los siguientes dos (2) indicadores que se calculan para periodos de control de un semestre.

a.) Número total de interrupciones por cliente por semestre (N).

Es el número total de interrupciones en el suministro de cada cliente y/o cada alimentador durante un periodo de control de un semestre.

$N =$ Número de Interrupciones, (expresada en: interrupciones / semestre)

El número de interrupciones programadas por expansión o reforzamiento de redes que deben incluirse en el cálculo de este indicador, se ponderan por un factor de cincuenta por ciento (50%). El número total de interrupciones por cliente por semestre se redondea al entero inmediato superior.

b.) Duración total ponderada de interrupciones por cliente (D)

Es la sumatoria de las duraciones individuales ponderadas de todas las interrupciones en el suministro eléctrico al cliente durante un periodo de control de un semestre.

$$D = \sum (K_i * d_i), \text{ (expresada en: horas)} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

Di: es la duración individual de la interrupción i.

Ki: son factores de ponderación de la duración de las interrupciones por tipo:

i) interrupciones programadas * por expansión o reforzamiento: $K_i = 0.25$

ii) interrupciones programadas * por mantenimiento: $K_i = 0.50$

iii) Otras: $K_i = 1.00$

Las interrupciones programadas deben ser sustentadas al OSINERG y comunicadas a los clientes con una anticipación mínima de cuarenta y ocho (48) horas.

SI existiese diferencia entre la duración real y la duración programada de la interrupción, para el cálculo de la duración total ponderada de interrupciones por cliente (D) se considera, para dicha diferencia de tiempo (D):

$K_i = 0$, si la duración real es menor a la programada.

$K_i = 1$, si la duración real es mayor a la programada.

2.2.18. Tolerancias

Las tolerancias semestrales de los indicadores N y D establecidos para todos los clientes conectados en distintos nivel de tensión, son:

Tabla N° 2: Niveles de Tolerancias:

Descripción Nivel de Tensión del Cliente	Número total ponderado de interrupciones por cliente (N)	Duración total ponderada de interrupciones por cliente (D) en horas
En Muy Alta y Alta Tensión	2	4
En Media Tensión	4	7
En Baja Tensión	6	10

Fuente: Aguilar, (2005)

En la actualidad, estas tolerancias solo son aplicables para los concesionarios, que vienen a ser clientes de los concesionarios de transmisión y generación, ya que de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 4° del D.S.N° 040-2001-EM del 2001.07.17, los indicadores de calidad del suministro para el sector de distribución típico 2, en el que únicamente se viene aplicando la NTCSE, fueron modificadas de la siguiente manera:

Tabla N° 3: Niveles de Tensión

Descripción Nivel de Tensión del Cliente	Número total ponderado de Interrupciones por cliente (N)	Duración total ponderada de Interrupciones por cliente (D) en Horas
En Muy Alta y Alta Tensión	3	6
En Media Tensión	6	10
En Baja Tensión	8	13

Fuente: Aguilar, (2005)

Asimismo, la NTCSE establece los límites de los indicadores N y D para los clientes en baja tensión de los servicios calificados como urbano –rural, del siguiente modo:

Tabla N° 4: Descripción de Tipo de Servicio

Descripción de tipo de servicio	Número total ponderado de Interrupciones por cliente (N)	Duración total ponderada de Interrupciones por cliente (D) en Horas
Urbano - rural	12	26
Rural	12	46

Fuente: Aguilar, (2005)

2.2.19. Índices DEK y FEK

Adicionalmente a los indicadores establecidos por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, la empresa viene utilizando los índices de continuidad DEK y FEK con la finalidad de contar con un PATRON de MEDIDA que permita comparar los resultados de gestión en relación a la continuidad del servicio eléctrico.

2.2.20. Índice FEK

Frecuencia equivalente de interrupción por potencia instalada, es el número promedio de interrupciones que afecto a cada unidad de potencia instalada en un periodo determinado.

$$\boxed{FEK = \frac{\sum P(i)}{PT}} \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

P (i): potencia instalada afectada por la interrupción (i).

PT: Potencia instalada total de la empresa.



Figura N° 10: Evolución de Número de Interrupciones

Fuente: Informe Minera IRL

2.2.21. Índice DEK

Duración equivalente de interrupción por potencia instalada, es el tiempo promedio en el que cada unidad de potencia instalada quedo interrumpida en un periodo determinado.

$$DEK = \frac{\sum P(i) * t(i)}{PT} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

P(i): Potencia instalada afectada por la interrupción (i).

t(i): Duración de la interrupción en horas.

PT: Es la potencia instalada total de la empresa.

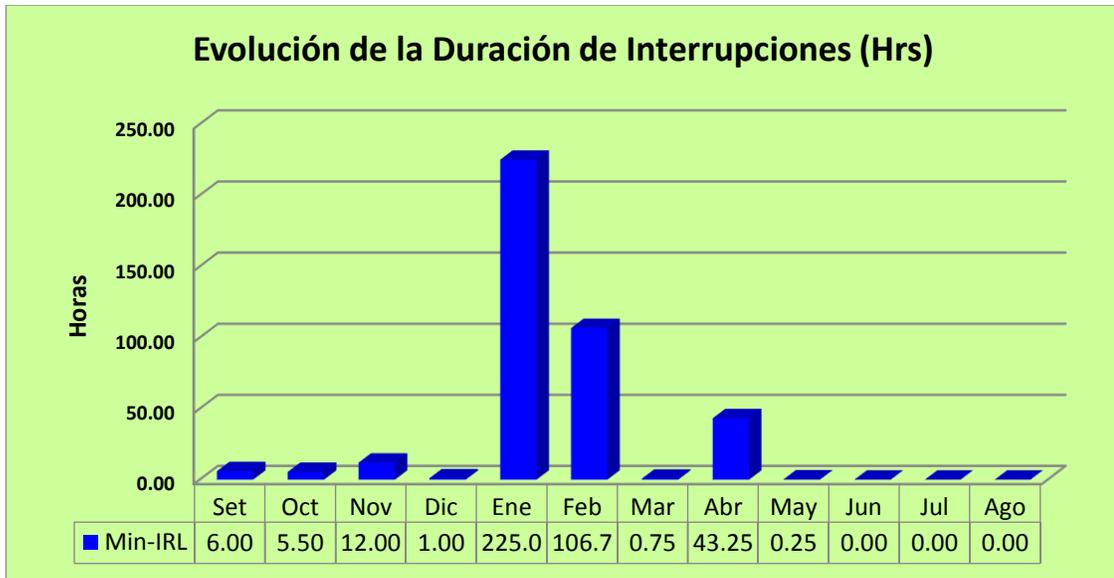


Figura N° 11: Evolución de la Duración de Interrupciones (Hrs)

Fuente: Informe Minera IRL

2.2.22. Coordinación

La selección del calibre del fusible, por medio del empleo de tablas o aplicando el factor de $1.5 I_N$, está supeditada a la coordinación con los elementos de protección aguas arriba y aguas abajo.

Para el estudio de coordinación se debe tener en cuenta las curvas de mínimo tiempo de fusión y máximo total de aclaración. En otras palabras para tener certeza de una correcta protección, es necesario comprobar la selectividad entre los elementos de protección, graficando en un papel logarítmico – logarítmico las curvas de operación.

Tiempo máximo para librar una falla del fusible protector, no debe exceder un 75% del tiempo mínimo de fusión del fusible protegido.

Esto permite un calentamiento normal del fusible protegido y evita su sobrecarga.

$$\boxed{TC \leq 0.75 TM} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

TC: tiempo dado por la curva máxima de fusión del fusible protector.

TM: tiempo dado por la curva mínima de fusión del fusible protegido.

Estos valores permiten coordinar los fusibles protector y protegido de manera adecuada.

Es necesario tener presente las temperaturas extremas y las cargas precargas que afectan las características tiempo – corriente.

Se tiene el cuadro de tiempo – corriente que nos ayuda a analizar las diferentes características que actúan frente a las temperaturas que varían en la subestación chumpe y línea de llegada que esta propenso a ser salida de cualquier interrupción en el sistema causadas por fenómenos de la naturaleza. (5)

Tabla N° 5: Características Tiempo – Corriente

In, Fusible (K , T o H), Seg.	I continua (A)
6	9
8	12
10	15
12	18
15	23
20	30
25	38
30	45
40	60
50	75
65	95
80	120
100	150
140	190
200	300

Fuente: Aguilar, (2005)

2.2.36. Diferentes Tipos de Tensión

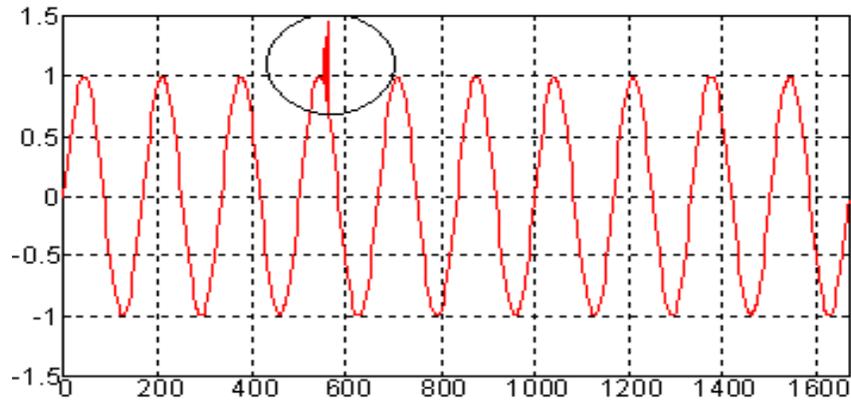


Figura N°12: Pico de tensión

Fuente: Sánchez, 2009 (35).

Depresión de tensión (sags): Es un decremento momentáneo (varios ciclos de duración) en el nivel de tensión. Es debido a la conexión de grandes cargas, descargas atmosféricas y fallas en la red eléctrica.

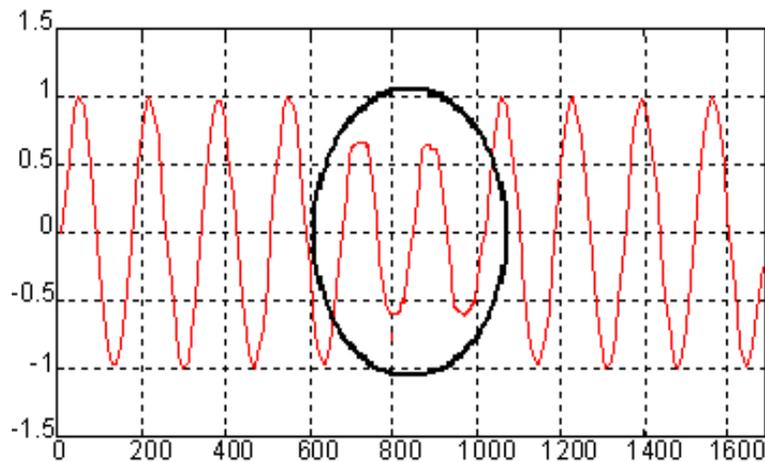


Figura N°13: Depresión de tensión

Fuente: Sánchez, 2009 (35).

Aumento de tensión (swell): Es un incremento de la tensión de varios ciclos de duración. Es ocasionado por la desconexión de cargas grandes y no llega a ser una sobretensión.

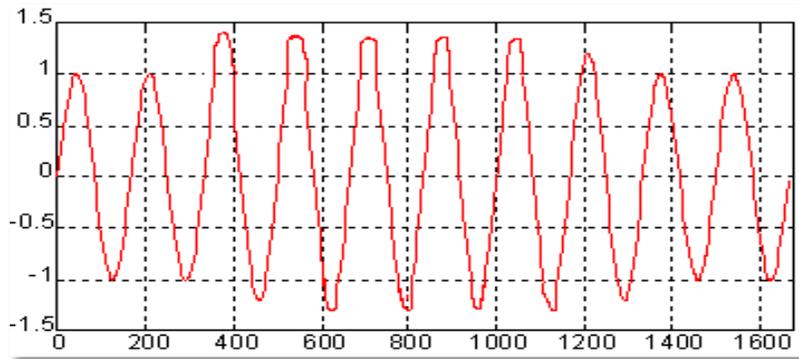


Figura N° 14: Aumento de tensión

Fuente: Sánchez, 2009 (36).

Sobretensión: Es una condición de tensión elevada (arriba del valor nominal) que a diferencia del swell de tensión, dura mucho más tiempo. Es causado por una pobre regulación de tensión.

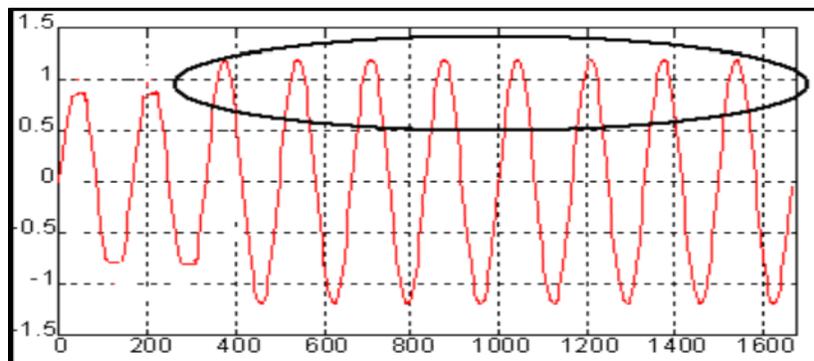


Figura N° 15: Sobretensión

Fuente: Sánchez, 2009 (36).

Parpadeo (flickers): Se refiere a las fluctuaciones en el nivel de tensión. Estas son debidas a la conexión de cargas cíclicas como hornos eléctricos o por oscilaciones subarmónicas (subarmónicas se refiere a señales de frecuencia menor a la fundamental). Por lo general este efecto se observa fácilmente en el cambio de intensidad bajo y alto de lámparas y ruido acelerado y desacelerado de motores.

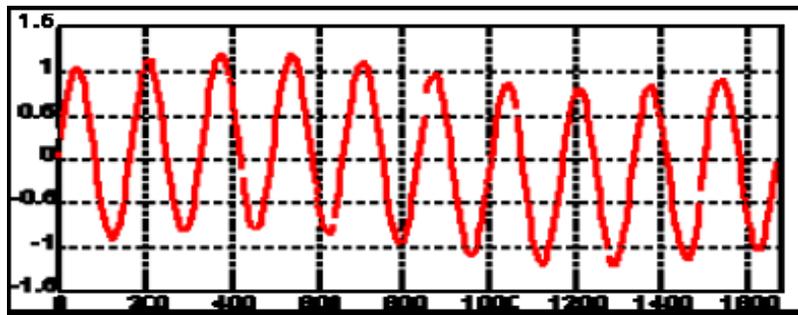


Figura N° 10: Parpadeo

Fuente: Sánchez, 2009 (37).

Interrupciones de energía: Es la pérdida total de potencia. Por lo general se considera interrupción cuando la tensión ha decrecido a un 15% del valor nominal o menos.

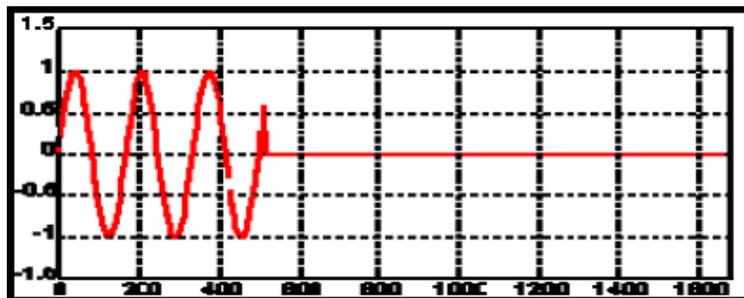


Figura N° 117: Interrupción de energía

Fuente: Sánchez, 2009 (38).

Ruido eléctrico: Es la distorsión (no necesariamente periódica) de la forma senoidal de la tensión. Este es debido a switcheo, transmisores de radio y equipo industrial de arco eléctrico.

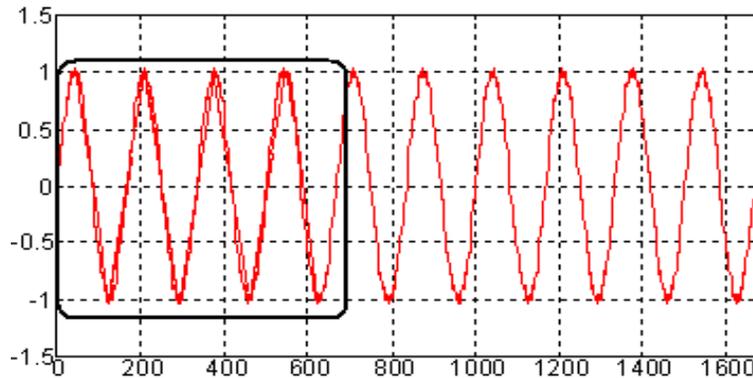


Figura N° 128: Ruido eléctrico

Fuente: Sánchez, 2009 (38).

2.2.23. Medición de la calidad de la energía

Según la Norma IEC 61000-4-30

La Norma IEC-61000-4-30 Pruebas y técnicas de medición- Métodos de medición de la calidad de la energía. Tienen el objetivo de describir la metodología de la medición y la interpretación de resultados para los parámetros enlistados en la norma EN50160.

Se sugieren en esta norma dos tipos de clases de desempeño de la medición:

Tipo A: Recomendado a usarse en aplicaciones de medición con fines contractuales, evaluación de la conformidad con normas. Aplicaciones en donde se requiera un mínimo de incertidumbre.

Tipo B: Recomendación elaborada para aplicaciones donde no se requiere una baja incertidumbre, tales como mediciones para fines estadísticos, análisis de problemas de operación por mencionar algunos ejemplos.

La norma propone cuatro ventanas o intervalos de observación estándar:

- Ventana base de observación de 200 milisegundos (10 ciclos para 50 Hz y 12 ciclos para 60 Hz).
- Intervalos muy cortos: Promedios de 3 segundos, observando todos los ciclos.
- Intervalos cortos: Promedios y estadísticos 10 minutos.
- Intervalos largos: Promedios y estadísticos 10 minutos.

$$U_{RMS_200MS} = \sqrt{\frac{1}{200MS} \int_{-200ms}^1 u^2(\tau) d\tau} \dots\dots\dots(6)$$

$$U_{RMS_3S} = \sqrt{\frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} U_{RMS_200ms}^2} \dots\dots\dots(7)$$

$$U_{RMS_10min} = \sqrt{\frac{1}{200} \sum_{i=1}^{200} U_{RMS_3S}} \dots\dots\dots(8)$$

$$U_{RMS_2h} = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{200} U_{RMS_3S}} \dots\dots\dots(9)$$

Asimismo la norma IEC-61000-4-30 propone medir distintos conceptos de forma separada, a saber:

- Medida de valores de tensión, basados en el valor eficaz de ½ ciclo, indicando intervalos de sobretensión (“swell”), baja tensión (“dip”) e interrupción.
- Medida de la frecuencia, promediando cada 10 segundos.
- Medida de armónicos de tensión, por lo general se indican estadísticos con 95% de probabilidad (valor que no ha sido rebasado más que en un 5% de los ciclos).
- Medida de Flicker, en intervalos de 10 minutos (Pst) y de 2 horas (Plt).
- Medida del % de desequilibrio, usando las componentes fundamentales de U12, U23, U31. El resultado se da en estadísticos con 95% de probabilidad.

Tabla N° 6: Limites según Norma EM-50160

Evento en la tensión de suministro	Magnitud	Duración
Sags (arquearse)	90 % < 1 %	10 ms < 1 minuto
Baja de tensión	90 % < 1 %	> 1 minuto
Interrupción de suministro	< 1 %	< 3 minutos (breve) > 3 minutos (larga)
Sobretensión temporal	> 110%	Relativamente larga
Sobretensión transitoria	> 110%	Algunos milisegundos

Fuente: Holguín, 2010 (39).

Tabla N° 7: Límites de corta y larga duración según norma IEEE-1159

Categorías	Duración típica	Magnitud típica de la tensión
Variaciones corta duración		
Instantánea		
Hueco	0.5 – 30 ciclos	0.1 – 0.9 p.u.
Swell	0.5 – 30 ciclos	1.1 – 1.8 p.u.
Momentánea		
Interrupción	0.5 ciclos – 3 s	< 0.1 p.u.
Hueco	30 ciclos – 3 s	0.1 – 0.9 p.u.
Swell (sobretensiones)	30 ciclos – 3 s	1.1 – 1.4 p.u.
Temporal		
Interrupción	3 s- 1 min	< 0.1 p.u.
Hueco	3 s- 1 min	0.1 – 0.9 p.u.
Swell (sobretensiones)	3 s- 1 min	1.1 – 1.2 p.u.
Variaciones larga duración		
Interrupción	> 1 min	0.0 p.u.
Subtensión	> 1 min	0.8 – 0.9 p.u.
Sobretensión	> 1 min	1.1 – 1.2 p.u.

Fuente: www.ieee.org

Tabla N° 8: Límites de Corriente Armónica

Límites de Corriente Armónica para Carga no lineal en el Punto Común de acoplamiento con Otras Cargas, para voltajes entre 120 – 69,000 volts.						
Máxima Distorsión Armónica Impar de la Corriente, en % del Armónico fundamental						
ISC/IL	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	TDD
< 20*	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.6	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Fuente: www.ieee.org

Tabla N° 9: Límites según Norma IEEE519

Voltaje de barra en el punto de acoplamiento común	Distorsión individual de Tensión (%)	Distorsión total del voltaje THD (%)
Hasta 69 kv	3.0	5.0
De 69 KV a 137.9 KV	1.5	2.5
138 KV y mas	1.0	1.5
Nota: Los sistemas de alto voltaje pueden llegar hasta un 2.0 % en THD cuando lo que causa es un alto voltaje terminal DC, el cual podría ser atenuado.		

Fuente: www.ieee.org

Tabla N° 10: Tabla de Fenómenos Electromagnéticos.

Categorías			Duración Típica	Amplitud Típica
Transitorio	Impulsos	Nanosegundos Microsegundos Milisegundos Alta Frecuencia	< 50 ns 50 ns a 1 ms >1ms 5 μs	0 a 4 pu
	Oscilaciones	Frecuencia Intermedia Baja Frecuencia	20 μs 0.3 a 50 ms	0 a 8 pu 0 a 4 pu
Variación de pequeña Duración	Instantáneos	Sag	0.5 a 30 ciclos	0.1 a 0.9 pu
		Swell Interrupción	0.5 a 30 ciclos 0.5 ciclos a 3 s	1.1 a 1.8 pu < 0.1 pu
		Seg	30 ciclos a 3 s	0.1 a 0.9 pu
	Momentáneos	Swell Interrupción	30 ciclos a 3 s 3 s a 1 min.	1.1 a 1.2 pu 0.0 pu
		Sag	3 s a 1 min	0.1 a 0.9 pu
		Swell Interrupción persistente	3 s a 1 min. > 1min.	1.1 a 1.2 pu 0.0 pu.
	Temporarias	Subtensión	> 1min	0.8 a 0.9 pu
Variation de Large Duration	Desbalanceo de Tensión	Sobretensión Offset DC	> 1 min. Regimen Permanente Regimen Permanente	1.1 a 1.2 pu 0.5 a 2 % 0.0 a 0.1 %
Distorsión de la Forma de Onda		Armónicos Interarmónicos Notching	Régimen Permanente Régimen Permanente Régimen Permanente	0 a 20 % 0 a 2 %
Fluctuación de Tensión Variación de Frecuencia		Ruido	Régimen Permanente Intermitente < 10 s	0 a 1 % 0.1 a 7 %

Fuente: Sánchez, 2009 (44)

Tabla N° 11: Perturbaciones en los sistemas eléctricos de potencia.

Categoría	Duración Típica	Magnitud Típica del Voltaje
1. Transitorios		
1.1. Transitorio Impulsivo	< 0.5 ciclos	
1.2. Transitorio Oscilatorio	< 0.5 ciclos	0 - 8 p.u.
2. Corta Duración		
2.1. Interrupción	0.5 ciclos - 1 min	< 0.1 p.u.
2.2. Depresión de Tensión (Sag)	0.5 ciclos - 1 min	0.1 - 0.9 p.u.
2.3. Salto de Tensión (Swell)	0.5 ciclos - 1 min	1.1 - 1.8 p.u.
3. Larga Duración		
3.1. Interrupción Sostenida	> 1 min	0 p.u.
3.2. Subtensión	> 1 min	0.8 - 0.9 p.u.
3.3. Sobretensión	> 1 min	1.1 - 1.2 p.u.
4. Desequilibrio de Tensión	Estado Estable	0.5 - 2 %
5. Distorsión de la forma de onda		
5.1. Armónicos	Estado Estable	0 - 20 %
5.2. Corte	Estado Estable	
5.3. Ruido	Estado Estable	0 - 1 %
6. Fluctuación de Tensión (Flicker)	Intermitente	0.1 - 7 %

Fuente: Holguín, 2010 (35).

2.3. Datos de la Subestación de Potencia Chumpe

2.3.1. Subestación de potencia de Chumpe 69/ 12.3 KV

El presente trabajo se viene realizando en la Subestación de Potencia Chumpe del sistema eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera IRL, y conjuntamente trabajando de con la Empresa ICG Contratistas Generales S.A.C. el mismo que detallan el registro de energía y potencia que ha consumido la Empresa Minera IRL, en su unidad Corihuarmi en su condición del cliente libre de la Empresa Generadora San Gabán.

2.3.2. Sistema eléctrico Yauyos

El sistema Eléctrico Yauyos se encuentra ubicado en la Provincia del mismo nombre en el departamento de Lima y comprende subestaciones de transformación, alimentadores en media tensión, concesionarias de distribución, clientes regulados y clientes libres que se detallan a continuación.

2.3.3. Diagrama unifilar

El siguiente diagrama unifilar trata de interpretar en forma sencilla, el sistema eléctrico Yauyos, el cual se encuentra interconectado al sistema nacional a través de la barra regulada Oroya Nueva 50 KV.

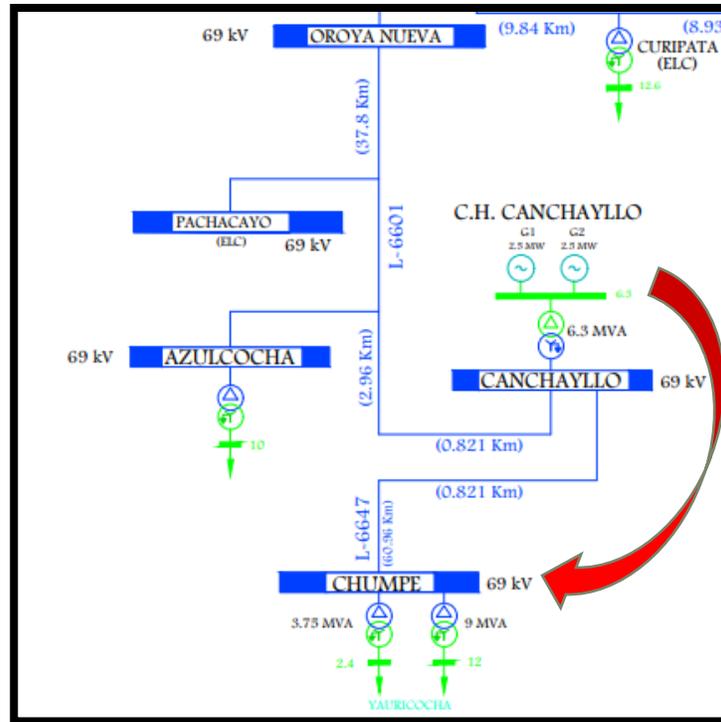


Figura N° 19: Diagrama Unifilar del Sistema Yauyos

Fuente: Osinergmin – GRT.

2.3.4. Ingeniería de detalle de la Subestación de Potencia Chumpe

La ingeniería de detalle de la subestación Chumpe, se realizó mediante ajustes en un todo a valores y especificaciones técnicas de la ingeniería básica (admitida correcta), antes se efectuó una revisión, detectando las observaciones que merezca, y proponiendo las mejoras que correspondan.

Se conseguido el diseño de la ingeniería de detalle de la subestación Chumpe, el cual fue considerado en la etapa de estudio de coordinación de protección, el mismo que se muestra en el Gráfico siguiente:

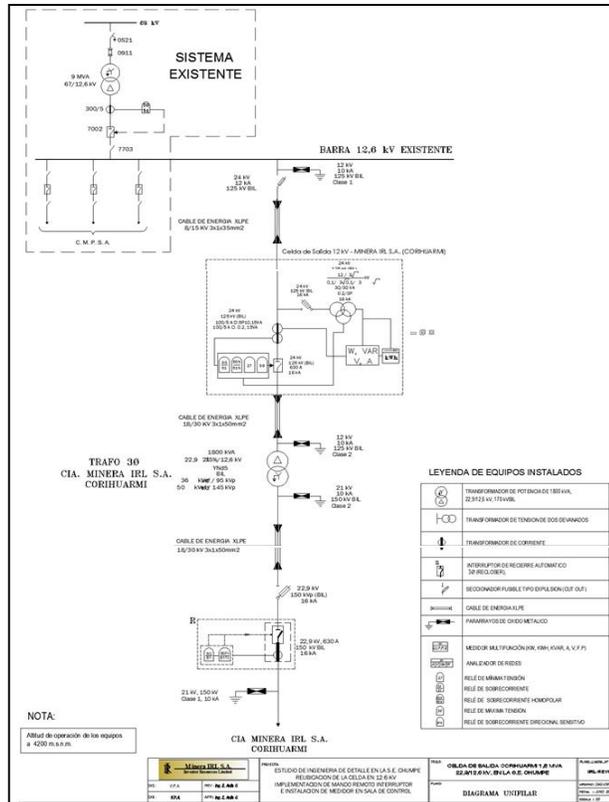


Figura N° 130: Ingeniería de detalle de la subestación Chumpe.

Fuente: Estudio de Coordinación de Protección de Minera IRL.

2.3.5. La subestación de potencia Chumpe

La Subestación de transformación Chumpe, es una subestación de Potencia cuya función es reducir la tensión de Subtransmisión que se interconecta desde la Oroya Nueva – Pachacayo – Azulcocha - Chumpe.



Figura N° 141: Vista Panorámica de la Subestación Chumpe

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 12: Datos de la Subestación de Potencia Chumpe

Tipo de Elemento	Características
Transformador	Trifásico de 02 devanados
Tensión	67/12.6 KV
Potencia	9 MVA
Frecuencia	60 Hz
Aislamiento	170/140 KV BIL
Conexión	Ynd5
Enfriamiento	ONAN
Altitud	4200 msnm
Equipo de Protección y Maniobra	Interruptor sumergido en aceite
Equipo de Protección de sobretensiones	Pararrayos de óxido metálico, clase 1
Equipo de Medición	TC, TP, medidor multifunción
Puesta a tierra de equipos de protección	Red de malla profunda
Propiedad	SN Power

Fuente: Sociedad Minera Corona

2.3.6. Línea primaria de la subestación chumpe

La Subestación de transformación Chumpe, en su barra de 12.6 KV tiene cinco (05) alimentadores en media tensión, cuyo suministro de electricidad es el transformador de potencia de 9 MVA, en el siguiente gráfico se muestra el detalle de disposición de dicho alimentadores, conjuntamente con los datos de los alimentadores:



Figura N° 152: Disposición física de los elementos

Fuente: Propia

Las características de estos alimentadores se describen en el siguiente cuadro:

Tabla N° 13: Características de los Alimentadores de la SET Chumpe

Característica	Detalle, Tipo o modelo
Sistema	Trifásico, 3 hilos con neutro rígidamente conectada a tierra
Tensión	12. 6 KV
Longitud	Total 96 Km aproximadamente
Altitud	4150 mínimo – 4850 máximo
Conductor	AAAC de 70 mm ² , 35 mm ² , Cobre 10, 16, 25 mm ²
Postes	Postes de madera tratada de 12 metros de longitud
Vano promedio	180 metros
N° de ternas	uno
N° de alimentadores	05 (cinco) PSE Yauyos, Minera IRL, Campamento Chumpe, Mina Yauricocha y Campamentos Huacuypacha
Disposición de conductores	Vertical y triangular
Aisladores	De porcelana tipo pin ANSI 52-4 y suspensión ANSI 56-2
Puesta a tierra	Conductor de cobre desnudo de 16 mm ² de sección y electrodo de acero recubierto de cobre de 16 mm diámetro x 2.40 metros

Fuente: Sociedad Minera Corona

2.3.7. Datos de los alimentadores de la subestación chumpe

2.3.8. Alimentador 7004



Figura N° 163: Alimentador 7004

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 14: Características del alimentador 7004 de la SEP Chumpe

Característica	Descripción
Marca	Westinghouse
Tipo	144GC250
N° de Serie	2-36Y2936
Año de Fabricación	1965
Tensión de Distribución	14.4 /15.5 KV
Corriente	600 A
Potencia	250 MVA
Frecuencia	60 Hz
Tensión (KV)	110 KV
Los galones de aceite por tanque	45 gal
El peso de tanque con aceite	530 kg
Total peso con aceite	2440 kg
El libro de instrucción	33-251-3
Montaje	Interior / Exterior
Altura	4200 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia

2.3.9. Sistema de utilización de Minera IRL

El sistema de utilización de Minera IRL, está conformado de una línea primaria en 22.9 KV desde la S.E. Chumpe a la Unidad Minera Corihuarmi, con la finalidad de suministrar energía eléctrica en forma integral y confiable a la actividad minera en su planta concentradora y extractora de oro, ubicado en el departamento de Lima.

El suministro de energía será desde las barras de SN Power S.A., ubicado en la subestación Chumpe, donde se ha construido el módulo de salida Corihuarmi con un transformador elevador de 1.8 MVA de potencia en una tensión de 22.9 KV.

Con el fin de suministrar las mejores condiciones de operación, eficiencia y confiabilidad para el sistema se está el análisis correspondientes para la coordinación de protección del sistema en la calidad de suministro del alimentador 7004 para la producción minera y sobre todo para la disminución de interrupciones que se presentan.

En la Subestación Corihuarmi con lo cual se ha garantizado la caída de tensión y los niveles de pérdidas por debajo de las normas técnicas de calidad.

2.3.10. Subestación elevadora en Chumpe

En el siguiente gráfico se muestra la subestación elevadora en chumpe:



Figura N° 174: Subestación Elevadora en Chumpe

Fuente: Elaboración Propia

La subestación elevadora tiene las siguientes características que se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla N° 15: Datos del Transformador Elevador de Minera IRL

Tipo de Elemento	Características
Transformador	Trifásico de 02 devanados
Tensión	12.6/22.9 KV
Potencia	1.8 MVA
Frecuencia	60 Hz
Aislamiento	170/140 KV BIL
Conexión	Ynd5
Enfriamiento	ONAN
Altitud	4200 msnm
Equipo de Protección y Maniobra	Celda modular en MT en 12.6 KV, uso exterior Interruptor en vacío extraíble, seccionador tipo cut out p/protección de barras
Equipo de Protección de sobretensiones	Pararrayos de óxido metálico, clase 2, (distribución) 15 KV, 18 KV
Equipo de Medición	Transformadores de C y P, medidor multifunción
Puesta a tierra de equipos de protección	Red de malla profunda con conductor de cobre de 95 mm ² , electrodo de cobre de 16 mm de diámetro x 2.40 m.
Propiedad	Minera IRL

Fuente: Informe Minera Chumpe (ICG)

Los datos de placa del transformador elevador se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla N° 16: Datos de Placa del Transformador Elevador de Minera IRL

Característica	Descripción
Marca	Delcrosa
Tipo	TECE 3463
Transformador	Trifásico
N° de Serie	143680 – T1
Año de Fabricación	2007
Potencia Aparente (KVA)	1800
Frecuencia	60 Hz
Tipo de Aceite	Nytro Orion I
ΔT Aceite Máxima	60 °C
Temperatura Ambiente Máxima	40 °C
Peso Parte Activa	2310 Kg
Peso del Aceite	1188 Kg
Peso Transformador Completo	4854 Kg
Montaje	Interior / Exterior
Servicio	Continuo
Altura	4200 m.s.n.m.
Conexionado	Y - Δ

Fuente: Informe Minera Chumpe (ICG)

2.3.11. Línea Primaria de la S.E Chumpe a la unidad Corihuarmi

En el siguiente gráfico se muestra la disposición del alimentador en media tensión de media tensión:



Figura N° 185:Detalle de la Salida del Alimentador Minera IRL

Fuente: ICG Contratistas Generales S.A.C

El alimentador en media tensión Minera IRL tiene las siguientes características que se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla N° 17:Características de la Línea Primaria de Minera IRL

Característica	Detalle, Tipo o modelo
Sistema	Trifásico, 3 hilos con neutro rígidamente conectada a tierra
Tensión	22.9 KV
Longitud	Total 41.9 Km aproximadamente
Altitud	4150 mínimo – 4850 máximo
Conductor	Aleación de Aluminio de 70 mm ² de sección
Postes	Postes de madera tratada de 12 metros de longitud
Vano promedio	180 metros
N° de ternas	uno
Disposición de conductores	Vertical y triangular
Aisladores	De porcelana tipo pin ANSI 52-4 y suspensión ANSI 56-2
Puesta a tierra	Conductor de cobre desnudo de 16 mm ² de sección y electrodo de acero recubierto de cobre de 16 mm diámetro x 2.40 metros

Fuente: Informe Minera Chumpe (ICG)

Los datos de conmutación del transformador elevador se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla N° 18: Datos de Placa del transformador elevador de Minera IRL

Posición del Conmutador	Voltaje Primario	Voltaje Secundario
Posición 1	24045	
Posición 2	23473	
Posición 3	22900	12600
Posición 4	22328	
Posición 5	21755	

Fuente: Informe Minera Chumpe (ICG)

2.3.12. Sistemas de medición de energía y potencia

Para el registro de medición la energía y potencia del consume la Minera I.R.L. se cuenta con dos equipos de medición multifunción que se encuentra ubicados uno en la caseta de control y el otro en la caseta del interruptor de potencia, cuyos datos son los siguientes:

2.3.13. Sistema de medición de la caseta de control SE chumpe

Los datos del sistema de medición multifunción ubicado en la caseta de control de la subestación de potencia Chumpe, se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla N° 19: Características del Sistema de Medición de la Caseta de Control

CARACTERÍSTICAS	NOMBRE O VALOR
Marca del Medidor	ELSTER
Nro. Serie	08229935
Modelo de Medidor	Alpha A2 – A1RL+
Tipo de Medición	Indirecta
Factor de Medición	2300
Clase o Precisión	2.0
Tensión nominal	120 – 480 V
Corriente nominal	5A
N° Hilos	3
Frecuencia	60 Hz
Kh	1.2
P/R	24
TA	2.5 A
Transformador Tensión	12600/110
Transformador Corriente	100/5

Fuente: Informe Minera Chumpe (ICG)

En el siguiente gráfico se muestra la disposición del sistema de medición ubicado en la caseta de control de la subestación de Chumpe:



Figura N° 196: Disposición del Equipo de Medición en la Caseta de Control

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla nos muestra las lecturas del medidor ubicado en la caseta de control.

2.3.14. Sistema de medición del interruptor de potencia

Los datos del sistema de medición multifunción ubicado en la caseta del interruptor de potencia, se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla N° 20: Características del sistema de medición del interruptor de potencia

CARACTERÍSTICAS	NOMBRE O VALOR
Marca del Medidor	ELSTER
Nro. Serie	13719533
Modelo de Medidor	Alpha A2 – A1RL+
Tipo de Medición	Indirecta
Factor de Medición	2300
Clase o Precisión	2.0
Tensión nominal	120 – 480 V
Corriente nominal	5A
N° Hilos	3
Frecuencia	60 Hz
Kh	1.2
P/R	24
TA	2.5 A
Transformador Tensión	12600/110
Transformador Corriente	100/5

Fuente: Informe Minera Chumpe (ICG)

En el siguiente gráfico se muestra la disposición del sistema de medición ubicado en la caseta del interruptor de potencia:

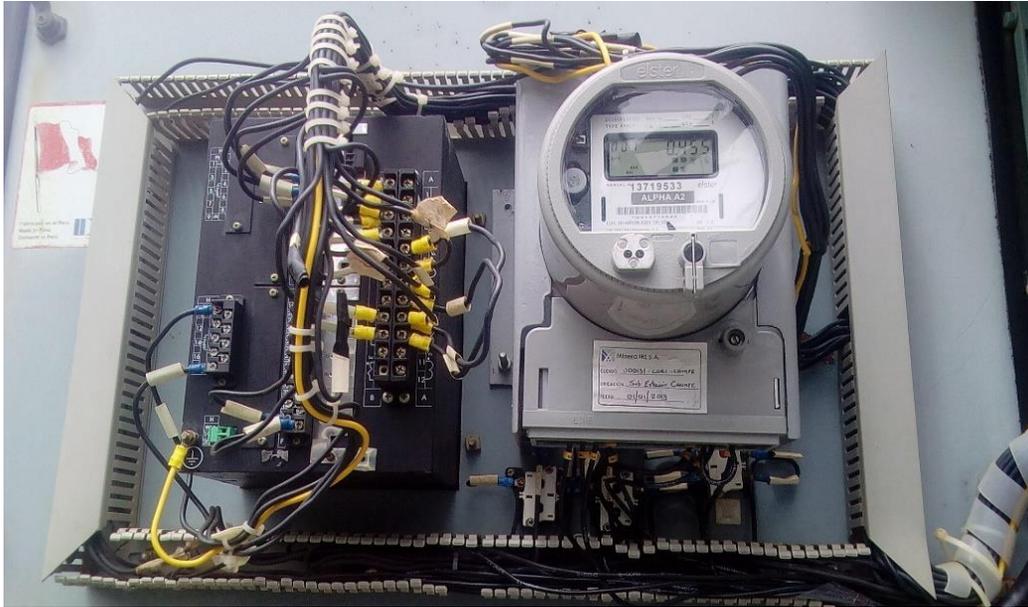


Figura N° 207: Disposición del Equipo de Medición del Interruptor de Potencia

Fuente: Elaboración propia

2.3.15. Interruptor de potencia

En el siguiente gráfico se muestra la disposición del interruptor de potencia ubicado en la Celda Metal Enclosed 12.6 KV, 630 Amperios, Danger 12600 voltios.



Figura N° 218: Disposición del Interruptor de Potencia de Minera IRL

Fuente: Elaboración propia

2.3.16. Reconectador

En el siguiente gráfico se muestra la disposición del interruptor de potencia ubicado en la Celda Metal Enclosed 12.6 KV, 630 Amperios, Danger 12600 voltios.



Figura N° 29: Disposición del Reconectador en la Salida de la Línea Primaria

Fuente: Elaboración propia

2.3.17. Definición de términos básicos.

- **Selectividad:** Grado en el que un método puede usarse para determinar un analítico en mezclas, sin interferencias de otros componentes de comportamiento similar.
- **Coordinación:** Es un proceso que consiste en integrar las actividades de departamentos independientes a efectos de perseguir las metas de la organización con eficacia.
- **Fiabilidad:** Permanencia de la calidad de los productos (o servicios) a lo largo del tiempo. Capacidad de desarrollar adecuadamente su labor a lo largo del tiempo.
- **COES:** Comité de Operación Económica del sistema.
- **Sistemas Eléctricos:** Es el conjunto de elementos que constituyen la red eléctrica de potencia siendo su función, generar, transmitir y distribuir, la energía eléctrica hasta los usuarios.
- **Calidad de Suministro:** Se expresa en función de la continuidad del servicio eléctrico a los Clientes, es decir de acuerdo a las interrupciones del servicio.
- **Interrupción:** Es un evento que altera la secuencia en que el procesador ejecuta las instrucciones.
- **Calidad de la Energía Eléctrica:** es la ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje RMS.

- **Sobrecorriente:** Es la corriente máxima que un dispositivo puede soportar en un tiempo determinado, es mayor que la corriente nominal y causada por una sobrecarga, cortocircuito, etc.
- **IEC:** (La Comisión Electrotecnia Internacional), es la organización que publica estándares internacionales basadas en el consenso y gestiona los sistemas de evaluación de conformidad de los productos, sistemas y servicios eléctricos y electrónicos.
- **IEEE:** (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), es una organización profesional creada con el objetivo de ayudar a la prosperidad global, mediante la promoción del proceso de ingeniería.
- **NTCSE:** (Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos), es de aplicación imperativa para el suministro de servicios relacionados con la Generación, Transmisión y Distribución.
- **Perturbación:** Es una señal que tiende a afectar adversamente el valor de la salida de un sistema.
- **Subestación Eléctrica:** Es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica.
- **Interruptor de Potencia:** Es un dispositivo electromecánico cuya función principal es la de conectar y desconectar circuitos eléctricos bajo condiciones normales o de falla.
- **Reconector:** Es un interruptor con reconexión automática.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

Designa al estudio de los supuestos ontológicos, lógicos, epistemológicos, semánticos, gnoseológicos, paradigmáticos que subyacen en la formulación de procedimientos y procesos que ordenan una actividad establecida de manera explícita y repetible con el propósito de lograr algo.

Por ello como base de esta definición se toma en consideración y lo más adecuado y apropiado es el método utilizado es la observación científica que nos permite conocer la realidad mediante la percepción directa de los

objetos y fenómenos, estando en constante visita y registro de los datos y en este caso directamente con la Minera I.R.L, viendo los diferentes eventos e interrupciones que puedan darse el sistema eléctrico de la Subestación Chumpe.

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Investigación aplicada

Se preocupa por la aplicación del conocimiento científico, producto de la investigación básica. Es un primer esfuerzo para transformar el conocimiento científico en tecnológico. El propósito fundamental es dar solución a problemas prácticos que se están dando en la Subestación Chumpe.

Con esta base teórica se fundamenta que es una investigación aplicada ya que va directamente en la ejecución de operación y mantenimiento de la Subestación, por ello se determina en tiempo real su reposición del sistema cumpliendo los estándares y parámetros de electricidad, lo que se quiere es reducir el número de interrupciones y la actuación de los equipos selectos para la coordinación de protección del sistema eléctrico y la mayor producción de la Minera I.R.L. (12).

3.3. Nivel de investigación

3.3.1. Nivel descriptivo

Tiene como propósito describir, sistemática, completa, cualitativa y cuantitativa los fenómenos.

En este caso con esta base teórica se formula e investiga un nivel descriptivo, ya que se fundamenta en las cualidades del sistema en la Subestación Chumpe, viendo los problemas que se aquejan en la Minera I.R.L. y su confiabilidad del sistema eléctrico y anotando, describiendo el comportamiento de los dispositivos.

Especifica las características y propiedades del objeto de investigación. Describe fenómenos sociales o clínicos en una circunstancia temporal y geográfica determinada. Desde un punto de vista cognoscitivo su finalidad es describir y desde el punto de vista estadístico su propósito estimar parámetros. (12)

3.4. Diseño de la investigación

3.4.3. Diseño No experimental – transversal descriptivo

El diseño de la investigación que se utilizara será el No Experimental Transversal Descriptivo “Son aquellos que observan y describen las características que presentan una variable y presentan un panorama del estado de la variable en un momento determinado”.

En este caso se elige este diseño no experimental- transversal descriptivo porque nos da a conocer la aplicación directa mediante la observación, descripción de todos los equipos para su mejor operación y reajuste en un evento no programado y mantener la confiabilidad del sistema eléctrico.

La labor esencial de este rubro es señalar el tipo de diseño que hemos adaptado para nuestro estudio. El señalar el tipo de diseño elegido, permitirá examinar y comparar si la forma como se ha escrito el título, formulado el problema, el objetivo y la hipótesis general, corresponden o no al diseño elegido. Si no corresponde o no guarda relación con ello, deben revisarse y reformularse adecuadamente cada uno de los elementos mencionados de acuerdo al tipo de diseño de investigación seleccionado. (12)

3.5. Población y muestra

3.5.3. Población

La población puede ser definida como la totalidad de los elementos que conforman la realidad que se va investigar, cualquier conjunto de elementos que tenga uno o más propiedades comunes, conjunto de individuos persona o instituciones que son motivo de investigación. Según Fernández (1993,9), la población es un conjunto grande y complejo de individuos, elementos o unidades de realidad que presentan características comunes observables. (12)

En este caso de la investigación y como concepto base se define que la población está constituida por el sistema eléctrico de la Subestación Chumpe

ya que en ello se está haciendo el mantenimiento y operación viendo el comportamiento de los dispositivos y su actuación frente a cualquier evento suscitado en la planta y ver su producción de la Minera I.R.L.

3.5.4. Muestra

Es el sub conjunto o parte del universo o población, seleccionado por métodos diversos y representa a la población. Es un grupo relativamente pequeño de unidades de población, que supuestamente representa en mayor o menor medida las características de la población.

El muestreo no probabilístico es una técnica de muestreo dónde las muestras se recogen en un proceso que no brinda a todos los individuos de la población iguales oportunidades de ser seleccionados.

El tamaño de la muestra se seleccionará de manera No probabilístico por conveniencia, criterio y operación para obtener el máximo beneficio de la Subestación. Es por ello se toma con mayor importancia al alimentador 7004 de Subestación Chumpe, ya que se alimenta a la Minera I.R.L. para su rendimiento y producción minera. (12)

3.6. Técnica e instrumento de recolección de datos

Para la recolección de datos de la variable independiente, se utilizara la técnica documental, que permitirá la recopilación de evidencias para demostrar la hipótesis de investigación. Para la recolección de datos de la variable dependiente se utilizara la técnica empírica, mediante la observación,

selectividad del equipo, confiabilidad y calidad de suministro del sistema eléctrico. (12)

La técnica a utilizar en la presente tesis es la observación, análisis de contenidos, revisión bibliográfica, reportes estadísticos, información de internet, documentos oficiales etc.

El uso de programas como Excel, IBM SPSS Statistics 21, etc.

Programa ETAP 12.6. (Curva de Coordinación y Selectividad).

3.6.3. Instrumentos

Para la variable independiente y dependiente, se utilizarán registros, fichas de observación, control y toma de lectura de los medidores en la subestación y la ejecución de operación y mantenimiento de la subestación Chumpe.

También se toma en cuenta los registros, reportes del informe de la Minera I.R.L. y ver su comportamiento mensual del sistema para tomar como punto de operación y ejecución en la calidad, continuidad del sistema eléctrico.

3.6.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos, se utilizó la estadística descriptiva, mediante el software SPSS 21 estadístico, programa ETAP 12.6, Excel, para el análisis de los datos de coordinación y confiabilidad del sistema. Por ello se determina la aprobación de la hipótesis y veracidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Procesamiento de información

En la planta de la Subestación Chumpe se realizó la toma de datos para las sobretensiones transitorias y eventos diversos que afectan a la Minera I.R.L y a la producción, donde la urgencia y confiabilidad de los resultados son una premisa. El área de control de procesos de la Planta y la Minera entrego un informe de observación al área de mantenimiento eléctrico en la cual indica que los equipos, alimentadores están presentando fallas y saliendo de continuidad y por la cual; se

tiene que estar reduciendo el número de interrupciones o nivelando el trabajo de estos equipos y por ende no se lograba alcanzar la capacidad nominal y la calidad de suministro brindado a la minera para la cual fue diseñado. El documento también fue entregado a la empresa ICG Contratistas Generales S.A.C, quien le encargo a la Vice Presidencia de Proyectos la revisión de la ingeniería y la solución al problema detectado en la Subestación chumpe.

La cual se ha convertido en constante apertura de los equipos para la producción minera, para lo cual la empresa ICG realizo una serie de pruebas la cual está a cargo de la línea y operación de la subestación chumpe y Control de Procesos de Operaciones Mina, de forma tal para revisar y optimizar las etapas que se tienen dentro de la caseta y el cerco de la subestación , y lograr el buen funcionamiento de estos equipos y su oportuna intervención a la hora de cualquier evento que se de en el sistema.

4.1.2. Objetivo de las pruebas

En objetivo de las pruebas y operación fue lograr realizar la estabilidad y continuidad del sistema brindando una mejor calidad de suministro que para ello previo a una coordinación de protección, optimizando los tiempos de las diferentes interrupciones o eventos que se dan. Antes de las mejoras el sistema salía constantemente de servicio y perjudicando la producción minera y demás a los alimentadores independientes, las pruebas realizadas se centraron básicamente en las etapas del diagrama y ver las curvas de actuación, coordinación, alimentación, las cuales contemplan los mayores tiempos durante la ejecución de dichos procesos.

El motivo es la constante apertura de los equipos y frente a ello se evalúa y se toma como inicio este estudio de coordinación de protección frente a la calidad de suministro que implica la continuidad y selectividad de los equipos y buen reajuste para su funcionamiento.

4.1.3. Coordinación de Protección en la Calidad de Suministro del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004.

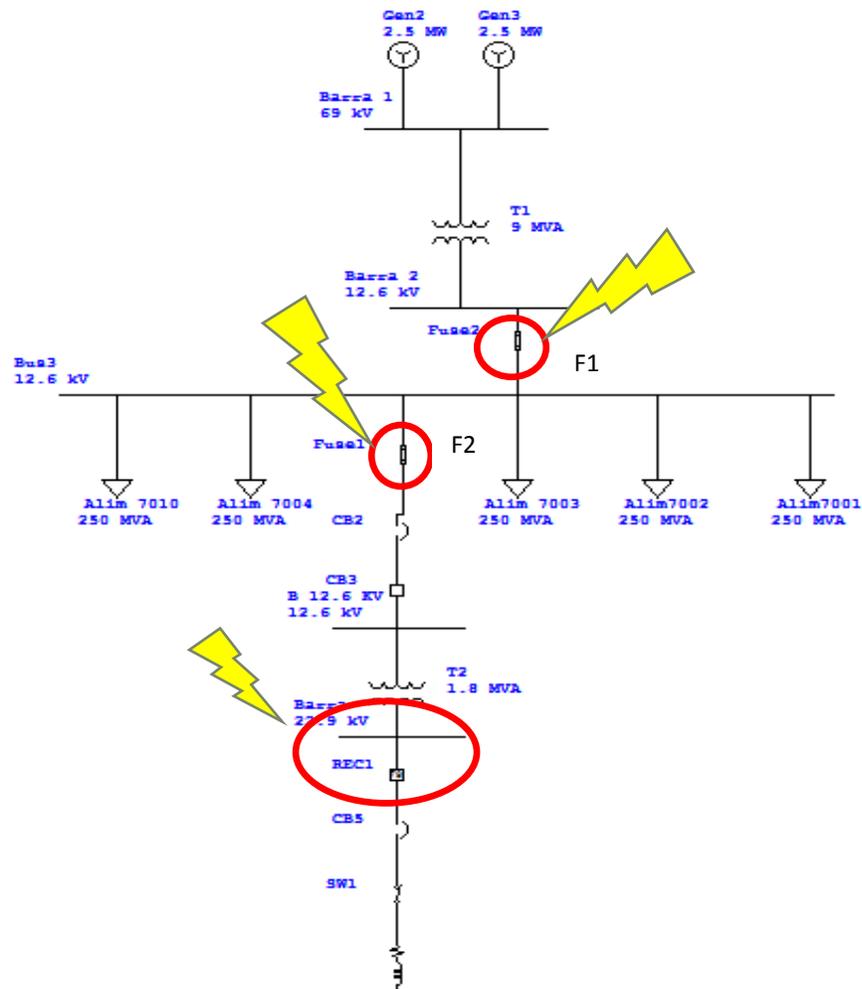


Figura N° 220: Diseño del Diagrama de los Alimentadores

Fuente: Elaboración propia

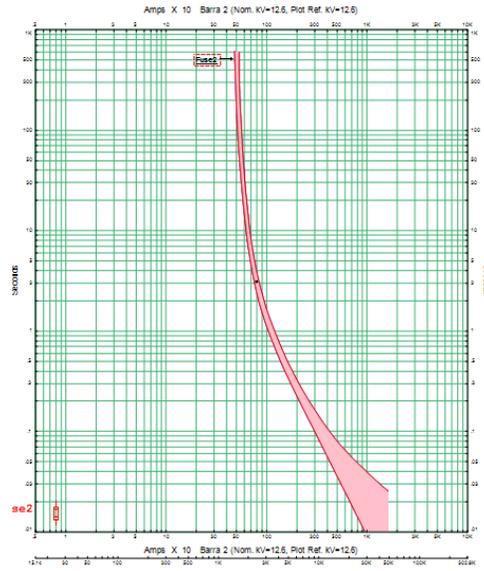


Figura N° 231: Diseño de la Curva de Coordinación del Fusible F1

Fuente: Elaboración propia

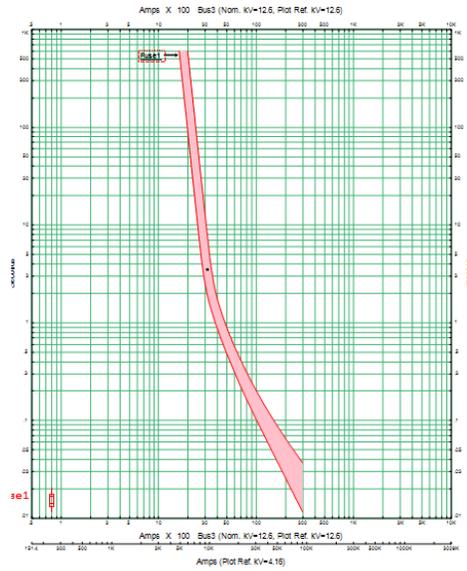


Figura N° 242: Diseño de la Curva de Coordinación del Fusible F2

Fuente: Elaboración propia

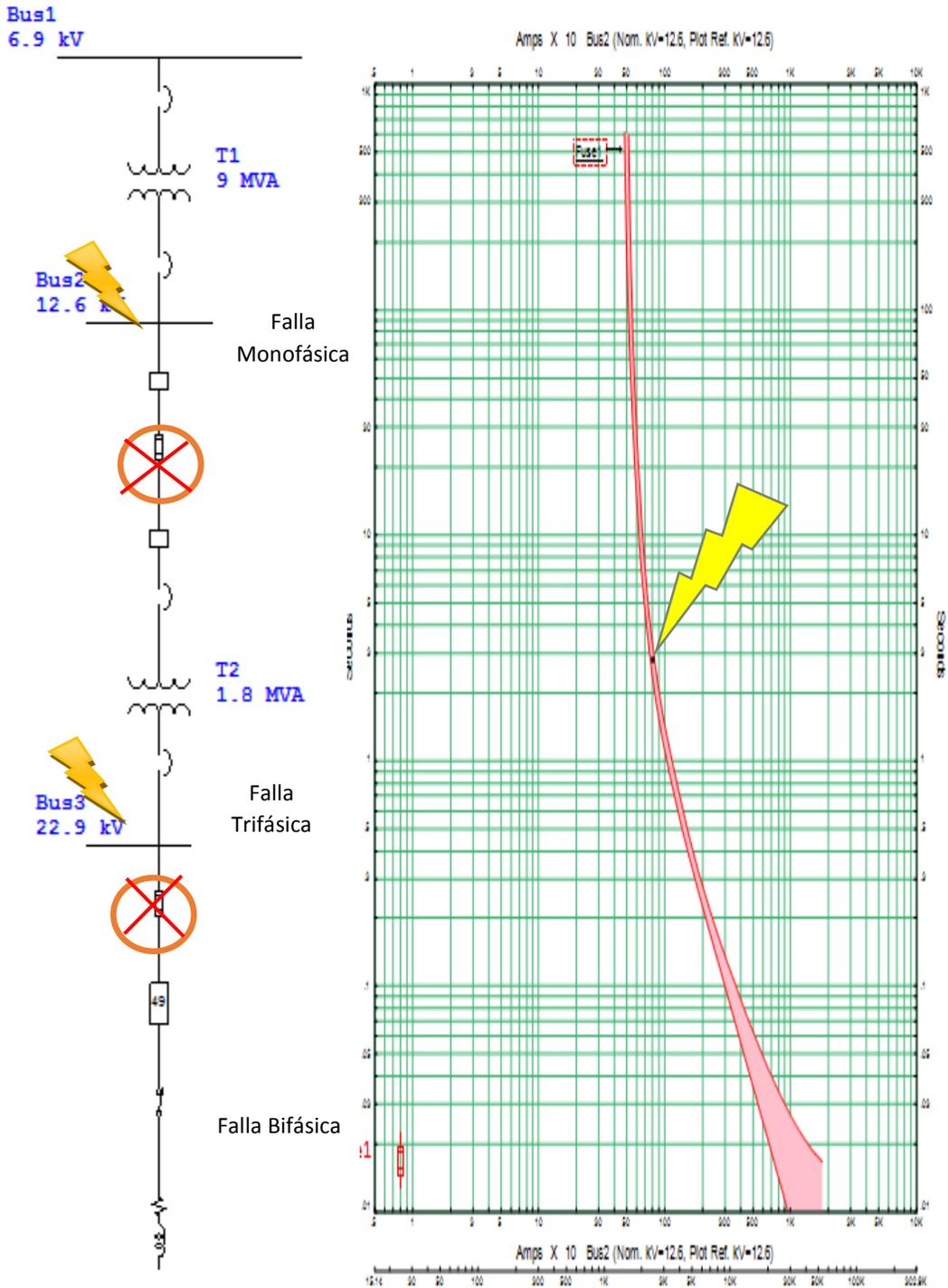


Figura N° 253: Fallas en el Sistema y Curva Característica F1

Fuente: Elaboración Propia

Se tiene la línea de operación en el sistema y su comportamiento de los fusibles ante una falla que se da y la coordinación es mediante los segundos de actuación del fusible en este caso se ve el F1.

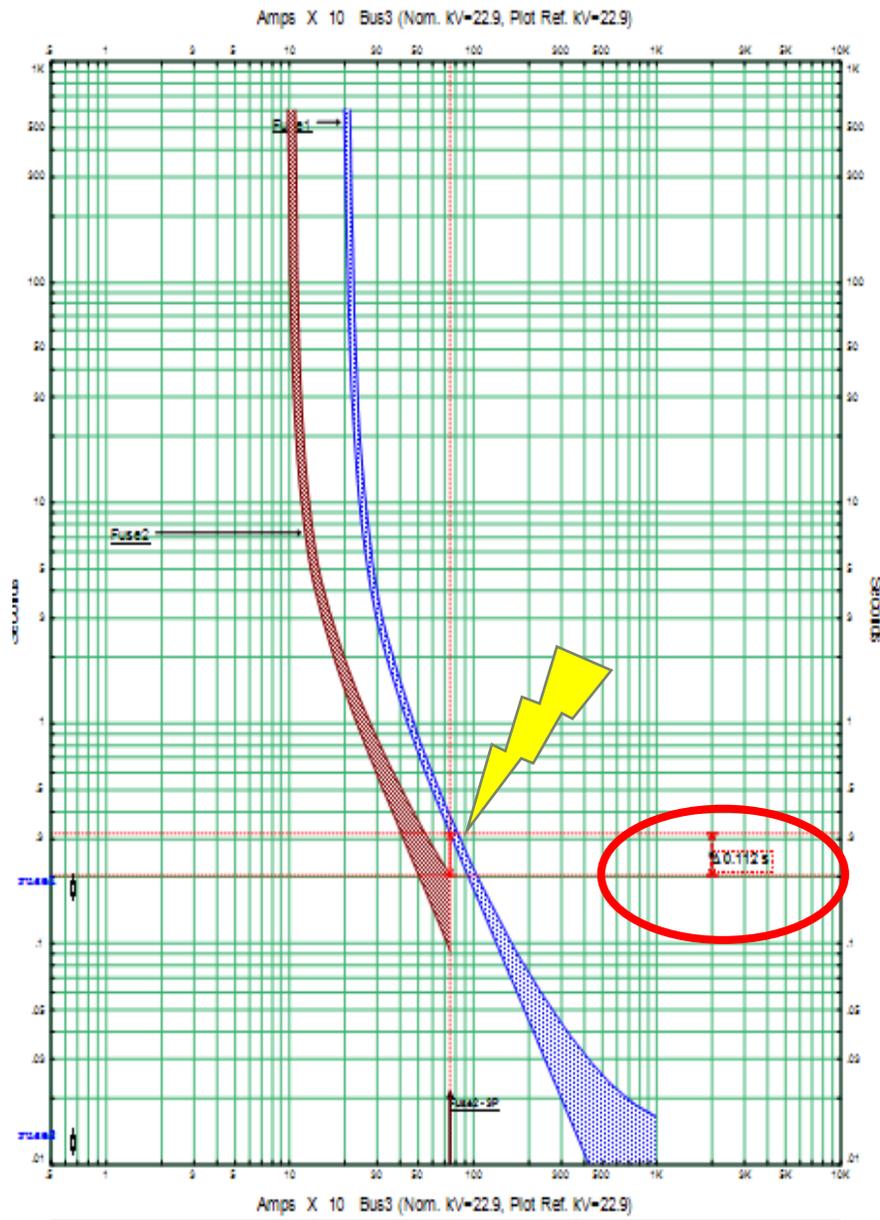


Figura N° 264: Curva Característica de la Actuación de los Fusibles F1, F2

Fuente: Elaboración Propia

Tenemos la secuencia de operación de las protecciones que se tiene en cada punto del sistema para su confiabilidad y coordinación, se ve en la curva característica y el punto de separación que hay en 0.112 segundos que es muy rápido para cualquier tipo de evento.

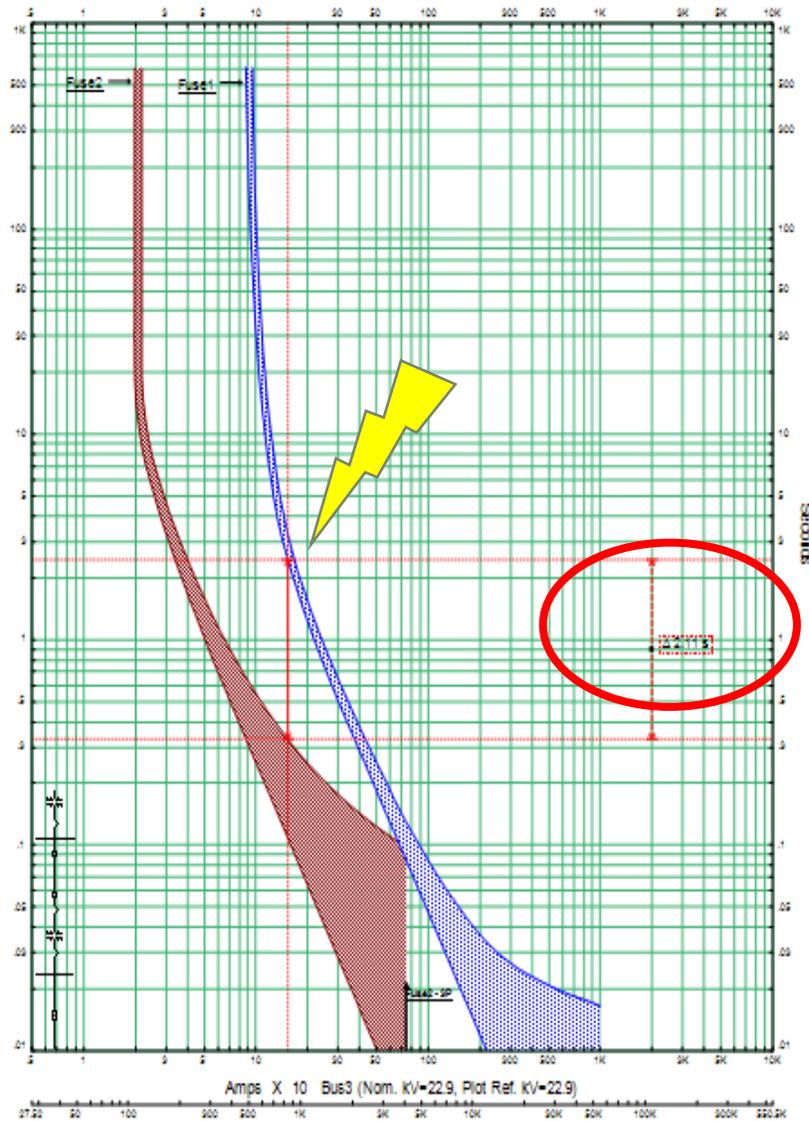


Figura N° 275: Curva Característica de la Actuación de los Fusibles F1, F2

Fuente: Elaboración Propia

Se tiene en la gráfica el resultado de actuación y el tiempo que se da en 2.11 segundos mediante el ajuste y configuración del sistema y actuación de los equipos para su confiabilidad y coordinación del sistema eléctrico Chumpe.

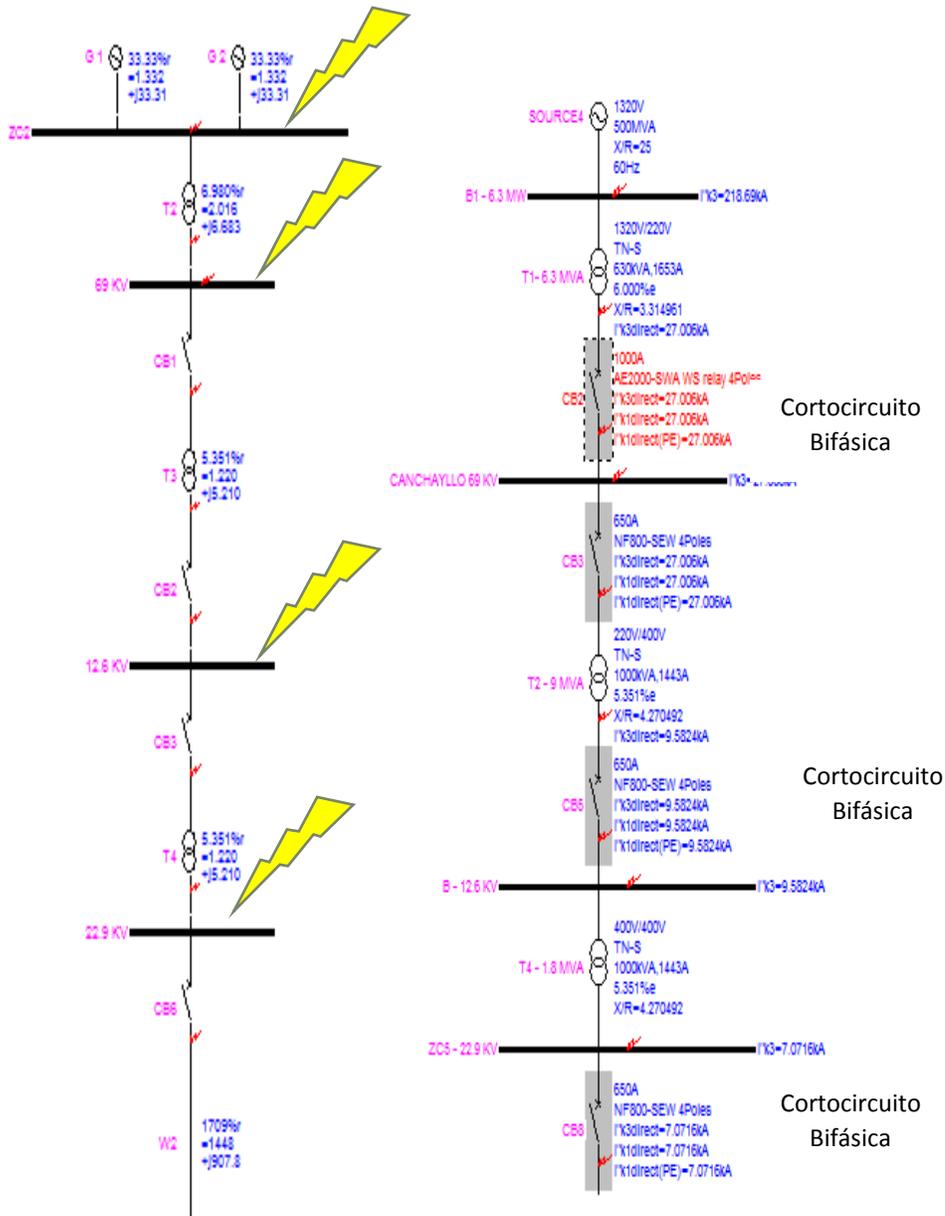


Figura N° 286: Fallas en las barras y Sistema

Fuente: Elaboración Propia

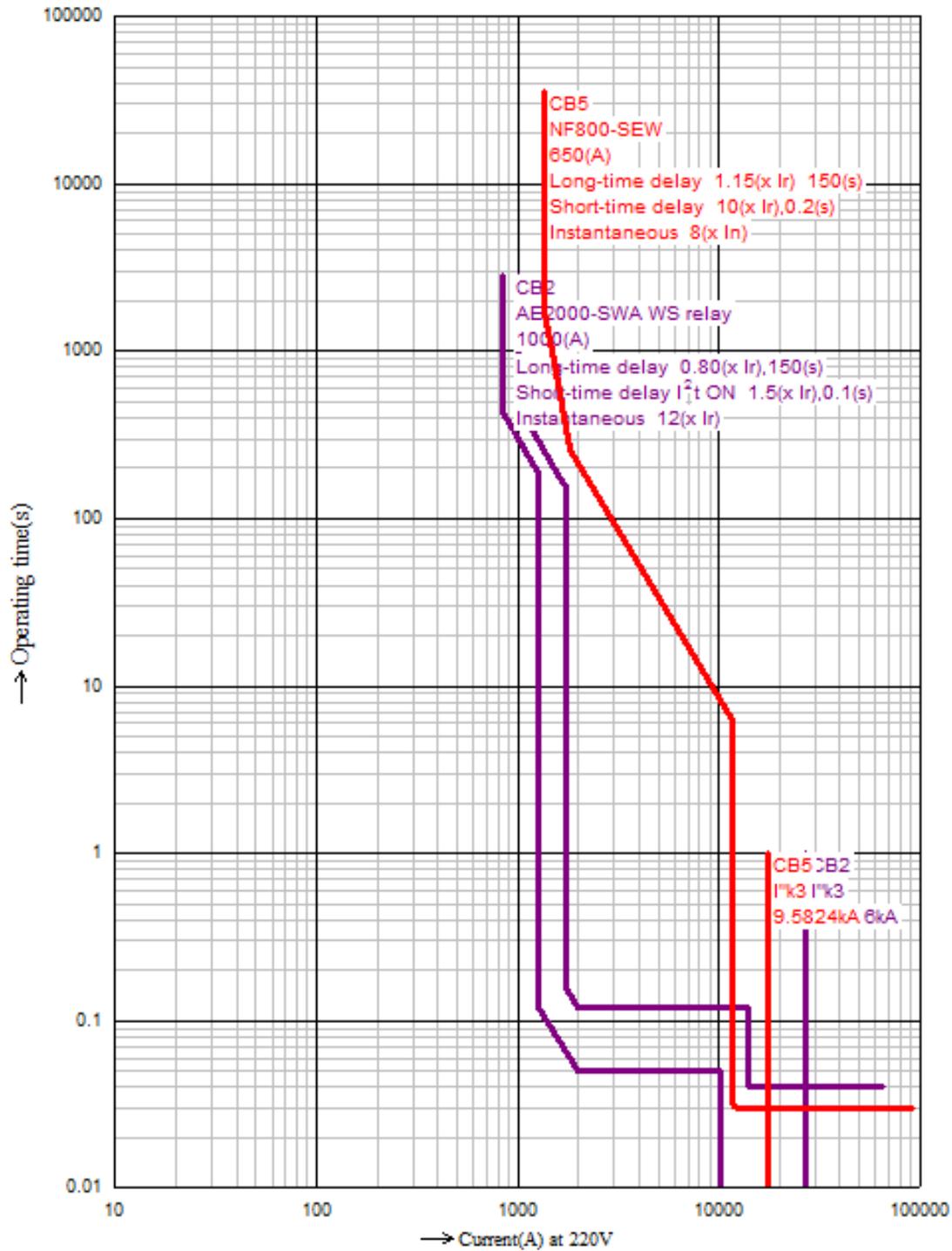


Figura N° 297: Curvas Características de la actuación de los interruptores

Fuente: Elaboración Propia

Se tiene las curvas respectivas en cada punto como sea las barras y los interruptores, que mayormente presentan apertura en el sistema. Por ello se logra obtener un equilibrio de coordinación y reajuste en el equipo viendo la continuidad y confiabilidad del sistema eléctrico chumpe.

4.1.4. Proceso de contrastación y modelamiento de la hipótesis

Tabla N° 21: Matriz de datos

Variable Independiente					Variable Dependiente			
Evolución de (Nro. & Duración) de interrupciones (mensual) /Agosto.	Nivel de protección (Nro. Reajuste)	Selectividad de equipo (Nro.)	Tiempo de actuación del equipo (Hrs, min, s)	Graduación de tiempos (Hrs, s,)	Tiempo promedio entre fallas (Hrs, min, s)	Nivel de seguridad y calidad (Nro.)	Duración de interrupciones (Hrs, min, s)	Estabilidad de la frecuencia (Hz)
Ene	2	1	0 s	10 s	0 Hrs	1	0 min	59.95 Hz
Feb	2	1	3 s	8 s	2 Hrs	2	35 min	60.05 Hz
Mar	1	1	5 s	8 s	0 Hrs	1	0 min	58.95 Hz
Abr	1	0	10 s	8 s	0 Hrs	0	0 min	59.95 Hz
May	1	0	8 s	8 s	0 Hrs	1	60 min	60 Hz
Jun	0	0	0 s	10 s	1 Hrs	0	0 min	59.98 Hz
Jul	1	0	0 s	9 s	1 Hrs	1	0 min	60.05 Hz
Ago	0	0	15 s	15 s	0 Hrs	1	45min	60.07 Hz
Set	0	1	10 s	12 s	0 Hrs	0	0 min	58.95 Hz
Oct	1	1	5 s	12 s	0 Hrs	0	0 min	60 Hz
Nov	1	1	11 s	10 s	0 Hrs	1	55 min	59.05 Hz
Dic	2	1	5 s	10 s	1 Hrs	1	0 min	60.05 Hz

Fuente: Informe Minera Chumpe (ICG)

Paso I: Formulación de la Hipótesis Nula y Alternativa

La tesis postula que; la coordinación de protección influye positivamente en la Calidad de Suministro del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

Partiendo de dicha hipótesis se formula la hipótesis nula e hipótesis alterna siguientes:

La coordinación de protección (nivel de protección y selectividad de equipo) No influye positivamente en la Calidad de Suministro (tiempo de actuación, N° interrupciones) del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

$$H_0: (X_1=0; X_2=0; X_3=0; X_4=0)$$

X_1, X_2, X_3, X_4 : Indicadores de cada variable.

La coordinación de protección (nivel de protección y selectividad de equipo) influye positivamente en la Calidad de Suministro (tiempo de actuación, N° interrupciones) del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

$$H_a: (X_1 \neq 0; X_2 \neq 0; X_3 \neq 0; X_4 \neq 0)$$

X_1, X_2, X_3, X_4 : Indicadores de cada variable.

Paso 2: Determinación del nivel de significancia

El nivel de significancia con base en la gravedad de cometer un error tipo I es de $\alpha = 0.05$, que representa la probabilidad de rechazar la hipótesis nula siendo

cierta. Esto nos da la severidad de tener el porcentaje de trabajar al 95% que se da en la mayoría de los casos.

Paso 3: Determinación del estadístico de prueba

El estadístico de prueba definido es F de Fisher.

Paso 4: Estimación del P- valor

En la tabla se observa el cálculo del estadístico de prueba y de p valor calculado por el SPSS para la hipótesis general que es de 0.0314.

Tabla N° 22: Calculo del estadístico de prueba y de p valor para la hipótesis general

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,8000 ^a	2	,0314
Razón de verosimilitudes	3,2591	2	,0898
Asociación lineal por lineal	,375	1	,0540
Coef. (F-Probabilidad statictic)			0.1526

Fuente: Elaboración propia

Paso 5: Toma de decisión

Para la toma de decisión estadística se estableció como regla de decisión, el propuesto por el ritual de la significación estadística (13); rechace H_0 si el valor p es

menor que o igual al nivel de significancia α , ($\rho < \alpha$). No rechace H_0 si el valor ρ es mayor que α , ($\rho > \alpha$). Como $\rho = 0.0314 < \alpha = 0.05$; se rechaza la hipótesis nula, es decir; La coordinación de protección influye positivamente en la Calidad de Suministro del Sistema Eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017. Dicha influencia calculada a través del coeficiente de determinación es de 0.1526 como se muestra en la tabla N° 23, donde se puede observar también como es que cada una de los indicadores ejerce su influencia individual con un alto nivel de significancia. Es así que la estimación del modelo elaborado por el SPSS es:

Evolución del N...	Nivel de protección Nro Reajuste	Selectividad de equipo Nro	Tiempo de actuación del equipo Hrs mins	Graduación de tiempo Hrs	Tiempo promedio de entre fallas Hrs mins	Nivel de seguridad Nro	Duración de interrupciones Hrs mins	Estabilidad de la frecuencia Hrz
Ene	2,0	1	0 s	10 s	0 Hrs	1	0 min	59.95 Hrz
Feb	2,0	1	3 s	8 s	2 Hrs	2	35 min	60.05 Hrz
Mar	1,0	1	5 s	8 s	0 Hrs	1	0 min	58.95 Hrz
Abr	1,0	0	10 s	8 s	0 Hrs	0	0 min	59.95 Hrz
May	1,0	0	8 s	8 s	0 Hrs	1	60 min	60 Hrz
Jun	,0	0	0 s	10 s	1 Hrs	0	0 min	59.98 Hrz
Jul	1,0	0	0 s	9 s	1 Hrs	1	0 min	60.05 Hrz
Ago	,0	0	15 s	15 s	0 Hrs	1	45 min	60.07 Hrz
Set	,0	1	10 s	12 s	0 Hrs	0	0 min	58.95 Hrz
Oct	1,0	1	5 s	12 s	0 Hrs	0	0 min	60 Hrz
Nov	1,0	1	11 s	10 s	0 Hrs	1	55 min	59.05 Hrz
Dic	2,0	1	5 s	10 s	1 Hrs	1	0 min	60.05 Hrz

Figura 38: Datos de la matriz en el SPSS

Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Contratación de la primera hipótesis específica

Paso 1: Formulación de hipótesis nula y alterna.

La tesis postula que; La selectividad del equipo influye directamente en el nivel de seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017. Partiendo de dicha hipótesis se formula la hipótesis nula e hipótesis alterna siguientes:

La selectividad del equipo (seleccionar y ajustar los dispositivos de protección), NO influye en el nivel de seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017.

$$H_0: (X_1=0; X_2=0; X_3=0; X_4=0)$$

X_1, X_2, X_3, X_4 : Indicadores de cada variable.

La selectividad del equipo (seleccionar y ajustar los dispositivos de protección), influye directamente en el nivel de seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017.

$$H_a: (X_1 \neq 0; X_2 \neq 0; X_3 \neq 0; X_4 \neq 0)$$

X_1, X_2, X_3, X_4 : Indicadores de cada variable.

Paso 2: Determinación del nivel de significancia

Determinado con base en la gravedad de cometer un error tipo I es de $\alpha = 0.05$, que representa la probabilidad de rechazar la hipótesis nula siendo cierta.

Paso 3: Determinación del estadístico de prueba

El estadístico de prueba definido es F de Fisher

Paso 4: Estimación del p-valor

En la tabla se observa el cálculo del estadístico de prueba y de p valor para la hipótesis general que es de 0.00314.

Tabla N° 23: Calculo del estadístico de prueba y de p valor para la primera hipótesis

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,8000 ^a	2	,00314
Razón de verosimilitudes	3,2591	2	,00898
Asociación lineal por lineal	,375	1	,00540
Coef. (F-Probabilidad statistic)			0.01526

Fuente: Reporte SPSS.

Paso 5: Toma de decisión

Como $\rho = 0.00314 < \alpha = 0.05$; se rechaza la hipótesis nula, es decir; La selectividad del equipo influye directamente en el nivel de seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017. Dicha influencia calculada a través del coeficiente de determinación es de 0.01526 como se muestra en la tabla N° 24, donde se puede observar también como es que cada una

de los indicadores ejerce su influencia individual con un alto nivel de significancia.

Es así que la estimación del modelo elaborado por el SPSS es:

Evolución de N...	Nivel de protección Nro Reajuste	Selectividad de equipo Nro	Tiempo de actuación de equipo Hrs mins	Graduación de tiempo Hrs	Tiempo promedio de fallas Hrs mins	Nivel de seguridad Nro	Duración de interrupciones Hrs mins	Estabilidad de la frecuencia Hz
Ene	2,0	1	0 s	10 s	0 Hrs	1	0 min	59.95 Hz
Feb	2,0	1	3 s	8 s	2 Hrs	2	35 min	60.05 Hz
Mar	1,0	1	5 s	8 s	0 Hrs	1	0 min	58.95 Hz
Abr	1,0	0	10 s	8 s	0 Hrs	0	0 min	59.95 Hz
May	1,0	0	8 s	8 s	0 Hrs	1	60 min	60 Hz
Jun	,0	0	0 s	10 s	1 Hrs	0	0 min	59.98 Hz
Jul	1,0	0	0 s	9 s	1 Hrs	1	0 min	60.05 Hz
Ago	,0	0	15 s	15 s	0 Hrs	1	45 min	60.07 Hz
Set	,0	1	10 s	12 s	0 Hrs	0	0 min	58.95 Hz
Oct	1,0	1	5 s	12 s	0 Hrs	0	0 min	60 Hz
Nov	1,0	1	11 s	10 s	0 Hrs	1	55 min	59.05 Hz
Dic	2,0	1	5 s	10 s	1 Hrs	1	0 min	60.05 Hz

Figura N° 39: Datos de la matriz en el SPSS.

Fuente: Elaboración propia

4.1.6 Contrastación de la segunda hipótesis específica.

Paso 1: Formulación de hipótesis nula y alterna.

La tesis postula que; El nivel de protección influirá positivamente en la reducción de duración de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017. Partiendo de dicha hipótesis se formula la hipótesis nula e hipótesis alterna siguientes:

El nivel de protección NO influye en la reducción de duración de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

$$H_0: (X_1=0; X_2=0; X_3=0; X_4=0)$$

X_1, X_2, X_3, X_4 : Indicadores de cada variable.

El nivel de protección influirá positivamente en la reducción de duración de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

$$H_a: (X_1 \neq 0; X_2 \neq 0; X_3 \neq 0; X_4 \neq 0)$$

X_1, X_2, X_3, X_4 : Indicadores de cada variable.

Paso 2: Determinación del nivel de significancia

Determinado con base en la gravedad de cometer un error tipo I es de $\alpha = 0.05$, que representa la probabilidad de rechazar la hipótesis nula siendo cierta.

Paso 3: Determinación del estadístico de prueba

El estadístico de prueba definido es F de Fisher

Paso 4: Estimación del p-valor

En la tabla se observa el cálculo del estadístico de prueba y de p valor para la hipótesis general que es de 0.0001314.

Tabla N° 24: Calculo del estadístico de prueba y de p valor para la segunda hipótesis

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,8000 ^a	2	,000314
Razón de verosimilitudes	3,2591	2	,000898
Asociación lineal por lineal	,375	1	,000540
Coef. (F-Probabilidad statistic)			0.001526

Fuente: Reporte SPSS.

Paso 5: Toma de decisión

Como $p = 0.0000314 < \alpha = 0.05$; se rechaza la hipótesis nula, es decir; El nivel de protección influirá positivamente en la reducción de duración de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

Dicha influencia calculada a través del coeficiente de determinación es de 0.001526 como se muestra en la tabla N° 25, donde se puede observar también como es que cada una de los indicadores ejerce su influencia individual con un alto nivel de significancia. Es así que la estimación del modelo elaborado por el SPSS es:

Evolución de N...	Nivel de protección Nro Reajuste	Selectividad de equipo Nro	Tiempo de actuación de equipo Hrs mins	Graduación de tiempo Hrs s	Tiempo promedio de fallas Hrs mins	Nivel de seguridad Nro	Duración de interrupciones Hrs mins	Estabilidad de la frecuencia Hrz
Ene	2,0	1	0 s	10 s	0 Hrs	1	0 min	59.95 Hrz
Feb	2,0	1	3 s	8 s	2 Hrs	2	35 min	60.05 Hrz
Mar	1,0	1	5 s	8 s	0 Hrs	1	0 min	58.95 Hrz
Abr	1,0	0	10 s	8 s	0 Hrs	0	0 min	59.95 Hrz
May	1,0	0	8 s	8 s	0 Hrs	1	60 min	60 Hrz
Jun	,0	0	0 s	10 s	1 Hrs	0	0 min	59.98 Hrz
Jul	1,0	0	0 s	9 s	1 Hrs	1	0 min	60.05 Hrz
Ago	,0	0	15 s	15 s	0 Hrs	1	45min	60.07 Hrz
Set	,0	1	10 s	12 s	0 Hrs	0	0 min	58.95 Hrz
Oct	1,0	1	5 s	12 s	0 Hrs	0	0 min	60 Hrz
Nov	1,0	1	11 s	10 s	0 Hrs	1	55 min	59.05 Hrz
Dic	2,0	1	5 s	10 s	1 Hrs	1	0 min	60.05 Hrz

Figura N° 300: Datos de la matriz en el SPSS.

Fuente: Elaboración propia

4.2. Prueba de Hipótesis

4.2.1. Hipótesis general

HO: No influye positivamente, la coordinación de protección en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

HI: Influye positivamente, la coordinación de protección en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

Tabla N° 25: Pruebas de chi-cuadrado de Pearson

Pruebas de chi-cuadrado de Pearson

	COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN - CALIDAD DE SUMINSTRO	
TIEMPO DE ACTUACIÓN DEL EQUIPO	Chi cuadrado	2.11
	gl	2
	Sig.	0,05

X^2 calculado= 4.8000

X^2 tabulado = 0.1526



X^2 calculado > X^2 tabulado

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto a un nivel de significancia de 0,05 y con 2 grados de libertad, se acepta la hipótesis alterna, con lo que se puede afirmar influye positivamente la coordinación de protección en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017.

4.2.2. Hipótesis específicas

a) Hipótesis Específica 1:

Ho: La relación entre la selectividad del equipo sin el nivel de seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 es mala en la Minera I.R.L Chumpe - 2017.

Hi: La relación entre la selectividad del equipo con el nivel de seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 es buena en la Minera I.R.L Chumpe – 2017.

Tabla N° 26: Selectividad en tipos de interrupciones

Selectividad en tipos de interrupciones

	EVENTOS	%
SELECTIVIDAD		
SIN EL NIVEL DE	3	98.96
SEGURIDAD		
SELECTIVIDAD -		
CALIDAD DEL	0	100.00
SISTEMA		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla nos indica relación que hay entre la selectividad y calidad del sistema eléctrico del Alimentador Minera IRL Subestación Chumpe.

Según la tabla se tiene la relación entre los indicadores que representan la selectividad sin nivel de seguridad que puede afectar al sistema y el otro es selectividad teniendo en cuenta la calidad del sistema y su promedio de eventos ocurridos y la influencia de porcentaje que se da en el sistema dado. En el registro de eventos (Nevada hizo contacto entre línea y cable PAT), teniendo como fecha el 15 de Enero del 2017, un registro alto y con mayor frecuencia saliendo de servicio la Minera IRL y sus aledaños alimentadores.

b) Hipótesis Específica 2:

Ho: La relación entre el nivel de protección en la reducción de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 no es buena en la Minera I.R.L chumpe - 2017.

Hi: La relación entre el nivel de protección en la reducción de duración de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 es buena en la Minera I.R.L chumpe - 2017.

4.2.3. Protección con duración de interrupciones

Tabla N° 27: Protección con duración de interrupciones

	Eventos	%
PROTECCIÓN SIN REDUCCION DE INTERRUPCIONES	1	99.98
PROTECCION CON REDUCCION INTERRUPCIONES	0	100.00

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama se muestra la continuidad del servicio sin ninguna interrupción, por lo tanto se tiene un diagrama de confiabilidad y un comportamiento aseverativo para la minera.

Realizando la coordinación de tiempos y reajustes de los equipos se concluye el nivel de calidad de servicio eléctrico en la subestación chumpe es apropiado para la producción y reducción de eventos en el sistema eléctrico.

4.3 Discusión e interpretación de resultados

Durante la discusión, se presenta la generalización de los resultados, sus implicaciones, el cumplimiento de los objetivos del estudio, como es que se relaciona con la teoría vigente y como se relacionan los postulados y los resultados con los antecedentes.

Generalizando los resultados, la investigación se concluye que la coordinación de protección influye positivamente en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017. Dicha influencia calculada a través del coeficiente de determinación es de 0.1526.

Así mismo el estudio tiene su implicación en la confiabilidad del sistema eléctrico por ello la coordinación de protección tiene como herramienta la toma de reajustes de los dispositivos del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la Subestación Chumpe 2017, el mismo que nos permite la configuración y selectividad de los equipos para su calidad de suministro, así mismo facilita el conocimiento de los diferentes interrupciones que se podrían dar en una subestación eléctrica y es por ello que se tiene en cuenta los dispositivos en el sistema eléctrico Chumpe.

Es así que el objetivo de formulado al iniciar la investigación se ha cumplido a cabalidad, pues en la tesis se logra explicar en qué medida influye la coordinación de protección en la calidad de suministro. Concluyendo que la coordinación de protección influye positivamente en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017, viendo y manifestando los diferentes hallazgos obtenidos y la producción de la Minera I.R.L.

- Como X^2 cuadrada $> X^2$ tabulada por lo tanto a un nivel de significancia de 0,05 y con 2 grados de libertad, se acepta la hipótesis alterna, con lo que se puede afirmar influye positivamente la coordinación de protección en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017.
- Se observa que, la selectividad del equipo sin nivel de seguridad y calidad llego a 3 interrupciones mensuales (98.96%) durante las pruebas realizadas, respecto a la selectividad y calidad de suministro es continuo el sistema eléctrico (100%).
- Con respecto a la hipótesis, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1); la cual menciona la relación entre la selectividad del equipo sin el nivel de seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 es mala en la minera I.R.L Chumpe - 2017.
- Se observa que, la protección con reducción de interrupciones llego a ser 1 evento mensual (99.98%) durante las pruebas realizadas, respecto a la protección y duración en condiciones normales sin ninguna interferencia en el sistema (100%).
- Con respecto a la hipótesis, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1); la cual menciona que la relación entre el nivel de protección en la reducción de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 es buena en la minera I.R.L Chumpe - 2017.
- Finalmente se concluye que la coordinación de protección influye

directamente en la calidad de suministro ya que se analiza desde un punto de conexión y relación con las variables e indicadores y se ve continuidad, mejora con menos interferencias e interrupciones en la minera IRL.

CONCLUSIONES

- Se concluye que la coordinación de protección actúa frente a la calidad de suministro de la energía eléctrica y la reducción de tiempos de actuación de los equipos ante una perturbación frente al sistema eléctrico de la subestación Chumpe.
- También se determina como X^2 cuadrada $>$ X^2 tabulada por lo tanto a un nivel de significancia de 0,05 y con 2 grados de libertad, se acepta la hipótesis alterna, con lo que se puede afirmar influye positivamente la coordinación de protección en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017.
- Se observa que, la selectividad del equipo sin nivel de seguridad y calidad llego a 3 interrupciones mensuales (98.96%) durante las pruebas realizadas, respecto a la selectividad y calidad de suministro es continuo el sistema eléctrico (100%).
- Con respecto a la hipótesis, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1); la cual menciona la relación entre la selectividad del equipo sin el nivel de seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 es mala en la minera I.R.L Chumpe - 2017.
- Se observa que, la protección con reducción de interrupciones llego a ser 1 evento mensual (99.98%) durante las pruebas realizadas, respecto a la protección y duración en condiciones normales sin ninguna interferencia en el sistema (100%).

- Con respecto a la hipótesis, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1); la cual menciona que la relación entre el nivel de protección en la reducción de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 es buena en la minera I.R.L Chumpe - 2017.
- Finalmente se concluye que la coordinación de protección influye directamente en la calidad de suministro ya que se analiza desde un punto de conexión y relación con las variables e indicadores y se ve continuidad, mejora con menos interferencias e interrupciones en la minera IRL.
- El presente trabajo proporciona una guía práctica para establecer un sistema simple para monitorear la energía, a la vez muestra como las curvas de coordinación de los equipos pueden reducir el costo de su operación y mantenimiento, haciendo uso de la información cotidiana acerca de la energía y sus procesos en el sistema eléctrico de la subestación chumpe.

RECOMENDACIONES

Finalizado el proyecto de tesis luego de meses de intenso trabajo se procede a plantear las siguientes recomendaciones:

El estudio desarrollado es parte de un proceso de coordinación de protección contra interrupciones y sobretensiones transitorias tanto de equipos como descargas atmosféricas. Las recomendaciones tienen por objetivo plantear tareas a resolver para futuras investigaciones en este tema que es de mucha importancia para las empresas.

- Se recomienda hacer un análisis e inspección del sistema eléctrico de la Subestación Chumpe para tomar medidas y tener con seguridad la falla y actuación de la aparamenta que se debe hacer frente a una interrupción.
- Tener en cuenta el diseño del sistema para ver en el programa ETAP 12.6 ya que nos ayuda a ver las diferentes fallas y cortocircuitos que se dan y ver la actuación de los equipos y su respectiva carga que tienen y como coordinan en el sistema eléctrico y hacer su respectivo reajuste.
- Se recomienda verificar las curvas que nos enseña el programa (ETAP 12.6) para su veracidad de datos que se están procesando o incluyendo en el diseño del diagrama ya que esto puede confundir con diferentes curvas características que se dan y su interpretación ante una falla suscitado.
- Estimular a los alumnos en el desarrollo de la investigación con prioridad en temas de Coordinación de Protección y Calidad de Energía.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. GUANIPA, TSU. WILLIAM ALEXIS GARCÍA. criterios de ajuste de los sistemas de protecciones contemplados en el proyecto de ampliacion del sistema electrico de extra-alta tension la arenosa-yaracuy a 765 kv de edelca. Sucre : Departamento de ingeniería eléctrica trabajo de grado., 2011.
2. FARINANGO, RODRIGO TOMAS POTOSI. Estudios de Coordinación de Protecciones Eléctricas para las Plataformas Tivacuno Empleados Relés Digitales “GE MULTILIN – UR”. Ecuador : Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, 2008.
3. Florián, Alfredo Jacinto. Software Aplicado al Análisis de Selectividad en los Estudios de Coordinación de Protecciones de Sobrecorriente- Edpsel. Lima : Pullman, 2007.
4. VELAZCO, FABIOLA COROMOTO VELAZCO. Revisión de la Coordinación de Protecciones del Sistema Eléctrico PDVSA sur Area Operacional Barinas. Simon Bolivar : Universidad Simón Bolívar, Coordinación de Ingeniería Eléctrica., 2005.
5. ALBARRASÍN, EDWIN OSWALDO SEGOVIA. Coordinación de Protecciones en el Alimentador de Distribución cerro 8. Cuba : Centro de (Guanipa, 2011) investigación y pruebas electro energéticas (CIPEL) Facultad de Ingeniería Eléctrica, 2010.
6. Mendoza, Jorge Martinez. Coordinacion de aislamiento en una subestacion de amniobra de 230 KV. Mexico : Mexico, 2010.
7. (COES), Comite de operacion economica del sistema. Criterios de Ajuste y Coordinacion de Proteccion. Peru : SEIN, 2014.
8. LAZO, NELLY ROXANA SOVERO. “Control de Calidad del Servicio Eléctrico Mediante Técnicas de PQC en Hidrandina S.A.”. Peru : s.n., 2002.
9. MOLINA, JUAN ANTONION AGUILAR. “Calidad de Suministro Eléctrico en Electrocentro S.A.”. Peru : UNCP, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, 2005.

10. Florián, Alfredo Jacinto. Software Aplicado al Análisis de Selectividad en los Estudios de Coordinación de Protecciones de Sobrecorriente- Edpsel. Lima : Pullman, 2007.
11. VIVANCO HILARIO, CARLOS W. "Estudio de las Características Funcionales y Económicas de las Subestaciones para Optimizar la Inversión en la Electrificación". Peru : Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, 2010.
12. LEÓN, EUSEBIO ZENÓN CASTRO. Teoria y Pratica de la Investigacion Cientifica. Perú : PERUGRAPH SRL, 2016.
14. BAUDELIO, SERAFIN SANCHEZ PORFIRIO. "Manual de Mantenimiento de Subestaciones de Distribución del Campus Universitario, U.N.A.M.". Mexico : s.n., 2009 .
15. HUGO A, SEDANO BALTAZAR. "Coordinación del Sistema de Protección de los Alimentadores A4001, A4002 Y A4003 en 10 KV –Subestación Ayacucho". Peru : Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, 2008.
16. MONTALUISA, ALEXANDER DANILO PILATASIG. Evaluación de la Calidad de Energía Eléctrica en Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas a la Red de Bajo Voltaje. Ecuador : Universidad Politécnica Salesiana , 2015.
17. SISTEMA, COMITÉ DE OPERACIÓN ECONOMICA DEL. Criterios de ajuste y Coordinacion de los sistemas de proteccion del SEIN. Perú : s.n., 2014.
18. ICG, Contratistas Generales S.A.C. Informe Minera irl mantenimiento y operación de la subestación chumpe. Perú : ICG, 2016.

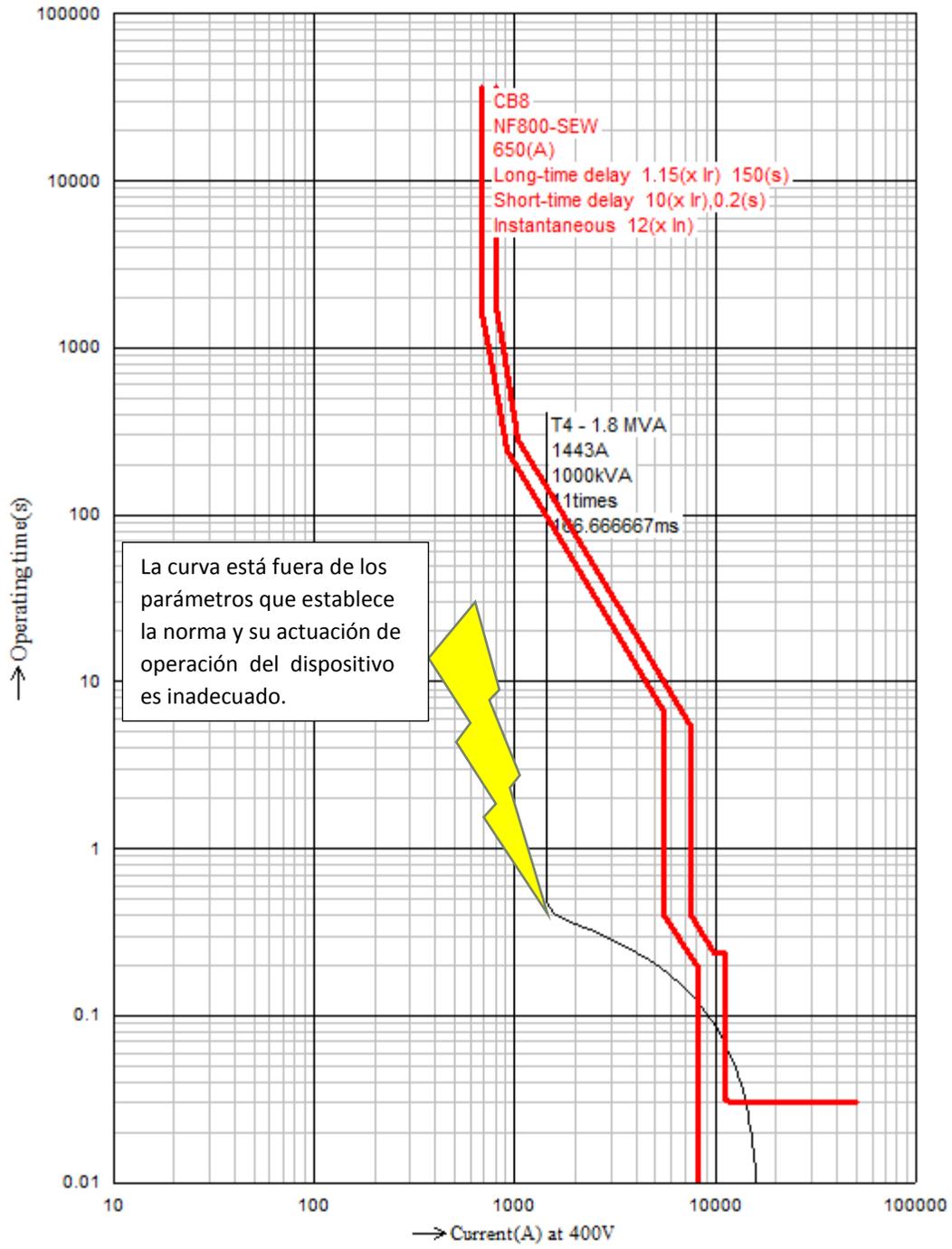
ANEXOS

ANEXOS 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PLAN DE TESIS

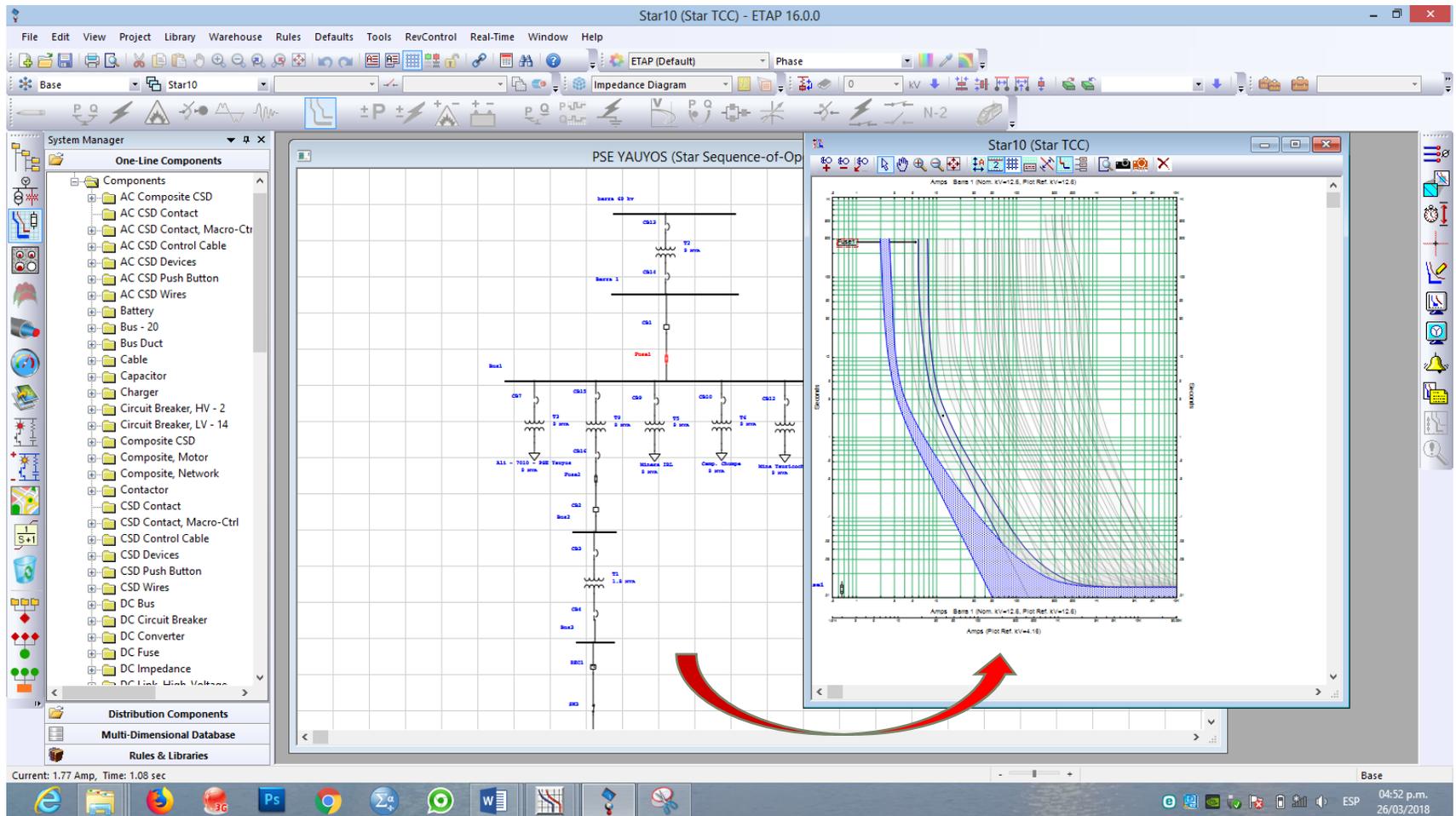
TÍTULO: “INFLUENCIA DE LA COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN EN LA CALIDAD DE SUMINISTRO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL ALIMENTADOR 7004 DE LA MINERA I.R.L CHUMPE - 2017”				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo influye la coordinación de protección en la calidad de suministro del sistema eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe - 2017?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>P.1 ¿De qué manera influye la selectividad del equipo frente a la seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera i.r.l chumpe - 2017?</p> <p>P.2 ¿De qué manera influye el nivel de protección en la reducción de duración de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera i.r.l chumpe - 2017?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la influencia de coordinación de protección en la calidad de suministro del sistema eléctrico del Alimentador 7004 de la Minera I.R.L Chumpe – 2017.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>O.1 Realizar la selectividad del equipo frente a la seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017.</p> <p>O.2 Dar a conocer el nivel de protección en la reducción de duración de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera i.r.l chumpe - 2017.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La coordinación de protección influirá positivamente en la calidad de suministro del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera I.R.L Chumpe - 2017.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>H.1 La selectividad del equipo tiene una influencia positiva en el nivel de seguridad y calidad del sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera i.r.l chumpe - 2017.</p> <p>H.2 El nivel de protección influirá positivamente en la reducción de duración de interrupciones en el sistema eléctrico del alimentador 7004 de la minera i.r.l chumpe - 2017.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE (x):</p> <p>Coordinación de protección del sistema eléctrico.</p> <p>INDICADORES</p> <p>1.1 Nivel de protección. 1.2 Selectividad de equipo. 1.3 Tiempo de actuación del equipo.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE (y):</p> <p>Calidad de suministro del sistema eléctrico.</p> <p>INDICADORES</p> <p>1.1 Tiempo promedio entre fallas. 1.2 Nivel de seguridad y calidad. 1.3 Duración de interrupciones.</p>	<p>TIPO: Investigación Cuantitativa</p> <p>NIVEL: Correlacional – Explicativa</p> <p>METODO: Método Deductivo – inductivo Método análisis de datos cuantitativos será con programas computacionales (simulaciones)</p> <p>DISEÑO: No experimental - Transversal Descriptivo – explicativo - correlacional</p> <p>POBLACIÓN: Sistema Eléctrico Subestación Chumpe.</p> <p>MUESTRA: n= alimentador 7004 S.E. Chumpe.</p> <p>INSTRUMENTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizador de redes (análisis y estudio del sistema) • Programa ETAP 12.6. (curva de coordinación).

ANEXOS 2: MATRIZ DE PRUEBA DE HIPÓTESIS

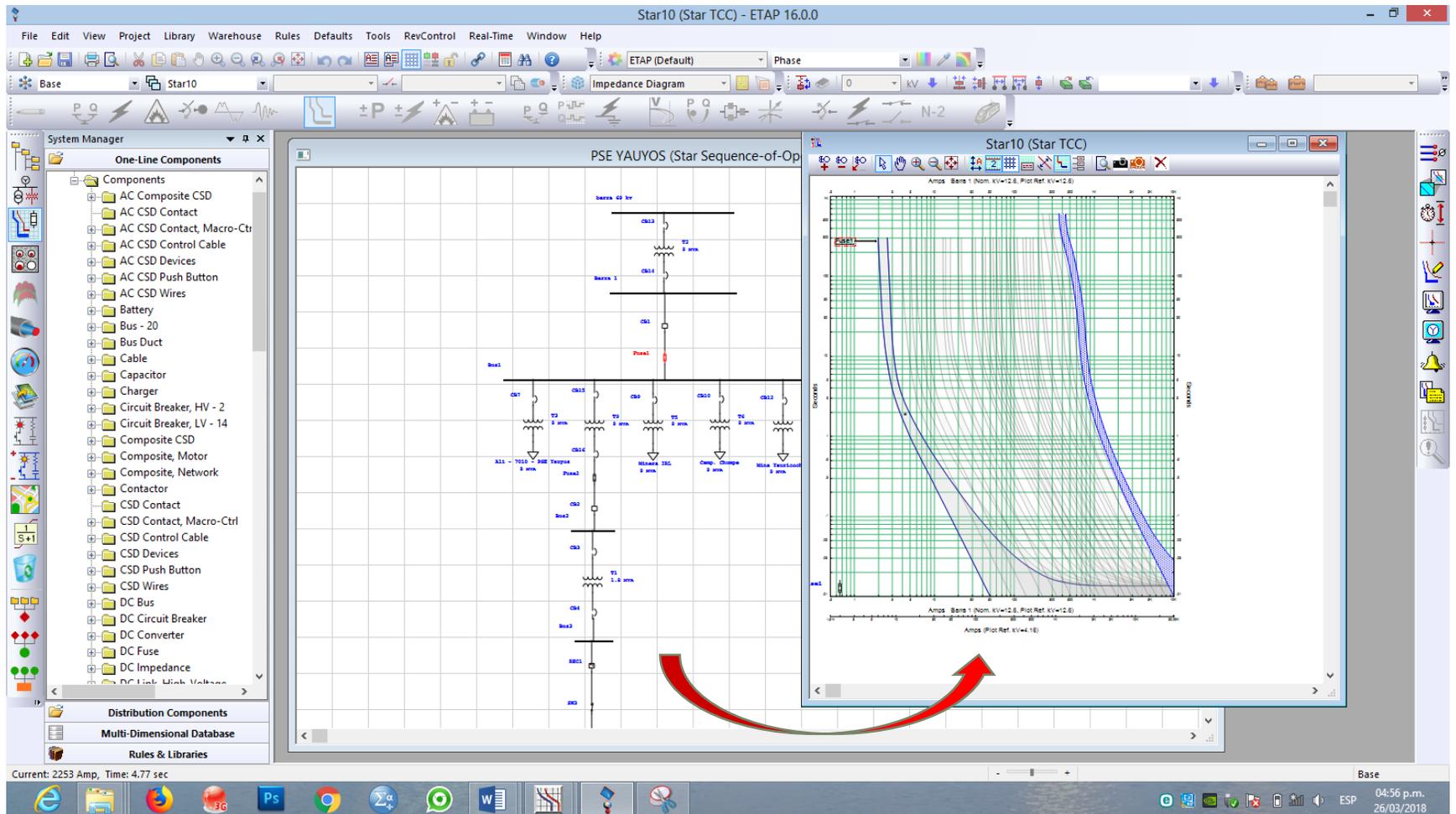
Hipótesis	Estadístico	Hipótesis nula	Hipótesis alterna	P - valor
General	F	Ho: $(X_1=0; X_2=0; X_3=0; X_4=0)$	Ha: $(X_1 \neq 0; X_2 \neq 0; X_3 \neq 0; X_4 \neq 0)$	0.0314
Específica 1	F	Ho: $(X_1=0; X_2=0; X_3=0; X_4=0)$	Ha: $(X_1 \neq 0; X_2 \neq 0; X_3 \neq 0; X_4 \neq 0)$	0.00314
Específica 2	F	Ho: $(X_1=0; X_2=0; X_3=0; X_4=0)$	Ha: $(X_1 \neq 0; X_2 \neq 0; X_3 \neq 0; X_4 \neq 0)$	0.000314



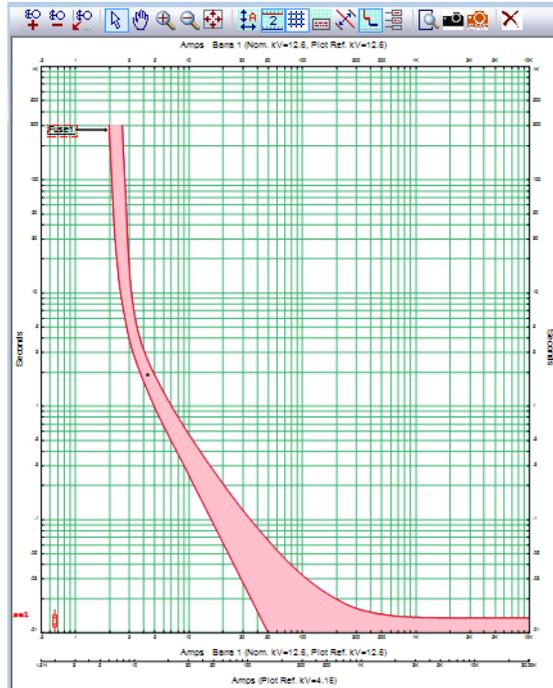
ANEXOS 3: CURVA SIN REAJUSTE DE LOS DISPOSITIVOS



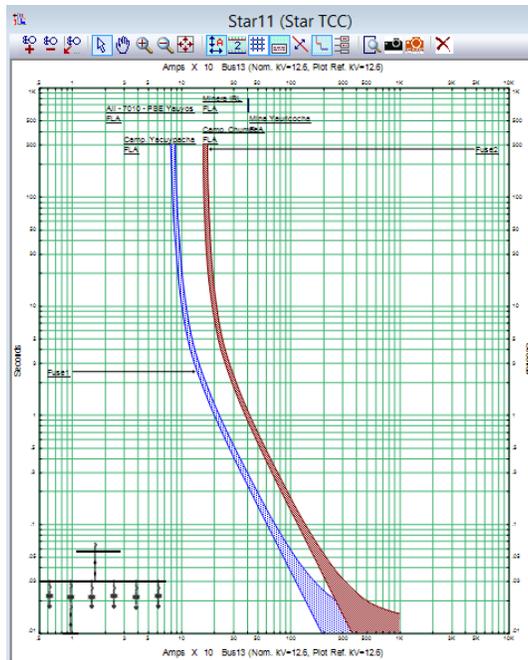
ANEXOS 5: ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN CON EL DIAGRAMA DEL S.E. CHUMPE.



ANEXOS 6: ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN CON EL DIAGRAMA DEL S.E. CHUMPE.



ANEXOS 7: ANÁLISIS DE LAS CURVA DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN SIN REAJUSTE.



ANEXOS 8: ANÁLISIS DE LAS CURVAS DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN S.E. CHUMPE

REPORTE MENSUAL DE INTERRUPCIONES SUBESTACIÓN CHUMPE
SERVICIO ELÉCTRICO:
MES Y AÑO:
YAUYOS
Enero 2017
ALIMENTADOR: Minera IRL
TENSIÓN: 22.9 KV

ITEM	FECHA	HORA DE INICIO	KW	HORA DE TERMINO	KW	TIEMPO DE DURACION	MOTIVO	ACCIONES A TOMAR
1	15/01/2017	02:04:00 p.m.	628.36	10:14:00 p.m.	606.74	8.17	Nevada hizo contacto entre linea y cable PAT	Esperar de descienda la nieve
2	16/01/2017	01:16:00 a.m.	405.72	11:29:00 a.m.	425.5	58.22	Cables de safaron de aislador y rotura de cruceta a causa de la nieve	Ubicar la falla y reparar
3	24/01/2017	09:41:00 p.m.	938.4	10:25:00 a.m.	535.2	180.73	Rotura de Poste y cable en vano de > a 400 metros	Reparación de linea
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

TOTAL TIEMPO DE INTERRUPCIONES DEL MES:	247.12
--	---------------

ANEXOS 9: REPORTE MENSUAL DE INTERRUPCIONES S.E.CHUMPE.

ANEXOS 10: VISTA PANORÁMICA DE PLANTA DE LA SUBESTACIÓN CHUMPE



CONTRATISTAS
GENERALES
S.A.C.

Registro de Energía y Potencia por Punto de Compra

(Cada 15 minutos)

Empresa: Minera IRL

Sistema Eléctrico: Yauyos

Alimentador: Mineral IRL

Año: 2017

Mes: Junio

Nivel de Tensión	Punto de Registro	FechaHora (/2)	Energía Activa (En kW.h)	Potencia (kW)
12.6 KV	CHUMPE	201706010015	155.595	622.38
12.6 KV	CHUMPE	201706010030	155.365	621.46
12.6 KV	CHUMPE	201706010045	153.18	612.72
12.6 KV	CHUMPE	201706010100	153.525	614.10
12.6 KV	CHUMPE	201706010115	152.26	609.04
12.6 KV	CHUMPE	201706010130	153.525	614.10
12.6 KV	CHUMPE	201706010145	151.34	605.36
12.6 KV	CHUMPE	201706010200	152.95	611.80
12.6 KV	CHUMPE	201706010215	150.65	602.60
12.6 KV	CHUMPE	201706010230	150.88	603.52
12.6 KV	CHUMPE	201706010245	152.375	609.50
12.6 KV	CHUMPE	201706010300	151.225	604.90
12.6 KV	CHUMPE	201706010315	152.03	608.12
12.6 KV	CHUMPE	201706010330	156.745	626.98
12.6 KV	CHUMPE	201706010345	158.47	633.88
12.6 KV	CHUMPE	201706010400	157.55	630.20
12.6 KV	CHUMPE	201706010415	175.26	701.04
12.6 KV	CHUMPE	201706010430	170.89	683.56
12.6 KV	CHUMPE	201706010445	169.395	677.58
12.6 KV	CHUMPE	201706010500	169.05	676.20
12.6 KV	CHUMPE	201706010515	173.42	693.68
12.6 KV	CHUMPE	201706010530	174.34	697.36
12.6 KV	CHUMPE	201706010545	159.965	639.86
12.6 KV	CHUMPE	201706010600	152.03	608.12
12.6 KV	CHUMPE	201706010615	152.95	611.80
12.6 KV	CHUMPE	201706010630	149.845	599.38

ANEXOS 11: REGISTRO DE ENERGÍA Y POTENCIA DE LA SUBESTACIÓN DE POTENCIA CHUMPE



**ANEXOS 12: VISTA DE PLANTA DEL CERCO DE LA SUBESTACIÓN
DE POTENCIA CHUMPE**