



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA

MECANICA ELECTRICA

**“REDISEÑO DEL ALIMENTADOR - 212 SECHO - MONSEFU
PARA MEJORAR EL SERVICIO ELÉCTRICO MONSEFÚ - 2017”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

MECANICO ELECTRICISTA

AUTOR:

MATEO PACHERRES, JORGE LUIS

ASESOR:

ING. Msc. CELADA PADILLA, JAMES SKINNER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACION TRASMISIÓN Y DISTRIBUCION

PERÚ - 2017

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Gabriel y Marina Por su apoyo incondicional que me brindan y por estar siempre orientándome Para seguir adelante. Agradecerles Por haberme dado los principios de la educación, un hogar donde crecer, equivocarme y donde adquirí los valores que hoy defienden mi vida, por el impulso que me brindaron en los momentos difíciles en mi carrera.

A MIS HERMANOS(AS)

En primer lugar agradecerle a mi Esposa e hijos por el apoyo que me brindaron para culminar mi carrera profesional y también a todos mis hermanos(as) que siempre están presentes.

Jorge Luis Mateo Pacherres

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por Iluminarme y darme sabiduría y darme un día más de vida y poder ayudarme a tomar decisiones importantes, gracias a su ayuda divina he podido culminar mi carrera y siempre lo agradeceré

A LA INSTITUCIÓN

Expreso mi mayor gratitud a:

La plana docencia por la oportuna transferencia de conocimientos, su paciencia y su siempre dispuesta colaboración, por brindarme las puertas y formar parte de ello.

Jorge Luis Mateo Pacherras

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis titulada **“REDISEÑO DEL ALIMENTADOR - 212 SECHO – MONSEFU PARA MEJORAR EL SERVICIO ELÉCTRICO MONSEFU - 2017”**, la misma que sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico y Electricista.

JORGE LUIS MATEO PACHERRES

INDICE

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN	vi
INDICE	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
1.2. TRABAJOS PREVIOS	16
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	21
1.3.1 Alimentador.	21
1.3.2 Análisis de la Confiabilidad en un Alimentador.....	21
1.3.3 Requisitos que debe cumplir un Alimentador.....	22
1.3.4 Diseño de un Alimentador.....	22
1.3.5 Modelos de planeamiento de alimentadores.....	22
1.3.6 Densidad de carga.	23
1.3.7 Carga instalada.....	23
1.3.8 Capacidad instalada.	23
1.3.9 Carga Máxima (kW ó kVA).....	24
1.3.10 Corriente eléctrica.....	24
1.3.11 Tensión eléctrica.	25
1.3.12 Conductor.	25
1.3.13 Potencia eléctrica.....	25
1.3.14 Máxima demanda.	26
1.3.15 Factor de potencia.	27
1.3.16 Distribución eléctrica.	27
1.3.17 Sistema eléctrico.....	28
1.3.18 Consumo de energía eléctrica.	28
1.3.19 Potencia instalada.....	29

1.3.20	Factor de potencia.....	29
1.3.21	Bases de cálculo.....	29
1.3.22	Normas y códigos considerados.....	30
1.3.23	Servidumbre.....	31
1.3.24	Procedimiento para efectuar conexión a las redes de media.....	31
1.3.25	Distancias mínimas de seguridad (DMS).....	31
1.4	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	32
1.5	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	32
1.6	HIPÓTESIS.....	33
1.7	OBJETIVOS.....	33
1.7.1	General:.....	33
1.7.2	Específicos:.....	33
II.	METODO.....	34
2.1.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	34
2.2.	VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.....	34
2.2.1	Variables.....	34
2.2.2	Operacionalización.....	34
2.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
2.3.1	Objeto de análisis (OA).-.....	36
2.3.2	Población (N).-.....	36
2.3.3	Muestra (n).-.....	36
2.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
2.4.1	Técnicas.....	36
2.4.2	Instrumentos.....	36
2.4.3	Validez y Confiabilidad.....	36
2.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	36
2.6	ASPECTOS ÉTICOS.....	37
III.	RESULTADOS.....	38
3.1	Diagnosticar la situación actual del Alimentador 212 Secho – Monsefu.....	38
3.1.1	Estado situacional del Alimentador C-212.....	38
3.1.2	Características de las instalaciones existentes.....	40
3.1.3	El Efecto de la Corrosión.....	41
3.1.4	Características del Alimentador.....	42

3.1.5	Datos del recorrido actual del Alimentador C-212.....	43
3.1.6	Formato de inspección ligera del Alimentador C - 212.....	45
3.1.7	Funciones del activo.....	45
3.1.8	Impacto para la empresa si no dispone del activo.....	45
3.1.9	Requisitos de disponibilidad del activo.....	46
3.1.10	Análisis de los Indicadores de frecuencia 2012 al 2016.....	49
3.2	Proponer la nueva ruta del Alimentador 212.....	57
3.3	Realizar los cálculos mecánicos y eléctricos de los componentes del.....	64
3.3.1	Objetivo.....	64
3.3.2	Normas aplicables.....	64
3.3.3	Distancia de Seguridad en los soportes de los conductores.....	64
3.3.4	Cargas para los Grados B y C.....	65
3.3.5	Factores de Sobrecarga.....	67
3.3.6	CALCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR.....	67
3.3.7	Hipótesis Adoptadas.....	68
3.3.8	Esfuerzos máximos.....	68
3.3.9	Fórmulas Adoptadas.....	68
3.4	CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN.....	70
3.4.1	Parámetros de conductores.....	70
3.4.2	Cálculo de caída de tensión en sistemas monofásicos.....	71
3.5	CALCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS.....	76
3.5.1	Calculo de Esfuerzos.....	76
3.6	CALCULO DE RETENIDAS.....	78
3.7	SELECCIÓN DE AISLADORES.....	80
3.7.1	Tensión bajo lluvia.....	80
3.7.2	Nivel Básico de Aislamiento.....	80
3.7.3	Longitud de la Línea de Fuga.....	81
3.7.4	Carga de Rotura (Q).....	81
3.8	CALCULO DE PUESTA A TIERRA.....	83
3.9	CALCULO ANCLAJES.....	83
3.10	CALCULO DE CIMENTACIÓN.....	85
3.10.1	CALCULO DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS.....	86
3.10.2	Factor de corrección.....	88

3.4 Realizar un análisis económico del rediseño.	92
IV. DISCUSIÓN	97
V. CONCLUSIONES	98
VI. RECOMENDACIONES	99
VII. REFERENCIAS	100
ANEXOS.....	103

RESUMEN

Este trabajo de investigación desarrollado consiste en el rediseño del Alimentador que permitirá en el distrito de Monsefú una mejor calidad de energía eléctrica, lo que beneficiará a los usuarios de este servicio y en consecuencia al concesionario, en este caso Electronorte S.A.

Además este presente trabajo de investigación permitirá disminuir los costos que el usuario realiza por el deterioro de sus artefactos como consecuencia de la mala calidad del servicio de energía eléctrica que actualmente se viene dando.

Se realizó el diagnosticar del alimentador encontrándose postes en mal estado y que urge su cambio inmediato, también se ha diseñado la línea por una ruta accesible y que tenga acceso a los mantenimientos en caliente y su operatividad, el total recorrido son 138 estructuras con un ruta de línea de 8 km.

También se desarrolló los cálculos mecánicos y eléctricos, y se ha seleccionado los aisladores por mayor línea de fuga para evitar las interrupciones por descargas atmosféricas y polución, asimismo se ha diseñado la instalar de puesta a tierra en todo el recorrido de la línea de media tensión.

Concluyendo con el presupuesto total ascendiente a S/ 794,739 soles, con una tasa de interés de 10% y arrojo un Tasa Interna de Retorno de 12.82% (TIR), con un Valor Actual Neto de S/ 57 974 soles (VAN) y el recupero de la inversión será en 3 años y 5 meses.

Palabra Clave: Sistema eléctrico, Saidi y Saifi.

ABSTRACT

This work of investigation developed consists of the redesign of the Feeder that will allow in Monsefú's district a better quality of electric power, which he will benefit to the users of this service and in consequence to the concessionaire, in this case Electronorte S.A.

In addition this present work of investigation will allow to diminish the costs that the user realizes for the deterioration of his appliances as consequence of the bad quality of the service of electric power that nowadays one comes giving.

It was realized to diagnose of the feeder being posts in poor condition and that urges his immediate change, also the line has been designed by an accessible route and that has access to the maintenances in warmly and his operability, the crossed total they are 138 structures with a ruta of line of 8 km.

Also one developed the mechanical and electrical calculations, and the insulating ones have been selected wholesale line of escape to avoid the interruptions for atmospheric unloads and pollution, in addition she has been designed to install earthing in the whole tour of the line of half a tension.

Concluding with the total ascendant budget to S/794 739 Soles, with a rate of interest of 10 % and fearlessness a Tasa He Hospitalizes of Return of 12.82 % (TIR), with Current Clear Value S/. 57 974 Soles (VAN) and I recover of the investment it will be in 3 years and 5 months.

Key Words: electric system, Saidi and Saifi.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

A NIVEL INTERNACIONAL:

ECUADOR

Para el año 2010, los indicadores relacionados a la Calidad del Servicio Técnico en la empresa distribuidora seleccionada, alcanzaron valores muy altos, lo cual incurrieron en una mala Calidad del Servicio, prestados a los usuarios de concesión de la mencionada distribuidora. Este fenómeno incurrió, no solo en forma negativa a los consumidores, quienes presentaron reclamos por daños en equipos y maquinarias que requieren de energía eléctrica; sino también a la propia empresa distribuidora que incrementó el rubro de energía no suministrada (energía que dejó de vender a sus usuarios), a más de un llamado de atención por parte del ente regulador del sector eléctrico ecuatoriano **(Torres, 2012, p.21)**.

COLOMBIA

En Colombia la calidad el servicio público de energía, se ha convertido en un especial interés tanto para los operadores como para las distribuidoras de energía, esto como consecuencia de la existencia de equipos electrónicos y eléctricos que tienen alta sensibilidad, los cuales requieren de un suministro eléctrico que no sea fluctuante. Este problema se origina porque los operadores de las líneas y redes de distribución no pueden implementar esquemas ni algoritmos que permitan identificar y localizar las fallas. Esto sobre todo se agudiza cuando se tiene Redes Eléctricas del tipo Radial. **(Barrera, 2014, p. 28)**.

ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMÉRICA

Actualmente a nivel mundial los cambios tecnológicos se han dado profundamente sobre todo en la dependencia del suministro de energía eléctrica.

En mucho de los países del mundo, el suministro eléctrico comercial se provee de redes nacionales, que interactúan a través de Sistemas Eléctricos

Interconectados. Estas líneas eléctricas deben suministrar las necesidades básicas nacionales de calefacción, iluminación, aire acondicionado, refrigeración, residenciales y transporte, así como el abastecimiento crítico a comunidades gubernamentales, médicas, financieras, industriales comerciales y de comunicaciones. La energía eléctrica se ha convertido en una necesidad básica en todos los hogares, puesto que la tecnología moderna hace uso intensivo de este recurso. **(Seymour y Horsley, 2015, p. 18).**

A NIVEL NACIONAL:

El Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional – COES-SINAC, quien es el encargado de las tareas de operación del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), en el diagnóstico de las condiciones operativas y sobre todo en lo que se refiere a Calidad de Servicio para el período 2017 – 2018, y debido a que la Oferta supera a la Demanda, por motivo que no existe un plan de control de energía en las redes de distribución en un sistema eléctrico, según el SEIN como resultado promedio al año tiene un 8.7 % que equivale a 644MW, razón que actualmente su potencia de generación instalada tiene un aproximado de 850MW Y 498MW, mayormente durante los análisis energéticos que se ha realizado se ha tenido como resultado que el mayor consumo es en la parte del SUR del país, por otra parte esto nos conlleva a no obtener una mejora de calidad del servicio eléctrico para los usuarios. **(COES, 2015, p. 25).**

La empresa concesionaria ENSA, manifiesta que como consecuencia se ha identificado que el país existen lugares de crecimiento, por lo tanto esto quiere decir que para su desarrollo necesitara energía eléctrica, como es tanto poblacional y plantas industriales con ubicación en la región de Lambayeque, razones que esto en las empresas concesionarias se refleja como una sobrecarga en los transformadores, líneas de transmisión, sub transmisión y a la vez también reflejado en interrupciones en la red, como consecuencia se omite tener una mejora de calidad del servicio eléctrico. En ese sentido Electronorte S.A. de Lambayeque, con el propósito de brindar un

servicio de calidad a repotenciado las subestaciones de potencia de Illimo y en la localidad de La Viña para mejorar la calidad del servicio eléctrico en esas localidades. Debido a que en algunos casos las Redes Eléctricas ya han cumplido su vida útil, esto ha originado que la mala calidad del servicio de energía eléctrica en algunos sectores sea significativa, además el hurto de los conectores eléctricos ha originado serias interrupciones del servicio eléctrico. Además el escaso mantenimiento ha agudizado el problema. **(IPAE, 2016, p.15).**

La Empresa Concesionaria de Distribución de Energía Eléctrica ELECTRONORTE S.A en su Memoria Anual y en relación al tema de Operación y Mantenimiento, señala que la causa de los problemas existentes, están centralizados en los problemas de los alimentadores, donde adquiere mayor notabilidad las extensas redes radiales de las electrificaciones rurales realizadas por los Gobiernos Locales, Gobiernos Regionales y el Ministerio de Energía y Minas, la mayoría ejecutadas sin considerar los estándares de calidad ya establecidos en las normas eléctricas nacionales y sin considerar los reconectores. Según ENSA manifiesta que un plan de mantenimiento en un sistema Distribución, tiene como objeto incrementar la vida útil de un equipo o accesorios que lo conforman en una línea de distribución de un sistema eléctrico mediante un mantenimiento preventivo y así se garantiza la seguridad de la población y la mejor calidad del servicio eléctrico. **(Electronorte, 2015, p. 19).**

A NIVEL LOCAL:

El Alimentador 212, parte de la Subestación Chiclayo Oeste de la ciudad de Chiclayo, Departamento de Lambayeque y se dirige hacia el Puerto de Eten, pasando en su recorrido por la ciudad de Monsefú.

Actualmente en dicho Alimentador, se tiene interrupciones los mismos que han originado que la Calidad del Servicio no sea bueno.

Las interrupciones de este alimentador han originado una mala Calidad del Servicio que brinda la empresa concesionaria ELECTRONORTE SA, a la

ciudad de Monsefú, vulnerando la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, produciendo que la empresa supervisora OSINERGMIN continuamente los multe por el mal servicio brindado. Por tal motivo con la propuesta de rediseño mejorara la calidad de servicio eléctrico Monsefu 2017 (Electronorte, 2015, p. 20).

1.2. TRABAJOS PREVIOS

A NIVEL INTERNACIONAL:

ECUADOR

RODRÍGUEZ y SOLANO (2014), en su proyecto de investigación: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIO DE LA SUBESTACIÓN “SALINAS” DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PENÍNSULA DE SANTA ELENA S.A. BASADO EN LA CALIDAD DE SERVICIO”**. El sistema eléctrico de la Península de Santa Elena se encuentra formado por 14 subestaciones de distribución. Cuyo objetivo general es realizar el estudio de todas las subestaciones ubicadas en la localidad de salinas, que a la vez cuenta cinco circuitos de alimentadores, cuya conexión primaria en los transformadores para el sistema de distribución es estrella con aterramiento, esto quiere decir que tendré en su salida para transmitir voltaje 4 hilos con cable de Aluminio para un nivel de tensión de 13,8 kV , con un voltaje de línea y línea de 7,69 kV y para proteger las líneas de fallas transitorias o permanentes se ha instalado un sistema de protección como son fusibles tipo COUT OUT con una secuencia de capacidad a proteger, como son para cargas con derivaciones trifásicas se ha elegido un fusible de 200A y para circuitos con menor carga y monofásico y bifásicos se ha considerado un fusible de 100A . Finalmente recomienda que la finalidad de esta evaluación e instalación se obtuvo como resultados mejorar el servicio eléctrico.

MEXICO

QUELITE y GUTIÉRREZ (2015), en su proyecto de investigación **“Propuesta de Rediseño de Alimentadores Generales en la Torre de Rectoría, UNAM”**

Cuyo objetivo manifiesta que el consumo de energía eléctrica es una necesidad indispensable en nuestros días, es una de las formas de energía más usadas en el mundo actual. Las comunicaciones, el transporte, la mayor parte de los servicios en los hogares, escuelas, industrias y oficinas dependen de un suministro confiable de energía eléctrica por parte de las compañías dedicadas a la generación, transmisión y distribución de la misma. Una instalación eléctrica es el conjunto de equipos y materiales que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica partiendo desde el punto de conexión de la compañía suministradora hasta máquinas y aparatos receptores para su utilización final, de una manera eficiente y segura, garantizando al usuario flexibilidad, comodidad y economía en la instalación. Debido a que la presencia de la energía eléctrica significa un riesgo para el ser humano, se requiere suministrar la máxima seguridad posible para salvaguardar su integridad, así como la de los bienes materiales, cada parte que integre la instalación eléctrica debe estar ubicada estratégicamente con el fin de lograr seguridad absoluta. Además de esto el servicio de instalaciones eléctricas deberá ser eficiente y económico. Contar con un óptimo servicio de instalaciones eléctricas, contribuye a preservar el patrimonio y reducir costos ahorrando energía y evitando siniestros, prolongando la actividad y productividad.

Todo diseño de una instalación eléctrica deberá estar basado en la normatividad correspondiente, en este caso la NOM-001-SEDE-2012, la cual responde a las necesidades técnicas que se requieren para la utilización de energía en las instalaciones eléctricas en el ámbito nacional. La siguiente tesis deriva de una parte de los trabajos que se realizan en los Proyectos de Ahorro de Energía (PAE) de la Facultad de Ingeniería de la UNAM en colaboración con la dirección General de Obras y Conservación en virtud de actualizar los planos eléctricos y determinar el estado actual de la instalación eléctrica en la Torre de Rectoría, para finalmente emitir propuestas basadas en el diseño ingenieril que ayudarán a mantener una instalación eléctrica segura y confiable pues la energía eléctrica es primordial para mantener en función.

ECUADOR

HEREDIA (2014), en la Tesis Titulada: “**Rediseño y Ampliación del Sistema Eléctrico de la Empresa INPLASTIC**” Cuyo objetivo general es realizar un trabajo de recopilación con bases y procedimientos según el Código Eléctrico Nacional para la ampliación de plásticos “INPLASTIC S.A.”, este plan de estudio fue realizado para la planta industrial ecuatoriana pero por querer obtener un mayor crecimiento de su productividad también se optó a elegir más maquinaria, esto también nos conlleva a una mayor carga instalada, por lo tanto se evaluó que no había capacidad en las líneas de suministro. Por lo tanto esto fue la principal razón para realizar un rediseño en su alimentador o línea de distribución. Finalmente concluye que los procedimientos aplicados para este rediseño fueron de mucha factibilidad, los equipos a elegir fueron evaluados mediante protocolos de pruebas. También se consideró para los cálculos las normas exigidas vigentes, se garantiza que el sistema trabajara en una forma confiable y segura Protegiendo al personal contra accidentes y riesgos eléctricos.

A NIVEL NACIONAL:

GRANADOS (2012), en la Tesis Titulada: “Estudio y Diseño del Sistema Eléctrico, Huacrachuco II Etapa” cuyo objetivo es evaluar la necesidad de contar con un suministro de electricidad que sea económico en comparación con lo que actualmente usan como son el uso de las velas, pilas, querosene y otros.

En el desarrollo del Estudio y en el Diseño se ha empleado las normas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas en cuanto a electrificación rural se refieren, en donde se encuentran los criterios para los cálculos justificativos de la Redes Primarias y Redes Secundarias.

Como conclusión del presente trabajo se tiene la electrificación de las 85 localidades que comprende el Sistema Eléctrico Huacrachuco II etapa, logrando que cuenten con un suministro de energía confiable y de calidad.

SUAREZ (2014), en la Tesis Titulada: **“Diseño de Líneas y Redes Primarias en 22,9 kV para la electrificación del Distrito de Santa María Del Valle - , Huánuco”**, tiene como objetivo suministrar con energía eléctrica 21 localidades del Distrito de Santa María del Valle Provincia y Departamento de Huánuco.

Para lograr este objetivo se ha realizado el estudio de la Máxima Demanda obteniendo que para el año inicial 2015 será de 277 kW y para el año final 2035 será de 511 kW, posteriormente y haciendo uso de las normas de electrificación rural se ha realizado el cálculo de las Líneas y Redes Eléctricas Primarias y de las Redes Secundarias.

Como conclusión del presente trabajo de investigación es que se logrará suministrar con energía eléctrica a dichas localidades, logrando elevar su calidad de vida.

MORENO (2014), en la Tesis: **“Remodelación de Línea Primaria en 10kV de la Compañía Minera San Juan (Perú) - Nyrstar, en el distrito de San Mateo, provincia de Huarochirí, departamento de Lima”**, tiene como objetivo el rediseño de la Línea de Media Tensión de la Compañía Minera San Juan (Perú) hoy “NYRSTAR”, se localiza en el Distrito de San Mateo, a la altura del Km 90 de la carretera central, Provincia de Huarochiri y Departamento de Lima.

Dicho rediseño se iniciará desde la Subestación 01 (principal-lado compresora), hasta suministrar la subestación N° 04 de 200kVA, para viviendas de trabajadores de la Compañía Minera San Juan (Perú) con un sistema trifásico. La remodelación del Sistema se realiza pues no cumple con los estándares del “Código Nacional de Electricidad –Utilización”, y la norma “Uso de Electricidad en Minas” del Ministerio de Energía y Minas del Perú.

Después de haber elaborado el trabajo de investigación mencionado, el autor concluye que si es viable suministrar de electricidad a las viviendas de

trabajadores de la Compañía Minera San Juan (Perú) con un nivel de tensión de 22,9 kV donde actualmente es de 10 kV, cumpliendo con los estándares de la normatividad eléctrica actual.

A NIVEL LOCAL:

VALDIVIESO (2012), en la Tesis: **“Rediseño del Subsistema de Distribución Primaria en 10 kV Monofásico en el Centro Poblado San Simón – Pimentel”**

El objetivo de la presente Tesis es la remodelación del Subsistema de Distribución Primaria en 10 kV Monofásico en el Centro Poblado San Simón – Pimentel.

Para ello se ha realizado la proyección de la demanda para el año inicial 2011 de 15 kW. Y al año final 2012 de 16 kW, el cual será alimentado desde la subestación existente, que cuenta con un transformador monofásico devanados de 13,2 kV / 380 V.

El autor concluye que las obras de electrificación rural, tienen gran importancia para el desarrollo de la localidad beneficiada, así como para la Región donde se ubica dicho poblado y finalmente para nuestro País.

VIDAL (2013, p.12) en la Tesis: **“Rediseño de Subsistema de Distribución Primaria para el Caserío Chacupe Bajo - Mórrope”**

El Objetivo de este trabajo de investigación es realizar el Rediseño del Subsistema de Distribución Primaria para el Caserío Chacupe Bajo – Mórrope, debido a que las caídas de tensión y mal servicio hacia dicha zona. Como conclusión del trabajo se tiene que con el Rediseño los cortes de suministro y el acceso al servicio de energía eléctrica serán para todos.

MIRANDA (2014), en la Tesis: **“Diseño de sistema de Distribución Primaria para el Caserío Ucupe - Bajo - Mocupe”**

Cuyo objetivo general es realizar el rediseño de este subsistema obedece a que el Caserío Ucupe Bajo, ha sufrido un crecimiento demográfico

originando que el suministro de energía para dicha zona se vea afectado pues a pesar de que existe demanda de energía eléctrica esta no puede ser enviada por la capacidad de transmisión de la Línea Primaria.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 Alimentador.

“Circuito normalmente conectado a una estación receptora, son los que soportan toda la carga, a partir de ellos se distribuyen en “ramales” llamados circuitos derivados los que suministra energía eléctrica a uno o varios servicios directamente a varias subestaciones distribuidoras” **(Chapman, p.204).**

Hoy en día las empresas de distribución eléctrica tienden a suministrar energía eléctrica con un nivel de confiabilidad aceptable a un costo razonable. A continuación mostraremos dos configuraciones de suministro de energía y que una de las configuraciones cuenta con una fuente alternativa de alimentación, mejorando de esta manera la confiabilidad del sistema eléctrico. **(Chapman, p.210).**

1.3.2 Análisis de la Confiabilidad en un Alimentador.

“La metodología propuesta para la evaluación de la confiabilidad es el método de modo de fallas que corresponde a un criterio determinístico, dado que cada elemento que la compone posee una determinada tasa de falla Como primer paso tenemos que determinar el estado de topología de operación en la red eléctrica” **(Viakon, 2015, p.17).**

La topología considerada, son: los tramos en los alimentadores, fusibles, seccionadores, etc.; todos estos elementos al fallar afectan con respecto al punto de carga en estudio, y su restablecimiento puede ser reparando, aislando la falla o puede ser alimentado por otra vía; todas estas alternativas de restablecimiento del servicio que están en función del tiempo permitirá hallar los índices de confiabilidad en cada punto de carga y del sistema. **(Viakon, 2015, p.17).**

1.3.3 Requisitos que debe cumplir un Alimentador.

Los requisitos que debe cumplir un alimentador son: Facilidades de alimentación desde el Sistema Eléctrico de Potencia donde se va a interconectar, los Costos que involucra su ejecución deben compensar la venta de energía que conlleva su transporte, el presupuesto para el mantenimiento no debe ser oneroso.

Para lograr esto se debe utilizar información actualizada de la zona del proyecto, como son datos geográficos y datos de clima así como lo relacionado a consumos de las futuras cargas eléctricas. **(Jiménez y Cantu, 2016, p.27).**

1.3.4 Diseño de un Alimentador.

El diseño de un Alimentador tiene que estar sustentado en las normas de Electrificación: Cálculos Justificativos para Líneas de Transmisión, el mismo que indica que se debe comenzar por ubicar desde donde se va iniciar el Alimentador, luego se realiza el estudio de mercado eléctrico para determinar la Energía a Distribuir así como la Máxima Demanda, para luego continuar con los cálculos de los componentes electromecánicos del Alimentador. **(Achuri, 1998, p.25).**

1.3.5 Modelos de planeamiento de alimentadores.

“Estos modelos de planeamiento nos ayudan a realizar una estructura de diseño para poder distribuir la energía eléctrica de una forma eficiente” **(Heredia, 2014, p.19).**

Algunas de las técnicas de investigación de operaciones usadas en la generación de esta tarea son las siguientes.

a) El método de la política alternativa que seleccione entre varias, la mejor.

- b) El método de descomposición, en el cual, un problema grande es dividido en varios pequeños y cada uno resuelto separadamente.
- c) Los métodos de programación lineal y de programación por integración que linealiza las condiciones de restricciones.
- d) Los métodos de programación dinámica. **(Heredia, 2014, p.19).**

1.3.6 Densidad de carga.

“La Densidad de carga expresa la relación entre la carga instalada y el área de la zona del proyecto” **(Acedo, 2012, p. 15).**

$$Densidad\ de\ carga = \frac{Carga\ instalada\ kVA}{Area\ de\ la\ zona\ k\ m^2} \frac{kw}{k\ m^2}$$

1.3.7 Carga instalada.

“se considera una carga instalada a la sumatoria de todas las potencias existentes en una instalación eléctrica que están conectadas a una red eléctrica

Su unidad de medida es según capacidad a instalar kVA, MVA, kW o MW.” **(Acedo, 2012, p. 16).**

$$CI = \sum Potencia\ nominales\ de\ las\ cargas$$

1.3.8 Capacidad instalada.

“Es la cantidad de equipos que se encuentran instalados, ya sea en plantas industriales, edificaciones y otros, como muestra como de más uso son; (transformadores, generadores, motores), la capacidad de carga a instalar será según características de los equipos” **(Acedo, 2012, p. 18).**

1.3.9 Carga Máxima (kW ó kVA).

“Conocida también como la Máxima Demanda, esto quiere decir que es el pico máximo en un sistema de instalación en un periodo de tiempo de trabajo.” (Acedo, 2012, p. 20).

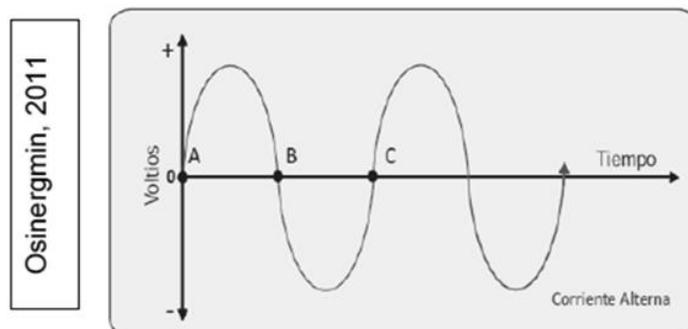
1.3.10 Corriente eléctrica.

“Andre Marie Ampere 1775 – 1836 fue un físico y matemático francés, en 1820 Ampere desarrollo una teoría de electricidad y magnetismo que resulto fundamental para los desarrollos efectuados, en el siglo XIX fue el primero en construir un instrumento para medir flujo de carga (corriente). La unidad de corriente eléctrica fue nombrada en su honor como Ampere” (Floyd, 2007, P. 24).

“La corriente eléctrica es la cantidad de electrones que fluyen entre los átomos de un conductor su unidad de medida es el Ampere (A)” (Edminister, 1965, p.7).aplicando en sus extremos según Tesla. (Como se citó en Osinergmin, 2011, p.26).

En el siguiente grafico se presenta una onda sinusoidal, que es la forma más común de representar a la corriente alterna, la cual recibe dicha denominación debido a que varía entre el sentido (polo) positivo y negativo según Tesla. (Osinergmin, 2011, p.26).

Figura 1



Onda sinusoidal de la corriente alterna

1.3.11 Tensión eléctrica.

“Es la fuerza que necesitan los electrones para desplazarse” **(Condumex, 2009, p.19).**

Se denomina tensión eléctrica, o diferencia de potencial (simplificadamente. d.d.p.) al desnivel eléctrico existente entre dos puntos cualquiera de un conductor”. Dicho desnivel eléctrico consiste en un exceso de electrones en uno de los puntos del conductor, y en una falta de electrones en el otro punto considerado. En estas condiciones, entre ambos puntos del conductor existe una tensión eléctrica o, lo que es el mismo. Una d.d.p la tensión se representa por la letra V, y se mide en voltios. **(Puchol, 1978, p.24).**

1.3.12 Conductor.

“Es un material, usualmente en forma de alambre, cable o barra capaz de conducir corriente eléctrica” **(Sarzo, 2007, p.22).**

1.3.13 Potencia eléctrica.

“James watt fue un inventor Escoces y adquirió renombre por sus mejoras al motor de vapor, las cuales lo volvieron práctico para uso industrial. Watt patento varios inventos, incluido el motor rotatorio, la unidad de potencia fue el watt nombrada a su honor” (Floyd, 2007, P. 98).

Según Watt Cuando existe una corriente a través de una resistencia, la energía eléctrica se transforma en calor o en otra forma de energía, como energía luminosa.

Energía es la capacidad de realizar trabajo, y potencia es la razón de cambio a la cual se utiliza la energía. (Floyd, 2007, P. 98).

$$P = \frac{E}{t}$$

Donde:

E= Energía en joule (J)

P= potencia en watt (W)

t= tiempo en segundos

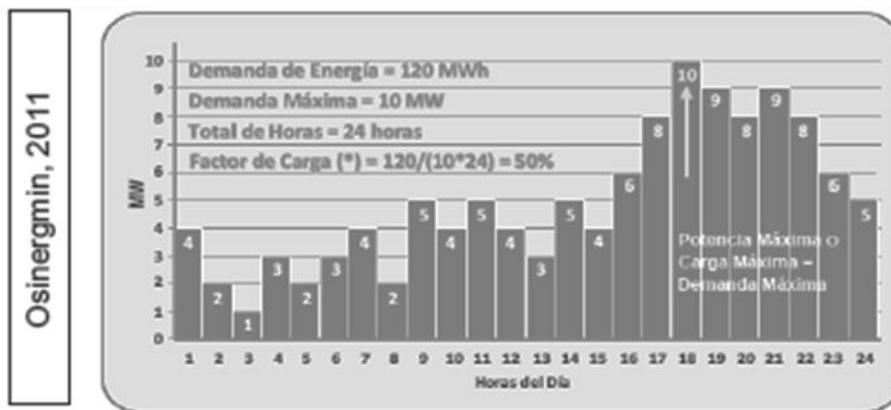
Un Watt (W) es la cantidad de potencia cuando se utiliza un joule en un segundo. Por lo tanto, el número de joules utilizados en un segundo siempre es igual al número de watts. Ejemplo, si se utilizan 75J en 1s, la potencia es $P = E/t = 75J/1s = 75W$

1.3.14 Máxima demanda.

Se dice que la demanda eléctrica es variable a lo largo del tiempo o de un periodo analizado, porque el consumo de electricidad puede variar de acuerdo a la hora del día. Por ejemplo en las noches (6:00 p.m. y 11: p.m. a las que llamamos horas de punta), mientras que en otras se consume menos electricidad así por la mañana y por la tarde (horas fuera de punta).

“Dentro de esta línea el concepto de máxima demanda hace referencia al registro de demanda de mayor consumo en un periodo determinado” (Osinermin, 2011, p.23).

Figura 2

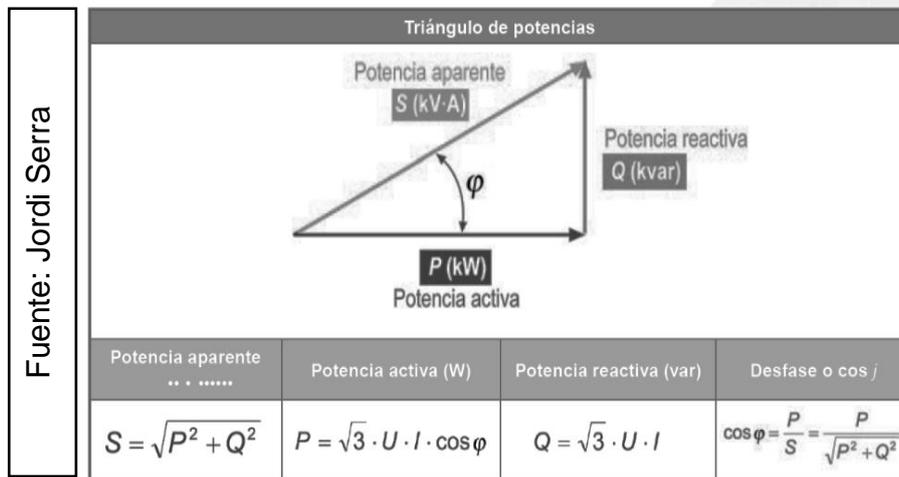


Máxima demanda de energía

1.3.15 Factor de potencia.

Se define factor de potencia, f.d.p., de un circuito de corriente alterna, como la relación entre la potencia activa, P, y la potencia aparente, S. Da una medida de la capacidad de una carga de absorber potencia activa.

Figura 3



Guía técnica de eficiencia Energética, España

El triángulo de potencias nos da a conocer que la potencia aparente se obtiene aplicando el teorema de Pitágoras.

Aplicando el Teorema de Pitágoras y las relaciones trigonométricas se obtiene que el $\cos \varphi$ sólo depende de las Potencias Activa (P) y Reactiva (Q).

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

1.3.16 Distribución eléctrica.

Esta actividad que tiene la función de llevar el suministro de energía eléctrica desde el sistema de transmisión hacia cada uno de los usuarios finales del servicio eléctrico. La topología de las redes de distribución son las siguientes según la normatividad actual:

- Sistemas radiales
- Sistemas en anillo
- Sistemas enmallados

“En el Perú existen dos tipos de distribución eléctrica: como el subsistema de distribución primaria y el subsistema de distribución secundaria”

(Osinergmin, 2011, p.55).

1.3.17 Sistema eléctrico.

Es un conjunto de instalaciones, conductores y dispositivos destinados a conducir flujos eléctricos, conectados a un circuito cerrado y cuya función es la de suplir la demanda de fuerza eléctrica necesaria para el funcionamiento en forma segura y satisfactoria de aquellos aparatos y equipos que requieren para su operación de una fuente externa de energía.

Dicha fuente externa de energía es suplida desde el sistema eléctrico propio de la edificación, el cual a su vez es alimentado desde la red de distribución de las empresas de servicio (en este caso las empresas concesionarias) dispuesta en el área.

1.3.18 Consumo de energía eléctrica.

Los aparatos eléctricos cuando están funcionando generan un consumo de energía eléctrica en función de la potencia que tengan y del tiempo que estén en funcionamiento. El consumo de energía eléctrica se contabiliza mediante un dispositivo precintado (asegurado mediante un medio físico) que se instala en los accesos a la vivienda, establecimientos; denominado contador o medidor y que cada mes revisa un empleado de la compañía suministradora de la electricidad anotando el consumo realizado en ese período. El kilovatio hora (kWh) es la unidad de energía en la que se factura normalmente el consumo doméstico o industrial de electricidad. Equivale a la energía consumida por un aparato eléctrico cuya potencia fuese un kilovatio (kW) y estuviese funcionando durante una hora.

Existen medidores multitarifa, estos registran el consumo eléctrico pudiendo asignar diferentes precios a diferentes horas del día. Este tipo de medidor también puede medir la energía activa, el factor de potencia, energía

utilizada dentro y fuera de horas punta, entre otros parámetros eléctricos medibles. (Osinergmin, 2011, p.64).

1.3.19 Potencia instalada.

“Se define por potencia instalada, a la sumatoria de las potencias activas nominales de todos los artefactos y equipos que alimentan de un suministro de electricidad “” (Ministerio de energía y minas 2011, p. 04).

1.3.20 Factor de potencia.

“El factor de potencia es un indicador y un término utilizado para describir que cantidad de energía eléctrica se ha convertido en trabajo” (Chapman, 2000, p. 365).

1.3.21 Bases de cálculo.

Las Normas aplicables a las cuales se ceñirá el diseño electromecánico de materiales y equipos a ser empleados en el presente Proyecto, están dadas por las Normas del Ministerio de Energía y Minas.

Asimismo, se aplicará lo estipulado en la Ley de Concesiones Eléctricas (D.L. No. 25844) y su Reglamento (D.S. No. 009-93-EM), Normas Técnicas emitidas por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, El Código Nacional de Electricidad – Suministros aprobado según Resolución Ministerial N° 214–2011– MEM/DM y la Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y ejecución de Obras en Sistemas de Distribución según Resolución R.D. N° 018–2002–EM/DGE.

Los parámetros básicos a considerar son:

- Zona del Proyecto : Urbana
- Caída de tensión en Pto. de Diseño : 1.1 %
- Máxima caída de tensión permisible : 5.0 %
- Potencia de Cortocircuito : 270MVA - 3Φ Asumida
- Factor de Potencia : 0.9 (Inductivo)

- Temperatura Media : 15 °C
- Temperatura Máxima : 30 °C
- Temperatura Mínima : 5 °C

1.3.22 Normas y códigos considerados

- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y su Reglamento
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011.
- Norma DGE “Terminología en Electricidad” y “Símbolos gráficos en Electricidad”.
- Reglamento Nacional de Construcciones.
- Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio.
- Sistema Internacional de Medidas.
- Código Nacional de Electricidad – Utilización.
- Lista de equipos y Materiales estandarizados por Electronorte S.A.
- Disposiciones técnicas de ELECTRONORTE S.A.
- Normas vigentes del Ministerio de Energía y Minas.
- D.S. N° 025-2007-AG
- D.L. N° 17752
- Normas SLUMP
- Norma de procedimiento para elaboración de proyectos y ejecución de obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media tensión en zonas de concesión de distribución aprobado según Resolución Directoral N° 018-2002-EM/DGE del 25/09/02

CONDICIONES AMBIENTALES:

- Topografía : Uniforme y escasa pendientes
- Clima : Templado
- Velocidad del viento : 70 Km./hora
- Altura : 2,388 m.s.n.m.
- Precipitación pluvial : Abundante
- Recorrido : Berma lateral.

- Humedad relativa : 82%
- Nivel Isocerámico : Nulo
- Tipo de Zona: : A

1.3.23 Servidumbre.

La ruta de la Red primaria en 10-22.9Kv, ha sido proyectada en forma paralela al Jr. José Osoro, por lo que se realizarán las gestiones ante la Municipalidad de Chota eximiendo de toda responsabilidad a Electronorte S.A. mediante carta adjunta en el expediente. Además no corresponde realizar la gestión de servidumbre por estar en zona urbana.

1.3.24 Procedimiento para efectuar conexasión a las redes de media Tensión energizada.

Al culminar los trabajos de la obra se solicitará a la Supervisión mediante carta las pruebas y la conformidad de la obra. La supervisión realizará las pruebas y de no haber problemas emitirá un acta de pruebas realizadas. Con el Acta de Pruebas los Interesados coordinarán con la supervisión la Conformidad y Puesta en Servicio de la obra. La supervisión coordinará con las aéreas involucradas de la concesionaria y por la ubicación de la obra se realizará el conexasión a las redes de media tensión estando energizadas. Los interesados realizarán el pago correspondiente por dicho empalme a la Concesionaria la cual programará los trabajos a realizar una de sus cuadrillas especializada utilizando los equipos apropiados.

1.3.25 Distancias mínimas de seguridad (DMS)

Para la ejecución de la obra del presente proyecto, se deberá tener en cuenta el cumplimiento del Código Nacional de Electricidad Suministro en cuanto al cumplimiento de las Distancias mínimas de seguridad, las cuales son:

- Distancia de una línea eléctrica a la proyección de la fachada : 2.5 m.
- Distancia de una línea eléctrica al suelo. : 7.0 m.

- Distancia de una línea eléctrica a los surtidores, dispensadores o tanque de combustibles de estaciones de servicio y puntos de venta de combustibles (Grifos). : 7.6 m
- Distancia de una Subestación eléctrica al surtidor o dispensador, conexiones de entrada de tanque y ventilación más cercanos de un Grifo. : 7.6 m
- Distancia de línea eléctrica a un lugar accesible/techo, balcón : 4 m.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Es posible mejorar del servicio eléctrico en Monsefú?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La energía eléctrica es muy importante en la vida del ser humano, con la electricidad se establece una serie de comodidades que con el transcurso de los años se van haciendo indispensables.

En el presente proyecto se demostrara la viabilidad técnica – económica que resulte el rediseño del Alimentador - 212 SECHO - MONSEFU.

Justificación Tecnológica:

El trabajo de investigación permitirá incrementar la capacidad Es satisfacer esta necesidad de rediseñar el Alimentador - 212 SECHO - MONSEFU.

Justificación Ambiental:

El contar con un suministro de calidad, se convierte en un factor importante pues los beneficiarios no harán uso de velas u otros suministros que sean nocivos para el medio ambiente.

Justificación Social:

El rediseño del Alimentador permitirá que Monsefú cuente con una mejor calidad de energía eléctrica, lo que beneficiará a los usuarios de este servicio.

Justificación Económica:

El presente trabajo de investigación permitirá disminuir los costos que el usuario realiza por el deterioro de sus artefactos como consecuencia de la mala calidad del servicio de energía eléctrica.

1.6 HIPÓTESIS.

Mediante el rediseño del Alimentador 212 SECHO – Monsefú es posible mejorar el Servicio Eléctrico Monsefú.

1.7 OBJETIVOS.

1.7.1 General:

El rediseño del Alimentador 212 SECHO – MONSEFU permite mejorar el Servicio Eléctrico Monsefú.

1.7.2 Específicos:

1. Diagnosticar la situación actual del Alimentador 212 SECHO - Monsefú.
2. Proponer la nueva ruta del Alimentador 212.
3. Realizar los cálculos mecánicos y eléctricos para seleccionar los componentes del Alimentador.
4. Realizar un análisis económico del rediseño.

II. METODO.

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

No experimental.- Es no experimental por el motivo que en esta investigación es imposible manipular las variables, si no que se observan situaciones ya existentes.

2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.

2.2.1 Variables.

Variable independiente.-

Propuesta de Rediseño del Alimentador - 212 SECHO – Monsefú.

Variable dependiente.-

Mejorar el Servicio Eléctrico

2.2.2 Operacionalización.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable Independiente: Rediseño Del Alimentador</p>	<p>Se define como el proceso previo de configuración, "prefiguración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo, en este caso el Alimentador. (Heredia Noriega, 2014).</p>	<p>Se realiza un diagnóstico y luego se dictan un conjunto de instrucciones preparadas para lograr el correcto rediseño del Alimentador</p>	<p>Parámetros de Operación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Máxima Demanda de Corriente. • Voltaje del Conductor. 	<p>Ficha de recolección de Datos</p>	<p>Razón</p>
<p>Variable dependiente: Mejorar el Servicio Eléctrico</p>	<p>Mejorar el servicio eléctrico es el conjunto de características, técnicas y comerciales, inherentes al suministro eléctrico exigible por los sujetos, consumidores y por los órganos competentes de la Administración. (Ramírez Castaño, 2014)</p>	<p>Se obtiene levantando información mediante estudios de campo</p>	<p>Parámetros de Calidad de servicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • SAIDI: Tiempo De Interrupción Equivalente De La Potencia Instalada • SAIFI: Número De Interrupciones Equivalente De La Potencia Instalada 	<p>Ficha de recolección de Datos</p>	<p>Razón</p>

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 Objeto de análisis (OA).-

Es el Rediseño del ALIMENTADOR - 212 SECHO – MONSEFÚ, para optimar el Servicio Eléctrico en Monsefú.

2.3.2 Población (N).-

La población está conformada por el Alimentador 212 SECHO – Monsefú.

2.3.3 Muestra (n).-

La muestra, será igual a la Población y está conformada por el Alimentador 212 SECHO – Monsefú.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Validez y Confiabilidad

2.4.1 Técnicas

La Técnica a emplear es:

Observación directa: pues se examinará directamente los fenómenos que ocurren a través de un instrumento.

2.4.2 Instrumentos

El instrumento a utilizar es:

Ficha de recolección de datos: (ver Anexo III).

2.4.3 Validez y Confiabilidad

La validez de información de proyecto de investigación se justifica porque los recolectores de datos que se elaboran para este tipo de investigación fueron validados por especialistas involucrados al tema, de esa manera poder tener una confiabilidad, relación a la operación del Alimentador – 212 SECHO – Monsefú.

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

En este estudio de proyecto de investigación se utiliza una estadística descriptiva

Para poder analizar la información obtenidos con los recolectores de datos. Análisis descriptivos porque nos va permitir describir y analizar el comportamiento de las variables a investigar como es (media, varianza, cálculo de tasas, etc.).

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

En este proyecto de investigación se considera aspectos éticos, por el motivo que se asumirá con mucha responsabilidad y respeto durante la etapa de investigación, por ser parte de su política de la empresa concesionaria que es Electronorte S.A. Se evitara agredir la susceptibilidad de las personas que participan en este estudio. Se optara ser confidencial sobre la información obtenida y llenado según los recolectores de datos.

III. RESULTADOS

3.1 Diagnosticar la situación actual del Alimentador 212 Secho – Monsefu.

3.1.1 Estado situacional del Alimentador C-212.

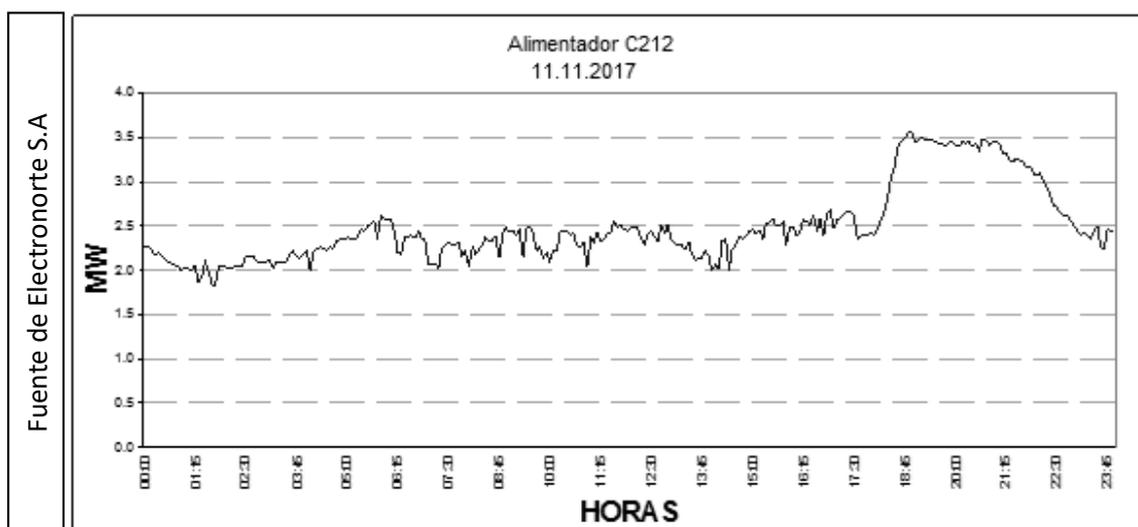
Hasta la década del 90 los distritos de Monsefú, Reque, Ciudad Eten y Puerto Eten se encontraban abastecidos por un sistema de distribución eléctrica con nivel de tensión de 10kV, en cual tenía como principales desventaja, interrupciones constantes, elevada perdidas de energía y un nivel de tensión inadecuadas; es en el año 2002 donde se cambió a un nivel de tensión de 22.9 kV a través del Alimentador de media tensión C - 212, el cual sale de la Subestación de Potencia Chiclayo Oeste, de propiedad de la empresa distribuidora Electronorte SA.

De todos los Alimentadores existentes en la Unidad de Chiclayo, el C - 212 es el alimentador que presenta mayor índice de averías y/o fallas en sus instalaciones eléctricas, equipos de maniobra y ferretería; esto sucede principalmente debido a las condiciones climáticas de las localices que atraviesa este Alimentador, sectores con abundante polvo, fuerte vientos, y densa humedad, especialmente en los meses de invierno, todo esto posibilita la fácil adherencia del polvo en la superficie del aislador originando un bajo nivel de aislamiento, y por consiguiente las descargas atmosféricas que ocasionan la apertura de fusibles en las radiales o la salida de todo el Alimentador.

Debido a alta contaminación existente se hace necesario un mantenimiento continuo de las partes aislantes con la finalidad mantener un alto nivel de aislamiento, así como supervisión continua que permita detectar a tiempo los posibles puntos de falla y evitar interrupciones de gran duración.

Actualmente este alimentador abastece un total de 15,821 usuarios (entre servicios domiciliarios y clientes mayores), y tiene una Máxima Demanda de 5.50 MW registradas entre las 19:00 y 21:00 horas.

Tabla 1



Cuadro de Máxima Demanda

El Estudio del “RE diseÑO DEL ALIMENTADOR Circuito - 212 SECHO – MONSEFU” permite realizar la correcta ejecución del proyecto, estableciendo claramente con los lineamientos técnicos, garantizando el cumplimiento de las normas vigentes aplicables.

El rediseño permitirá tener un mejor servicio de calidad para los clientes y así mismo subsanar deficiencias que vienen siendo observados por la entidad fiscalizadora **Osinergmin**.

El Alimentador en media Tensión del Circuito - 212 con tensión de Operación de 22.9 kV, el que pertenece al Sistema Eléctrico Chiclayo, este Alimentador se inicia en la Subestación Chiclayo Oeste (SECHO), donde en toda la longitud de sus instalaciones abarca 03 zonas.

- Desde la salida del alimentador en la Urbanización Las Brisas de Chiclayo hasta la llegada al distrito de Monsefú (estructura T 101), en esta zona de característica regularmente seco con altos niveles de contaminación por presencia de polvo salino, esta zona de actividad agrícola con labores de labrado mecánico de las tierra originan contaminación y en los últimos años con la pavimentación de la carretera Chacupe, se está impulsando la actividad industrial aumentando constantemente la demanda eléctrica, asimismo hacemos mención a las industrias de ladrillos por su impacto en

sus procesos que generan alta contaminación de polvo y partículas de carbón que alcanzan a las partes aislantes, que se presentan en temporadas de invierno copiosa neblina a altas horas de la noche y las primeras horas del día.

- Las inspecciones muestran en este primer tramo desde la salida del Alimentador hasta el Arco de Monsefú (T-138) redes y estructuras de MT en mal estado de conservación a punto de colapsar, donde no garantizan el buen estado de funcionamiento.

3.1.2 Características de las instalaciones existentes.

Las redes primarias existentes pertenecen al Alimentador C-212 que operan a un nivel de tensión de 22.9 kV. El Alimentador parte desde la subestaciones de potencia SECHO. Se ha verificado que las redes primarias actualmente presentan incumplimientos de distancias mínimas de seguridad, las cuales en su mayoría se encuentran coberturadas como medida preventiva para aislar las redes de distribución de las partes accesibles por los usuarios.

Generalmente las redes están conformadas por postes de concreto de 13 y 15m, los que en su mayoría se encuentran en mal estado, presentando grietas y picaduras en la superficie de su base.

El incumplimiento de DMS de las instalaciones eléctricas de Media Tensión se debe a varios factores entre los que principalmente podemos citar:

- La expansión urbana, que ha conllevado que las redes existentes que antes recorrían áreas libres con armados de cruceta, ahora recorren las calles de los nuevos asentamientos humanos incumpliendo las distancias mínimas de seguridad (DMS) a las viviendas y terrenos de cultivo.
- La invasión del área pública por parte de las viviendas, que construyen aleros hacia la calle de hasta 1,00m de longitud reduciendo significativamente la distancia hacia la parte accesible de la edificación.

El rediseño intervendrá las siguientes instalaciones

Tabla 2

Fuente de Ensa	Tramo de red MT	Longitud (Km)	Alimentador	Nivel de Tensión (KV)
	Tramo principal desde SECHO – Ingreso a Monsefu	8.00	C-212	22,9

Datos del Alimentador

Figura 4



Línea de Media Tensión con incumplimiento de DMS respecto a edificación y a terrenos de cultivo

3.1.3 El Efecto de la Corrosión.

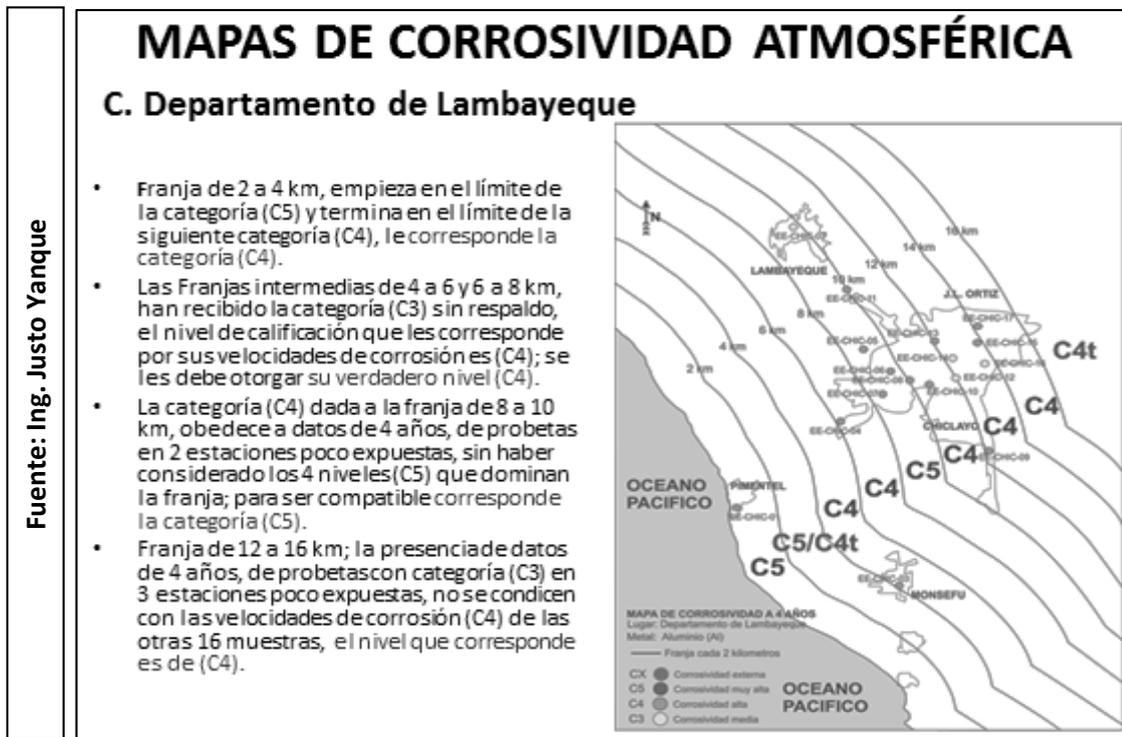
De acuerdo a Estudio Base de Evaluación para la Franja de Corrosión, realizado por el Estudio Yanque Ingenieros SAC en agosto del 2012 para el Grupo Distriluz, cuyo objetivo fue caracterizar la Corrosividad Atmosférica en cada provincia por Zona y Franjas de litoral marino. Con la data de medidas realizadas en 04 años determinaron Velocidades de Corrosión como pérdida de, espesor ($\mu\text{m/año}$) o masa ($\text{g/m}^2/\text{año}$), para calificar cada 2 km con Categorías de Corrosividad, desde el borde de mar hacia el interior de tierra firme.

En el alimentador en estudio ubica a las zonas 2 y 3, las más afectadas por el ambiente corrosivo el cual se manifiesta en:

- Daños en Materiales Metálicos; Conductores, Infraestructura
- Baja Confiabilidad del Servicio; Por Deterioro de Materiales
- Sobrecarga de Costos Servicio; Más Programas Reposición
- Riesgos Eléctrico de Peatones; Fallas y Roturas Mecánicas

Se muestra mapa característico cuyas zonas más afectadas para la UU.NN Lambayeque y Sucursales son: Santa Rosa, Puerto Eten, Ciudad Eten, Monsefu, Reque, Mórrope, Pimentel, etc.

Figura 5



Estudio de la franja de corrosión en litoral Nor peruano.

3.1.4 Características del Alimentador.

El Alimentador C-212 tiene las siguientes características:

Localidades: Monsefu, Reque, Callanca,
Ciudad Eten, Puerto Eten.

SEP Origen: Chiclayo Oeste.

Máxima demanda	5.5 MW
Tensión Nominal:	22.9 kV
Capacidad:	6.00Mw
Equipos Maniobra:	155
Estructuras de MT	1002
Recorrido	86.34 km
Subestaciones:	130
Clientes atendidos:	15,821 clientes

3.1.5 Datos del recorrido actual del Alimentador C-212.

El Alimentador C-212, que sale de la SEP Chiclayo Oeste, está equipado con protección Interruptor con relé multifunción, con protección a tierra del tipo 50/51N.

La característica del programa de mantenimiento 2016 en este alimentador contempla actividades como:

Tabla 3

	Actividad	Frecuencia
Fuente Ensa	Hidrolavado de partes aislantes	Trimestral
	Servidumbre	Semestral
	Termografía	Cuatrimestral
	Limpieza en frío (sin acceso)	Semestral
	Mantenimiento de puesta a tierra	Semestral

Cuadro de Actividades de mantenimiento

Desde la salida del alimentador cuenta con conductor de aluminio del tipo AAAC 185 mm² con aisladores de poliméricos en simple terna, Luego se une en doble terna Junto con el Alimentador de Media tensión C-224. Luego cambia a Conductor Subterráneo N2SXY de 185mm² en la curva de Av. Evitamiento hasta la intersección con la Av. Grau, vuelve aéreo hacia la carretera a Monsefú, continuando el costado del dren hasta el ingreso a ese distrito y cuyas redes existentes tienen conductor del tipo AAAC 120 mm² y tipo AAAC 95mm² en el arco de ingreso (T-138), luego del cual se bifurca en 02 radiales:

Hacia el Este la radial Larán equipado con Recloser en la cabecera. Estructura R1-01 de la radial, atiende 4751 clientes, 1.1 Mw de potencia, 728,661 kwh de energía, con conductor de cobre 25mm², con postes de

concreto armado centrifugado (CAC) con armado triangular hasta el Centro Poblado Larán en el cruce con la carretera Panamericana, donde se bifurca hacia el Este por la carretera al Centro Poblado Callanca equipado en el seccionamiento con Recloser, con conductor de Aluminio de 70 mm² en postes de concreto de 13 metros en la parte urbana de la localidad y postes de 12 metros con conductor de 16mm en la parte rural en mal estado de conservación.

Al sur hacia la localidad de Reque equipado con seccionamiento Cut Out, el conductor es de calibre AAAC 35 mm², en el cruce hacía Lima – localidad de Nuevo Reque, en el año 2013 se ha reemplazado un tramo de 06 kms de red MT, con conductor AAAC 120 mm² y N2XSY 120mm² hasta el Grifo San Andrés; hacía la Urb. Las Delicias continúa con conductor AAAC 35 mm² en un costado de la carretera hacía la localidad de Puerto Eten.

Hacia el sur la Radial Monsefú pasa por el casco urbano del distrito de Monsefú y llega hasta los distritos de Ciudad Eten y Puerto Eten, con 21kms de red, atiende 8,177 clientes y distribuye 826,353 kwh de energía, está equipado con seccionamiento del tipo Cut Out en la estructura T-102, el conductor es AAAC 50 mm², en el distrito de Monsefú se encuentran derivaciones hacia la radial Nazareno 1, Nazareno 2, luego continua por la Av. Venezuela hasta la Av. Conroy donde deriva a la radial Conroy que está equipado con seccionamiento Cut Out en la primera estructura de la radial, en este tramo se tiene instalado conductor auto portante en media tensión del tipo NAXSY 70mm² en una longitud de 430 metros y llevan energía al centro urbano de Monsefú SED EN605, luego se encuentra la radial Las Animas y Salida a Santa Rosa con conductor AAAC 35 mm² y equipada con seccionamientos del tipo Cut Out.

En la radial Venezuela es la continuación hacia Ciudad Eten, se ubica un Recloser (T-127) , con 16kms de conductor del tipo AAAC 35mm² en postes de madera tratada de 12metros, hasta el ingreso a la localidad de Ciudad Eten donde cuenta con 01 seccionamiento del tipo Cut Out (T-153 Figura N°6), así mismo derivaciones con seccionamiento del tipo Cut Out (R9-01)

en la derivación Gonzales Prada, Así mismo se han realizado nuevas instalaciones con conductor auto portante (Figura N°7), otro seccionamiento del tipo Cut Out (R7-01) y en la línea que continua hacia la salida a Puerto Eten (T-166), en este tramo las estructuras son de madera tratada hasta el ingreso a la localidad de Puerto Eten existe seccionamiento del tipo Cut Out (T-179) y conductor AAAC 35mm², el recorrido concluye con el cliente exclusivo Petroperú SED695.

3.1.6 Formato de inspección ligera del Alimentador C - 212.

Tabla 4

Tramo		N° Poste	Poste		Accesorios				Aisladores			Retenidas			Conductor					Cabezas Terminales MT		Observaciones						
			CAC		Estado		CAV		Estado		Cantidad (Unidad)			F G			Estado						Canti	Est				
			13/300	13/400	13/600	15/400	R	M	Cruce	Mensul	R	M	Pin 56-2	Pin Polim	Susp. Polim	R	M	Simples	R	M	CU		AL	m	Calibre	B	R	M
AMT C-212	T-26	1				X				X					2	X				X	223.02	3"185	X			6	X	
AMT C-212	T-28	1				X		3	X			3	3	X						X	55.11	3"185	X					
AMT C-212	T-29	1				X		3	X			3	3	X						X	57.07	3"185	X					
AMT C-212	T-30	1				X		3	X			3	3	X						X	60.91	3"185	X					
AMT C-212	T-31	1				X		3	X			3	3	X						X	57.07	3"185	X					
AMT C-212	T-32	1				X		3	X			3	3	X						X	79.97	3"185	X					
AMT C-212	T-33	1				X		3	X			3	3	X						X	79.08	3"185	X					
AMT C-212	T-34	1				X		3	X			3	3	X						X	63.56	3"185	X					Línea de MT con DMS
AMT C-212	T-35	1				X		3	X			3	3	X						X	40.26	3"185	X					Línea de MT con DMS
AMT C-212	T-36	1				X		3	X			3	3	X						X	44.66	3"185	X					Derivación
Total		9	8	1	15	0	0	37	40	0	0	90	74	0	15	0	0	0	0	0	2898.2	0	0	0	0	9	0	

Formato de Inspección ligera de MT

3.1.7 Funciones del activo.

La función principal del activo en análisis, es transportar energía eléctrica a los consumidores (15 821 clientes) de las localidades de Monsefú, Callanca, Larán, Ciudad Eten, Puerto Eten, Chacupe, Pomape, Reque, Nuevo Reque, con un nivel de tensión de 22.9 KV.

Registrar y almacenar valores de operación en condiciones normales y de falla.

3.1.8 Impacto para la empresa si no dispone del activo.

- Interrupción del servicio de energía eléctrica por indisponibilidad del activo en los distritos de Monsefú, Ciudad Eten, Puerto Eten y Reque.
- Compensación a los usuarios y lucro cesante por energía dejada de vender

- La imagen empresarial se ve afectada por las contingencias que se tiene cuando las tolerancias en interrupciones son transgredidas.

3.1.9 Requisitos de disponibilidad del activo.

Se requiere que este activo (Alimentador de Media Tensión en 22.9KV C-212), esté disponible las 24 horas del día en los 365 días al año, exceptuando el período de mantenimiento programado de frecuencia semestral, es decir debe estar disponible las 8,744 horas en el año

Criticidad de fallas de los Alimentadores de la salida SECHO y SECHONOR

Atraves de los indicadores SAIDI y SAIFI la empresa concesionaria de Electronorte S.A ha podido identificar cual de los Alimentadores de Media Tensión tienen mayor porcentaje de interrupción lo que lo considera como tipo de criticidad " A " lo que quiere decir que por un periodo consecutivo mayor de 04 horas, la concesionaria compensará a los usuarios por la potencia y energía no suministrada, excepto en las oportunidades en que estas fuesen por causa imputable al usuario afectado.

Tabla 5

	Tipo	Chiclayo	SAIDI	SAIFI	CLIENTES
Fuente de Electronorte S. A	A	C-212	0.9620	0.5353	15,821
		C-214	0.7970	0.4306	10,368
		C-246	0.3237	0.2178	13,470
		C-216	0.3071	0.1777	3,771
		C-233	0.2678	0.1852	9,681
		C-219	0.2593	0.2766	11,428
		C-236	0.2095	0.1037	8,087
	B	C-238	0.2006	0.0953	5,971
		C-244	0.1601	0.0852	4,461
		C-221	0.1584	0.1903	8,735
		C-217	0.1549	0.1663	7,181
		C-248	0.0973	0.0822	7,468

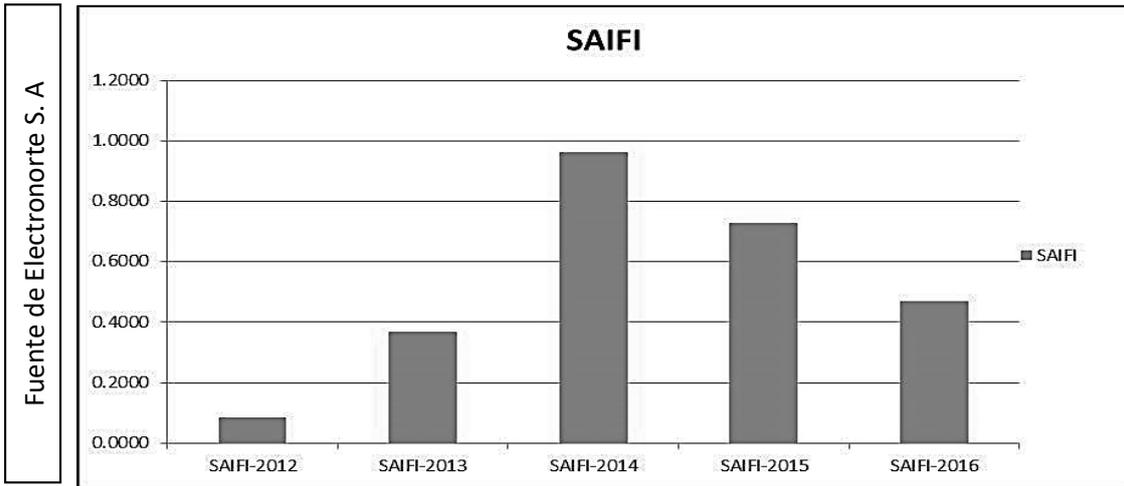
Criticidad de fallas en los Alimentadores

Tabla 6

SAIFI - SAIDI ALIMENTADOR C-212 DEL AÑO - 2012 AL 2016																
Fuente de Electronorte S. A	AÑO	INDICADOR	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL	
	2012	SAIFI - 2012	0.0044	0.0206	0.0000	0.0395	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0172	0.0000	0.0000	0.0044	0.0000	0.0861
		SAIDI - 2012	0.0202	0.0941	0.0000	0.1744	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0174	0.0000	0.0000	0.0202	0.0000	0.3263
	2013	SAIFI - 2013	0.0379	0.0175	0.0256	0.0258	0.0371	0.0157	0.0262	0.0181	0.0543	0.0175	0.0639	0.0277	0.3673	
		SAIDI - 2013	0.0248	0.0420	0.0955	0.0454	0.0496	0.0356	0.0579	0.0248	0.0282	0.0677	0.0963	0.0269	0.5947	
	2014	SAIFI - 2014	0.0802	0.0802	0.0802	0.0802	0.0802	0.0802	0.0802	0.0802	0.0802	0.0802	0.0802	0.0802	0.0802	0.9624
		SAIDI - 2014	0.0446	0.0446	0.0446	0.0446	0.0446	0.0446	0.0446	0.0446	0.0446	0.0446	0.0446	0.0446	0.0446	0.5352
	2015	SAIFI - 2015	0.0386	0.0873	0.0223	0.0133	0.0653	0.0926	0.0064	0.2041	0.0183	0.0866	0.0476	0.0478	0.7302	
		SAIDI - 2015	0.0958	0.0442	0.2134	0.0756	0.0791	0.1357	0.0220	0.1869	0.0273	0.7471	0.1964	0.1458	1.9693	
	2016	SAIFI - 2016	0.0435	0.0616	0.0573	0.1480	0.0067	0.0023	0.0502	0.0212	0.0151	0.0303	0.0244	0.0081	0.4687	
		SAIDI - 2016	0.1242	0.0530	0.0936	0.1690	0.0221	0.0331	0.1085	0.0218	0.0316	0.0465	0.1260	0.0497	0.8791	

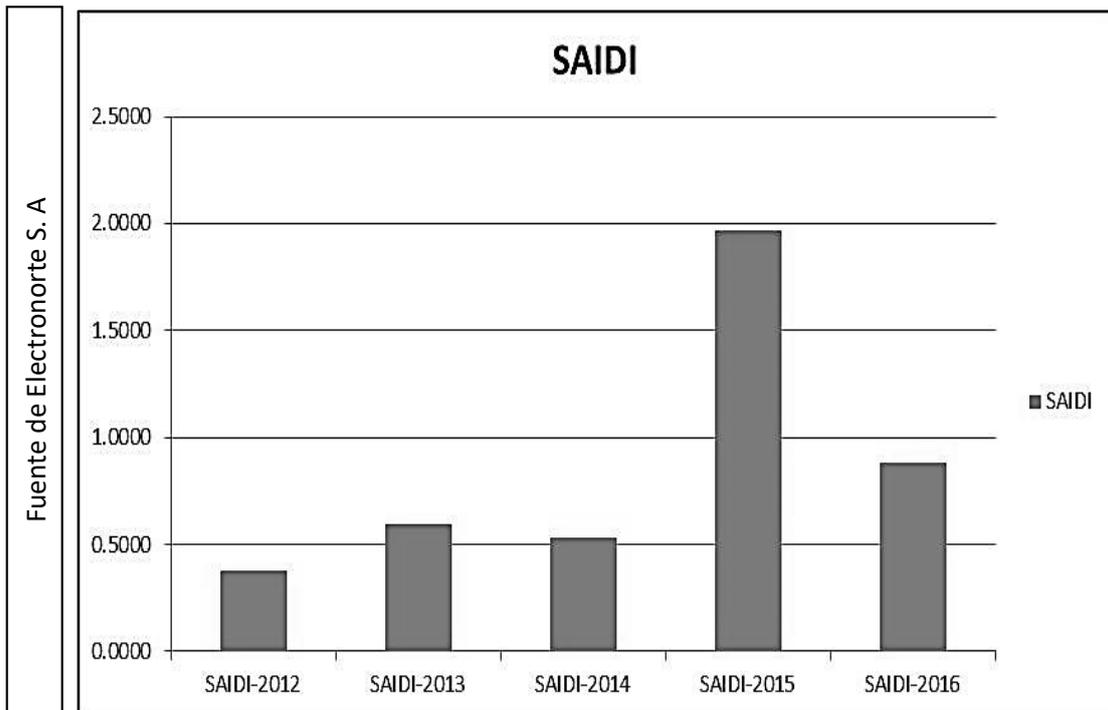
Indicador del Alimentador SAIDI - SAIFI

Figura 6



Indicador SAIFI este cuadro nos muestra el índice de fallas en los años 2012 al 2016

Figura 7



Indicador SAIDI este cuadro nos muestra el índice de fallas en los años 2012 al 2016

3.1.10 Análisis de los Indicadores de frecuencia 2012 al 2016

Atraves de este análisis que se ha podido realizar entre los años 2012 al 2016

Este alimentador C-212 ha tenido muchas interrupciones.

La función principal del activo en análisis, es transportar energía eléctrica a los consumidores (15,821 clientes) de las localidades de Monsefú, Callanca, Larán, Ciudad Eten, Puerto Eten, Chacupe, Pomape, Reque, Nuevo Reque, con un nivel de tensión de 22.9kV.

Registrar y almacenar valores de operación en condiciones normales y de falla.

Se requiere que este activo (Alimentador de Media Tensión en 22.9KV C-212), esté disponible las 24 horas del día en los 365 días al año, exceptuando el período de mantenimiento programado de frecuencia semestral, es decir debe estar disponible las 8,744 horas en el año.

CUADRO RESUMEN DE COMPENSACIÓN POR INTERRUPCIÓN

Fuente de Electronorte S. A	Total de Compensación NTCSE : S/. 3,676.21								
	Tipo de cambio: S/. 3.244								
	Total de Valorización por Energía dejada de Vender : S/. 3,524.25								
	Total a Facturar : S/. 7,200.46								
	Tipo de Punto : Tipo Interrupción : Mantenimiento. Nro. Interrupción. 07 Fecha. 21/11/2017								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Hora Inicio</th> <th>Hora Final</th> <th>kwh Registrados</th> <th>Costo Energía No Vendida S/.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>21/11/2017 08:00</td> <td>21/11/2017 12:00:00</td> <td>2,017,861.55</td> <td>2,986.65</td> </tr> </tbody> </table>	Hora Inicio	Hora Final	kwh Registrados	Costo Energía No Vendida S/.	21/11/2017 08:00	21/11/2017 12:00:00	2,017,861.55	2,986.65
Hora Inicio	Hora Final	kwh Registrados	Costo Energía No Vendida S/.						
21/11/2017 08:00	21/11/2017 12:00:00	2,017,861.55	2,986.65						

Duración de Interrupción: 0.17 Días
 POR 24 HORAS 4.00 Hora

CUADRO RESUMEN DE COMPENSACIÓN POR INTERRUPCIÓN

Fuente de Electronorte S. A	Total de Compensación NTCSE :		S/. 3,818.46		
	Tipo de cambio:		S/. 3.244		
	Total de Valorización por Energía dejada de Vender :		S/. 3,524.25		
	Total a Facturar :		S/. 7,342.71		
	Tipo de Punto :				
Tipo Interrupción :		Falla			
Nro. Interrupción.		19			
Fecha.		21/11/2017			
		Hora Inicio	Hora Final	kwh Registrados	Costo Energía No Vendida S/.
		21/11/2017 08:00	21/11/2017 12:00:00	2,017,861.55	2,986.65

Duración de Interrupción:	0.17	Días
POR 24 HORAS	4.00	Horas.

Tabla 7

SAIFI - SAIDI ALIMENTADOR C-212 - 2016													
ALIMENTADOR C-212	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
SAIFI	0.044	0.0616	0.0573	0.148	0.007	0.002	0.05	0.0212	0.0151	0.0303	0.0244	0.0081	0.4687
SAIDI	0.124	0.053	0.0936	0.169	0.022	0.033	0.11	0.0218	0.0316	0.0465	0.126	0.0497	0.8791

Figura 8

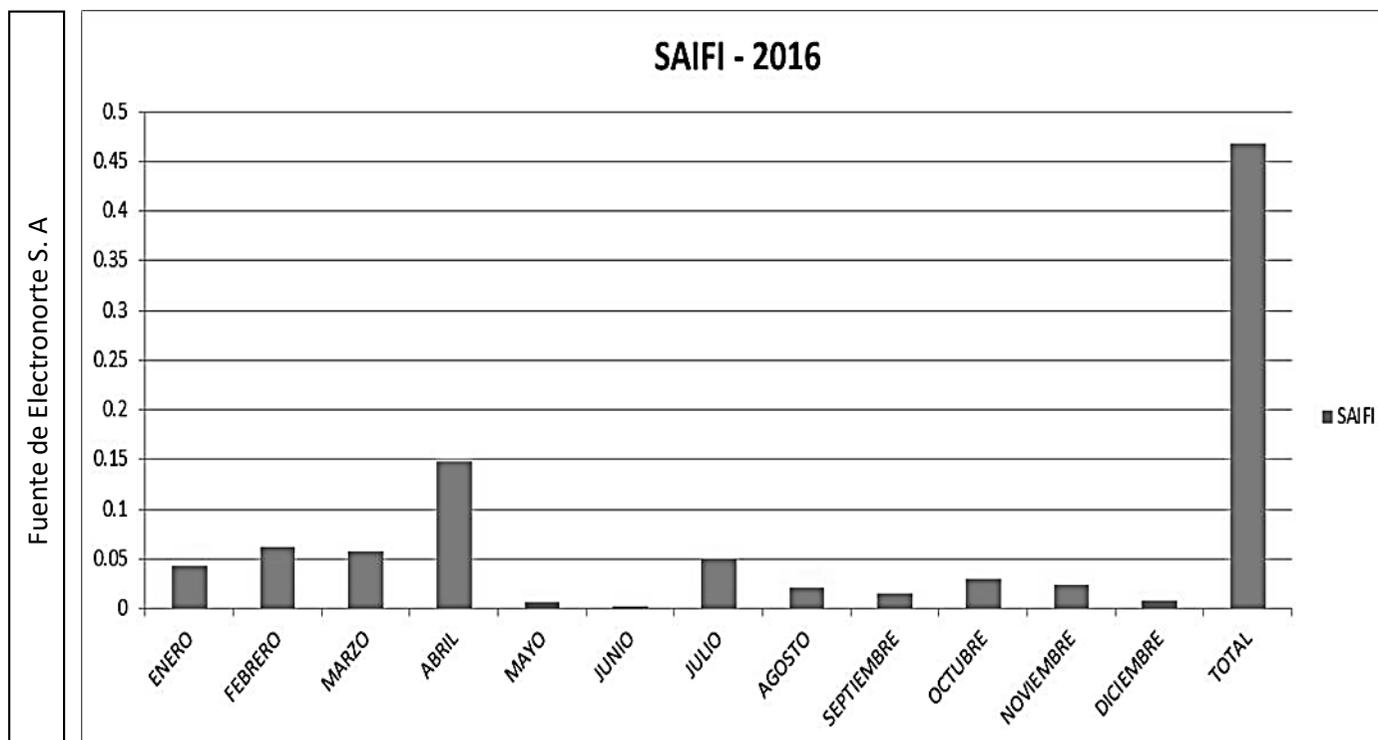
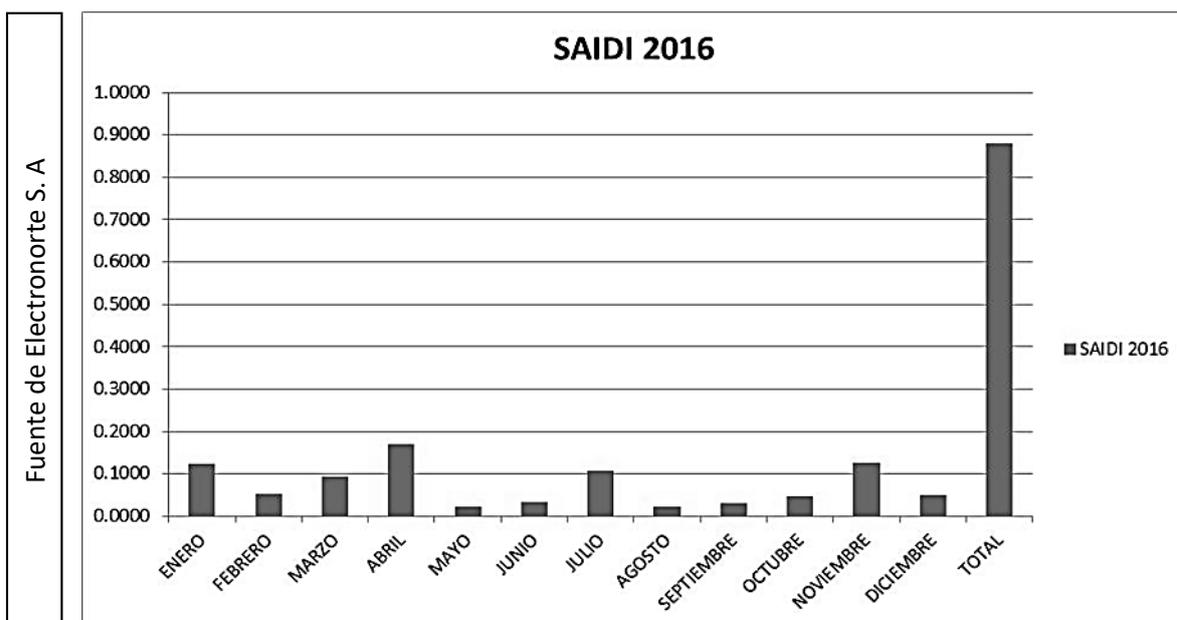


Figura 9



Análisis de frecuencia

Según el gráfico vemos que la duración de interrupciones ocurre en el mes de enero a abril por motivos de las lluvias, en julio y noviembre se dan los mantenimientos.

Indicadores SAIDI – SAIFI DEL Alimentador C-212 Enero - Setiembre 2017 por Motivo

Del total de interrupciones se tiene un análisis por detalle donde observamos un alto índice de salidas por fallas aproximadamente el 46 %, allí se visualiza la gran influencia de las condiciones atmosféricas y el exceso de humedad en la zona que causan la disminución del nivel de aislamiento, ocasionando descargas en los aisladores y la fusión de fusibles de protección.

Para un mejor análisis, éste se ha realizado en base a indicadores de duración y frecuencia de salida de las interrupciones durante el periodo enero - setiembre 2017, teniendo como resultado el siguiente gráfico de evolución.

Disgregando según el periodo de duración y frecuencia se tienen los siguientes cuadros gráficos. SAIDI y SAIFI.

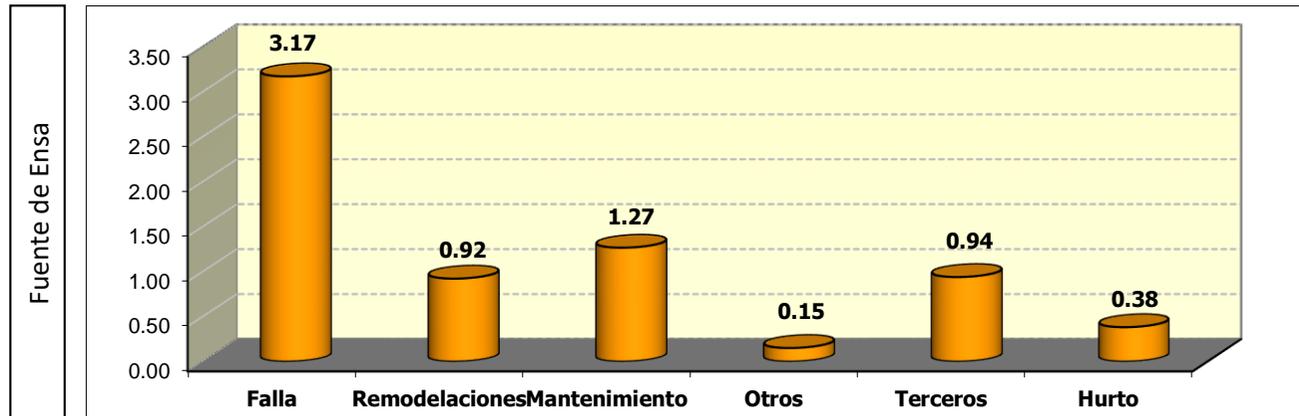
Indicadores SAIDI Enero - Setiembre 2017 por Motivo

**Tabla
8**

Fuente de Ensa	SAIDI Alimentador C-212	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Total Real
	Falla		0.49	0.18	0.28	0.49	0.32	0.45	0.27	0.22	0.46
Remodelaciones		0.01	0.11	0.12	0.01	0.11	0.14	0.15	0.13	0.15	0.92
Mantenimiento		0.16	0.04	0.02	0.03	0.74	0.03	0.01	0.02	0.23	1.27
Otros		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.01	0.01	0.02	0.15
Terceros		0.41	0.06	0.03	0.02	0.05	0.14	0.05	0.16	0.03	0.94
Hurto		0.06	0.01	0.02	0.08	0.01	0.04	0.02	0.09	0.06	0.38
Total		1.14	0.42	0.48	0.63	1.24	0.86	0.51	0.62	0.94	6.83

Figura 10

CUADRO DE INDICADORES POR FALLA



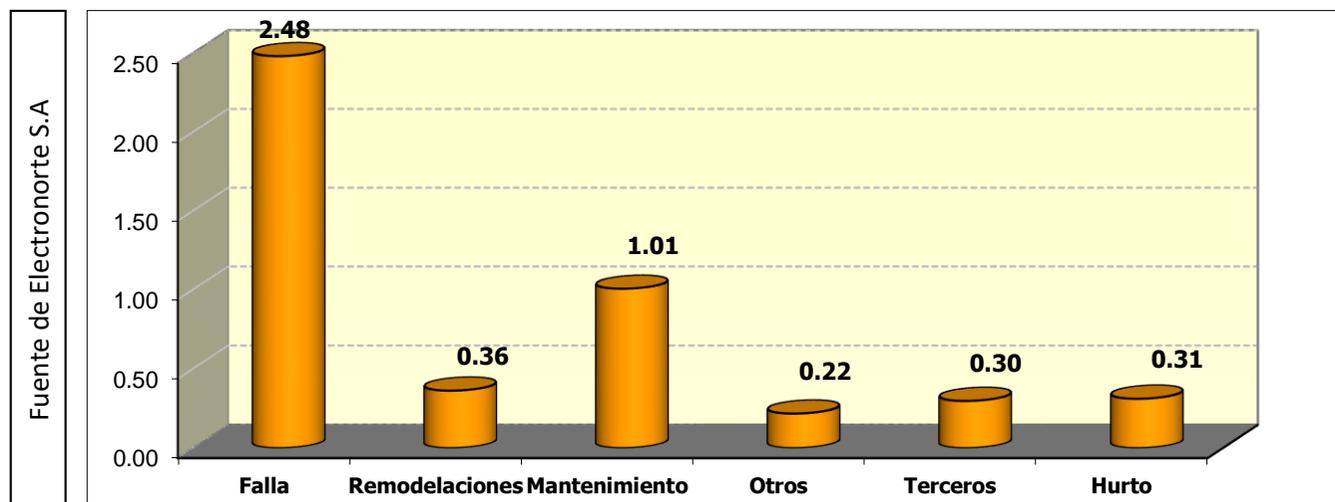
Indicadores de frecuencia

Indicadores SAIFI Enero – Setiembre 2017 por Motivo

Tabla 9

Fuente de Ensa	SAIFI Alimentador C-212	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Total Real
	Falla	0.25	0.16	0.37	0.17	0.15	0.39	0.25	0.18	0.57	2.48
Remodelaciones	0.00	0.05	0.06	0.00	0.07	0.06	0.03	0.05	0.05	0.36	
Mantenimiento	0.14	0.11	0.12	0.10	0.19	0.10	0.10	0.11	0.04	1.01	
Otros	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.09	0.01	0.01	0.03	0.22	
Terceros	0.06	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	0.02	0.06	0.02	0.30	
Hurto	0.06	0.00	0.00	0.05	0.04	0.03	0.03	0.06	0.04	0.31	
Total	0.55	0.36	0.60	0.35	0.46	0.69	0.44	0.46	0.76	4.67	

Figura 11



Indicador de falla del Alimentador

Ahora según el motivo de falla, estos son los indicadores de la calidad del mantenimiento brindado a las redes de MT de la interrupción se tienen:

Tabla 10

Fuente de Electronorte S.A	Indicador Duración										
	Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Total
	Exceso de tiempo programado	1.74	0.02					1.07	0.08		2.91
	Bajo nivel de aislamiento	0.15		0.16	0.05		0.65	0.02		0.89	1.92
	Línea de MT caída	0.22			1.09	0.18	0.13	0.27			1.89
	Cortocircuito apertura de fusibles	0.55		0.24	0.16	0.09	0.12		0.01		1.17
	Transitoria		0.4								0.4
	Avería de transformadores					0.09			0.01		0.1
	Responsabilidad del usuario				0.01						0.01
	Total indicador Duración	2.66	0.42	0.4	1.31	0.36	0.9	1.36	0.1	0.89	8.40

Los indicadores de la calidad del mantenimiento brindado a las redes de MT de la interrupción

Tabla 11

Fuente de Electronorte S.A	Indicador Frecuencia										
	Detalle	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Total
	Exceso de tiempo programado	0	0					0	0		0.00
	Bajo nivel de aislamiento	0.01		1	0.02		0.32	0.03		1.02	2.4
	Línea de MT caída	0.26			0.26	1.11	0.05	0.36			2.04
	Cortocircuito apertura de fusibles	0.14		0.24	0.26	0.05	0.16		0		0.85
	Transitoria		1								1
	Avería de transformadores					0.02			0		0.02
	Responsabilidad del usuario				0						0
	Total indicador Duración	0.41	1	1.24	0.54	1.18	0.53	0.39	0	1.02	6.31

Los indicadores de la calidad del mantenimiento brindado a las redes de MT de la interrupción

3.2 Proponer la nueva ruta del Alimentador 212.

En el rediseño de dicho alimentados C-212 se realizó un análisis donde se pudo replantear la nueva ruta y de esa manera se determinó las coordenadas utilizando el equipo GPS de marca GARMIN Oregón 550 que nos proporcionó los valores de orientación horizontal o vertical, en donde muestra la velocidad media y la velocidad máxima, el cuentakilómetros de trayecto y otras estadísticas útiles, donde se pudo extraer dichos valores.

Figura 12



Equipo GPS



En este cuadro se muestran los valores de UTM que fueron tomados en campo para determinar la nueva ruta del Alimentador C-212

Tabla 12

Datos considerados para la nueva ruta

Pto	Este	Norte	Altura	Metros-0	Metros-1	Coordenadas X-Y
386	624705	9250234	85 ft	85	25.908	624705,9250234
387	624798	9250087	137 ft	137	41.7576	624798,9250087
388	624877	9249969	138 ft	138	42.0624	624877,9249969
389	624948	9249858	100 ft	100	30.48	624948,9249858
390	625015	9249748	70 ft	70	21.336	625015,9249748
391	625087	9249636	83 ft	83	25.2984	625087,9249636
392	625158	9249517	77 ft	77	23.4696	625158,9249517
393	625231	9249397	103 ft	103	31.3944	625231,9249397
394	625304	9249278	78 ft	78	23.7744	625304,9249278
395	625377	9249157	66 ft	66	20.1168	625377,9249157
396	625448	9249040	81 ft	81	24.6888	625448,9249040
397	625521	9248921	75 ft	75	22.86	625521,9248921
398	625532	9248903	80 ft	80	24.384	625532,9248903
399	625561	9248851	79 ft	79	24.0792	625561,9248851
400	625598	9248795	90 ft	90	27.432	625598,9248795
401	625607	9248782	108 ft	108	32.9184	625607,9248782
402	625604	9248772	105 ft	105	32.004	625604,9248772
403	625635	9248720	90 ft	90	27.432	625635,9248720
404	625674	9248658	93 ft	93	28.3464	625674,9248658
405	625711	9248598	102 ft	102	31.0896	625711,9248598
406	625747	9248532	100 ft	100	30.48	625747,9248532
407	625784	9248479	99 ft	99	30.1752	625784,9248479
408	625823	9248416	100 ft	100	30.48	625823,9248416
409	625863	9248353	101 ft	101	30.7848	625863,9248353
410	626066	9248260	98 ft	98	29.8704	626066,9248260
411	626120	9248249	100 ft	100	30.48	626120,9248249
412	626176	9248238	100 ft	100	30.48	626176,9248238
413	626235	9248223	96 ft	96	29.2608	626235,9248223
414	626291	9248212	99 ft	99	30.1752	626291,9248212
415	626369	9248195	90 ft	90	27.432	626369,9248195
416	626446	9248177	97 ft	97	29.5656	626446,9248177
417	626508	9248163	102 ft	102	31.0896	626508,9248163
418	626547	9248153	103 ft	103	31.3944	626547,9248153
419	626591	9248146	101 ft	101	30.7848	626591,9248146
420	626638	9248137	102 ft	102	31.0896	626638,9248137
421	626824	9248098	100 ft	100	30.48	626824,9248098
422	626878	9248086	101 ft	101	30.7848	626878,9248086
423	626930	9248076	101 ft	101	30.7848	626930,9248076
424	626985	9248064	102 ft	102	31.0896	626985,9248064
425	627039	9248050	102 ft	102	31.0896	627039,9248050
426	627050	9248030	102 ft	102	31.0896	627050,9248030
427	627034	9247962	101 ft	101	30.7848	627034,9247962
428	627029	9247941	100 ft	100	30.48	627029,9247941
429	627006	9247859	99 ft	99	30.1752	627006,9247859

Fuente: Elaboración propia

430	626991	9247801	96 ft	96	29.2608	626991,9247801
431	626973	9247735	97 ft	97	29.5656	626973,9247735
432	626957	9247676	96 ft	96	29.2608	626957,9247676
433	626942	9247618	94 ft	94	28.6512	626942,9247618
434	626928	9247559	92 ft	92	28.0416	626928,9247559
435	626913	9247500	96 ft	96	29.2608	626913,9247500
436	626905	9247468	92 ft	92	28.0416	626905,9247468
437	626890	9247409	89 ft	89	27.1272	626890,9247409
438	626875	9247350	95 ft	95	28.956	626875,9247350
439	626859	9247286	93 ft	93	28.3464	626859,9247286
440	626846	9247230	94 ft	94	28.6512	626846,9247230
441	626831	9247173	91 ft	91	27.7368	626831,9247173
442	626817	9247113	88 ft	88	26.8224	626817,9247113
443	626812	9247065	89 ft	89	27.1272	626812,9247065
444	626808	9247033	93 ft	93	28.3464	626808,9247033
445	626752	9246805	93 ft	93	28.3464	626752,9246805
446	626739	9246748	92 ft	92	28.0416	626739,9246748
447	626723	9246690	89 ft	89	27.1272	626723,9246690
448	626704	9246628	85 ft	85	25.908	626704,9246628
449	626681	9246537	84 ft	84	25.6032	626681,9246537
450	626658	9246446	91 ft	91	27.7368	626658,9246446
451	626635	9246357	91 ft	91	27.7368	626635,9246357
452	626612	9246263	90 ft	90	27.432	626612,9246263
453	626584	9246158	87 ft	87	26.5176	626584,9246158
454	626559	9246051	77 ft	77	23.4696	626559,9246051
455	626529	9245936	87 ft	87	26.5176	626529,9245936
456	626500	9245823	85 ft	85	25.908	626500,9245823
457	626467	9245689	83 ft	83	25.2984	626467,9245689
458	626439	9245580	81 ft	81	24.6888	626439,9245580
459	626410	9245469	82 ft	82	24.9936	626410,9245469
460	626383	9245357	83 ft	83	25.2984	626383,9245357
461	626355	9245244	80 ft	80	24.384	626355,9245244
462	626327	9245132	82 ft	82	24.9936	626327,9245132
463	626296	9245009	81 ft	81	24.6888	626296,9245009
464	626265	9244889	76 ft	76	23.1648	626265,9244889
465	626232	9244759	78 ft	78	23.7744	626232,9244759
466	626228	9244740	81 ft	81	24.6888	626228,9244740
467	626203	9244647	78 ft	78	23.7744	626203,9244647
468	626180	9244552	78 ft	78	23.7744	626180,9244552
469	626158	9244465	78 ft	78	23.7744	626158,9244465
470	626133	9244365	76 ft	76	23.1648	626133,9244365
471	626108	9244268	78 ft	78	23.7744	626108,9244268
472	626083	9244172	78 ft	78	23.7744	626083,9244172
473	626058	9244073	79 ft	79	24.0792	626058,9244073
474	626039	9243978	76 ft	76	23.1648	626039,9243978
475	626023	9243879	77 ft	77	23.4696	626023,9243879
476	625998	9243780	79 ft	79	24.0792	625998,9243780
477	625974	9243687	77 ft	77	23.4696	625974,9243687
478	625970	9243668	77 ft	77	23.4696	625970,9243668

479	625945	9243566	77 ft	77	23.4696	625945,9243566
480	625934	9243523	76 ft	76	23.1648	625934,9243523
481	625923	9243480	81 ft	81	24.6888	625923,9243480
482	625898	9243383	75 ft	75	22.86	625898,9243383
483	625884	9243331	80 ft	80	24.384	625884,9243331
484	625873	9243288	75 ft	75	22.86	625873,9243288
485	625849	9243191	69 ft	69	21.0312	625849,9243191
486	625825	9243095	75 ft	75	22.86	625825,9243095
487	625800	9242997	71 ft	71	21.6408	625800,9242997
488	625776	9242903	72 ft	72	21.9456	625776,9242903
489	625751	9242805	74 ft	74	22.5552	625751,9242805
490	625727	9242707	73 ft	73	22.2504	625727,9242707
491	625702	9242607	72 ft	72	21.9456	625702,9242607
492	625678	9242513	72 ft	72	21.9456	625678,9242513
493	625653	9242415	66 ft	66	20.1168	625653,9242415
494	625628	9242319	71 ft	71	21.6408	625628,9242319
495	625602	9242222	72 ft	72	21.9456	625602,9242222
496	625577	9242125	71 ft	71	21.6408	625577,9242125
497	625558	9242026	69 ft	69	21.0312	625558,9242026
498	625536	9241930	69 ft	69	21.0312	625536,9241930
499	625517	9241836	65 ft	65	19.812	625517,9241836
500	625496	9241735	67 ft	67	20.4216	625496,9241735
501	625468	9241613	67 ft	67	20.4216	625468,9241613
502	625448	9241515	66 ft	66	20.1168	625448,9241515
503	625430	9241419	65 ft	65	19.812	625430,9241419
504	625407	9241318	64 ft	64	19.5072	625407,9241318
505	625386	9241222	59 ft	59	17.9832	625386,9241222
506	625367	9241125	66 ft	66	20.1168	625367,9241125
507	625346	9241025	66 ft	66	20.1168	625346,9241025
508	625326	9240931	55 ft	55	16.764	625326,9240931
509	625287	9240831	65 ft	65	19.812	625287,9240831
510	625264	9240727	64 ft	64	19.5072	625264,9240727
511	625242	9240623	64 ft	64	19.5072	625242,9240623
512	625220	9240521	56 ft	56	17.0688	625220,9240521
513	625216	9240492	64 ft	64	19.5072	625216,9240492
514	625199	9240440	58 ft	58	17.6784	625199,9240440
515	625179	9240395	64 ft	64	19.5072	625179,9240395

Figura 13

Diagrama de la ruta existente
SECHO - MONSEFU

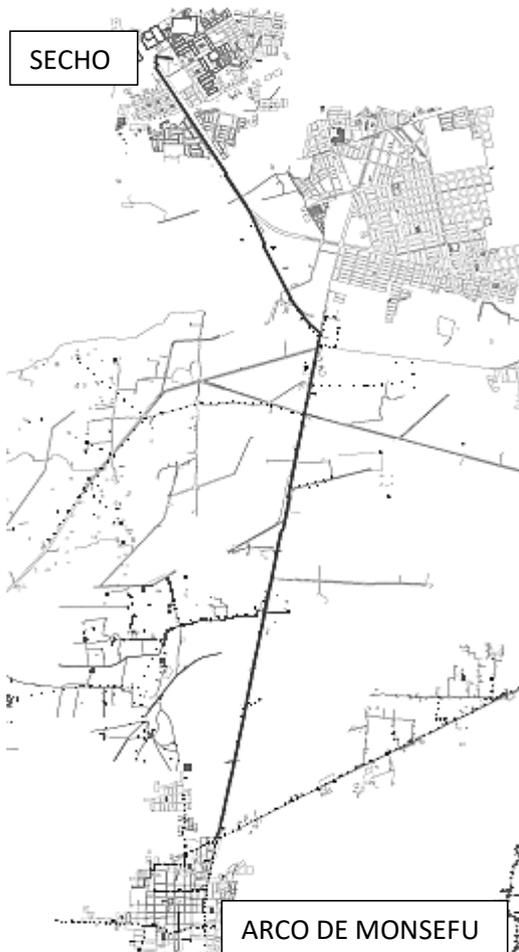
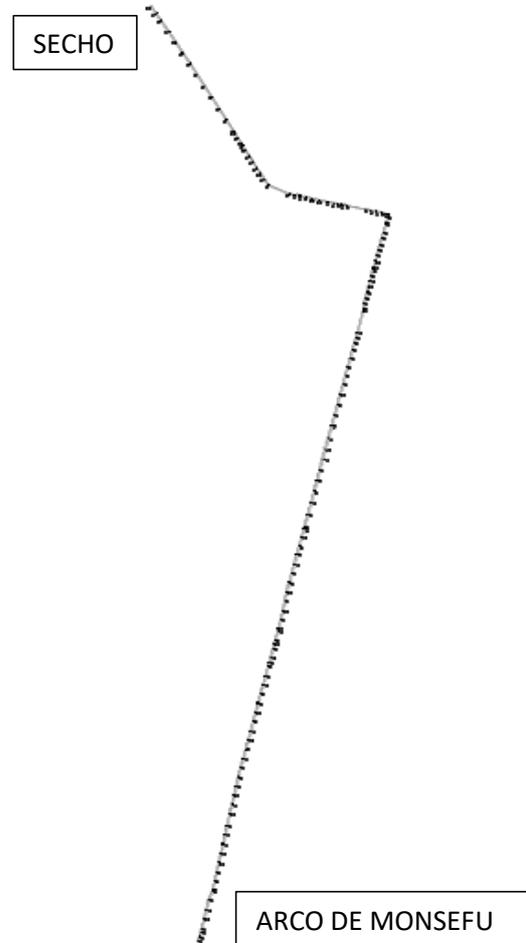


Diagrama de la nueva ruta
SECHO - MONSEFU



Diagramas de ruta existente y proyectada

En la ruta existente se ha verificado que las redes primarias presentan incumplimientos de distancias mínimas de seguridad, estructuras que se encuentran dentro de terrenos de cultivo, así como han cumplido su periodo de vida útil, encontrándose en estado de deterioro.

Con la finalidad de viabilizar este AMT C-212 para realizar este rediseño se ha considerado el cambio de ruta de las redes primarias por avenidas y/o calles anchas y que se encuentran ya definidas.

IMPLEMENTACIÓN DE 02 ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN EN SALIDAS DE LA SUBESTACIÓN CHICLAYO SUR.

El presente proyecto corresponde a la red de distribución primaria con nivel de tensión de 22.9 kV, requerido para suministrar energía eléctrica para las localidades: Reque, Las Delicias, Villa el Milagro, Puerto Eten y ciudad Eten Provincia de Chiclayo y Departamento de Lambayeque.

Asimismo cabe indicar que el presente proyecto va a dotar de energía eléctrica al terminal marítimo proyectado en la localidad de Puerto Eten.

De esa manera el Alimentador C-212 suministrara las localidades de Monsefu Chacupe bajo y Chacupe Alto, considerando que la parte de la carretera Chacupe está proyectada para ser zona industrial.

		FICHA TÉCNICA PLAN DE INVERSIONES 2018- 2021	Código	D2-P83
IMPLEMENTACIÓN DE 02 ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN EN SALIDAS DE LA SUBESTACIÓN CHICLAYO SUR.				
Empresa:	Electronorte S.A.			
Sistema Eléctrico:	Chiclayo Baja Densidad			
Rubro:	Distribución de energía			
Ubicación del proyecto:				
Departamento	Lambayeque	Distrito	Lambayeque	
Provincia	Lambayeque	Unidad de Negocio	Chiclayo	
Descripción de la situación actual:				
SET asociada:	CHICLAYO SUR	Tipo de estructuras:	CAC	
AMT asociado:	NUEVO	Tipo de conductor:	AL - 185mm ²	
Años de antigüedad de la infraestructura:	0			
Breve descripción:	REALIZAR LA IMPLEMENTACIÓN DE 02 ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN EN SALIDAS DE LA SUBESTACIÓN CHICLAYO SUR. POR VIDA ÚTIL, QUE PERMITA ATENDER LA DEMANDA EXISTENTE Y PROYECTADA EN FORMA CONTINUA Y CUMPLIENDO LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO ESTABLECIDO POR NORMA, EVITANDO ASI LAS INTERRUPCIONES A LOS USUARIOS, MULTAS Y PAGOS DE LAS MISMAS, ADEMÁS DE GARANTIZAR LA SEGURIDAD PÚBLICA.			
Alcance:				
		Sin Proyecto	Con Proyecto	
Cantidad de usuarios:		0		
Demanda (MW):		0	10	

Energía (kWh):	0	12,708,203
km redes MT:	10.0	10.0
kVA promedio de SEDs:	71	FALSO
Cantidad de SEDs:	0	0
km redes BT SP:	0	0
Equipos de AP:	0	0

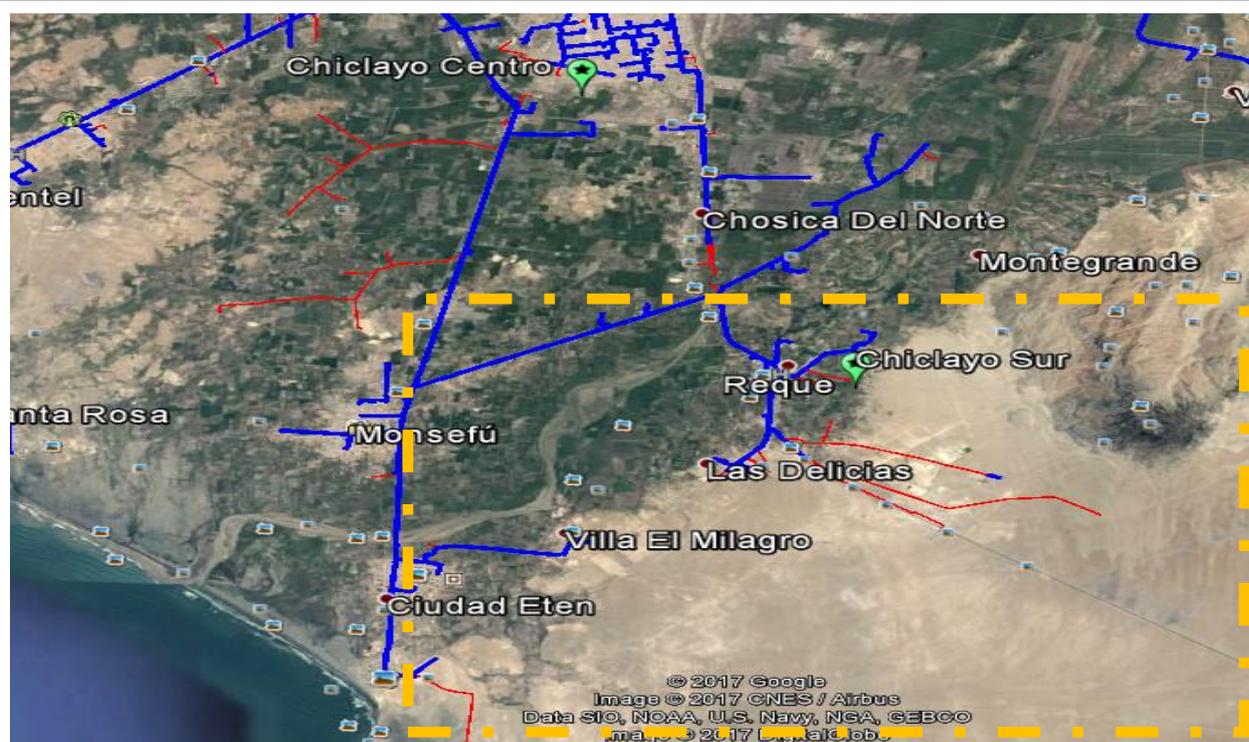
Inversión y evaluación económica:

Monto de Inversión:	1,909,980	S/		
Valor residual de la infraestructura existente:	0	S/		
Periodo de evaluación:	30	años		
Tasa de descuento:	12	%		
Resultado de evaluación económica:	VAN (S/)	TIR (%)	B/C	Payback
	2,845,443	30.75%	2.49	5

Resultados esperados:

INDICADORES	Unid	SIN PROYECTO (Año 2016)	CON PROYECTO (Año 1 de operación)	VAR
				(%)
Costo de O y M	S/	0	0	
SAIDI	Horas	0.00	0.00	
SAIFI	Veces	0.00	0.00	
Compensaciones	S/	0	0	
Pérdidas de energía	%	#N/A	#N/A	#N/A
Venta de energía	S/	0	585,885	

Mapa de ubicación del proyecto



3.3 Realizar los cálculos mecánicos y eléctricos de los componentes del Alimentador.

Las redes de MT alimentadas desde el SET Chiclayo Oeste presentan en la actualidad una configuración que no responde a la consideración de un sistema considerado óptimo, desde el punto de vista de dimensionamiento de secciones de conductores, potencia de SEDs, ubicación de equipos de protección y maniobra y topología operativa.

Lo indicado produce niveles de pérdidas de energía e indicadores de calidad de servicio (SAIDI y SAIFI) que no siempre cumplen con lo establecido a las normas existentes y desadaptados con relación a lo considerado óptimo de acuerdo a los estudios y análisis.

Para esto se han realizado cálculos eléctricos y mecánicos:

Cálculos Justificativos

3.3.1 Objetivo.

Presentar los cálculos justificativos que permitan sustentar la selección de los diversos componentes que serán utilizados en las redes primarias del Alimentador C-212 Secho - Monsefu.

3.3.2 Normas aplicables.

Los cálculos se han realizado siguiendo las recomendaciones de las normas aplicables en el país, para línea y redes de media, tales como:

Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.

3.3.3 Distancia de Seguridad en los soportes de los conductores.

Las distancias de seguridad en los soportes de los conductores del mismo o diferente circuito en ningún caso deben ser menores a los valores indicados en las siguientes fórmulas:

A. Para conductores mayores a 95mm².

$$D = 7.6kV + 8\sqrt{2.12f}$$

Dónde:

- D: Distancia de seguridad en los soportes de los conductores, mm.
- f: Flecha del conductor a la temperatura máxima prevista, mm.

3.3.4 Cargas para los Grados B y C.

a).- Cargas de Viento.

Las cargas de viento horizontales o presiones debidas al viento deberán aplicarse a las áreas proyectadas de los alambres que están siendo sostenidos y a las estructuras de soporte y aisladores. Se deberá utilizar la siguiente fórmula para calcular la Presión del viento en las áreas proyectadas:

$$P_v = K.V^2.S_f$$

Dónde:

- P_v : Presión del Viento en N/m².
- V : Velocidad del viento (m/s).
- K : Constante de presión (0.613 para elevaciones hasta 300 m.s.n.m)
- S_f : Factor de forma (1.0)

b).- Carga del conductor.

Los componentes de carga deberán determinarse como sigue:

La carga vertical del conductor o cable portador deberá ser su propio peso más el peso de los conductores y La carga horizontal deberá ser la presión de viento horizontal determinada según la regla 250 del CNE, aplicada en ángulo recto hacia la dirección de la línea que utiliza el área proyectada del

conductor. Donde La carga total en el conductor será la resultante de los componentes 1 y 2 antes mencionados.

$$W_r = W_{r0}^2 + F_v^2$$

$$F_v = P_v \cdot D$$

Donde:

Wr : Carga resultante sobre el conductor (N/m).

Wro : Peso propio del conductor (N/m).

D : Diámetro exterior del conductor (m).

Fv : Peso adicional debido a la presión del viento (N/m).

Carga en los soportes de las líneas.

C.1 Cargas verticales.

Las cargas verticales en los postes, torres, cimentaciones, crucetas, espigas, aisladores y sujetadores de conductores deberán ser las de su propio peso más el peso que soporten, incluyendo todos los alambres y cables de acuerdo con las reglas 251.A y 251.B.1 del CNE.

C.2 Cargas Transversales.

Las cargas transversales totales en los postes, torres, cimentaciones, crucetas, espigas, aisladores y sujetadores de conductores deberán incluir lo siguiente:

- Cargas transversales de conductores.
- Cargas debida al viento en las estructuras.

C.3 Cargas Longitudinales.

Se deberá considerar las cargas longitudinales que pueden ocurrir en la estructura durante las operaciones del tensado de los alambres. O las

creadas por la diferencia de tensiones de los alambres en los vanos adyacentes ocasionada por las cargas verticales desiguales o vanos desiguales.

C.4 Aplicación Simultánea de las Cargas

Cuando una combinación de las cargas verticales, transversales o longitudinales pueda ocurrir de manera simultánea, la estructura deberá ser diseñada para soportar la aplicación simultánea de estas cargas; teniendo en cuenta los factores de sobrecarga según sea el grado de construcción de la línea proyectada.

3.3.5 Factores de Sobrecarga.

Los factores de sobrecarga para las estructuras, crucetas, retenidas, cimentaciones y anclajes se dan en la siguiente tabla (Ver CNE. Pág. 225)

Tabla 13
Factores de sobrecarga

	Grado B	Grado C
Cargas de la regla 250B Cargas verticales	1,50	1,90 ⁶
Cargas Transversales Viento Tensión en el alambre	2,50 1,65 ²	2,20 ⁴ 1,30 ⁵
Cargas Longitudinales En los cruces En general En los amarres (Anclajes)	1,10 1,65 ²	Ningún Requerimiento 1,30 ⁵
En cualquier lugar En general	1,00	Ningún Requerimiento
En los amarres	1,65 ²	1,30 ⁵
Cargas de la regla 250B	1,00	1,00

3.3.6 CALCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR.

Dichos cálculos permiten determinar los esfuerzos máximos y mínimos en las hipótesis correspondientes, los primeros para determinar la robustez de las estructuras y, los segundos para la flecha máxima; además los distanciamientos entre fase y fase.

3.3.7 Hipótesis Adoptadas.

A.- HIPÓTESIS I

: ESFUERZO MÁXIMO

Temperatura mínima
Velocidad del viento

: 10 °C.
: 70 km/hr.

B.- HIPÓTESIS II

: ESFUERZOS NORMALES

Temperatura ambiente
Sin viento

: 25 °C

C.- HIPÓTESIS III

: FLECHA MÁXIMA

Temperatura
Sin viento

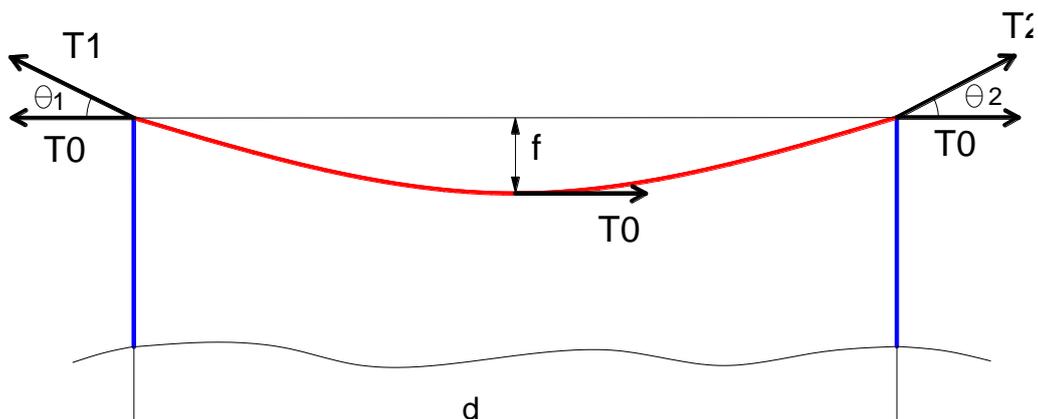
: 50 °C.

3.3.8 Esfuerzos máximos.

Las Normas Internacionales y las Instituciones vinculadas a la investigación respecto al comportamiento de los conductores, recomiendan que en líneas con conductores.

- EDS inicial 18% del esfuerzo de rotura del conductor
- EDS final 15% del esfuerzo de rotura del conductor

3.3.9 Fórmulas Adoptadas.



Dónde:

d : Vano.

w : Peso del cable por unidad de longitud.

T0 : Tensión mecánica horizontal del cable en los apoyos

T1 y T2 : Tensión mecánica de cable en los apoyos

a).- Ecuación de Cambio de Estado.

$$\sigma_2^3 + \left[E\alpha(t_2 - t_1) - \sigma_1 + \left(\frac{w_1 d}{A\sigma_1}\right)^2 \cdot \frac{E}{24} \right] \cdot \sigma_2^2 - \left(\frac{w_2 d}{A}\right)^2 \cdot \frac{E}{24} = 0$$

Dónde:

- w1, w2 : Pesos resultantes en los estados 1 y 2 (N/m).
- σ_1, σ_2 : Esfuerzos en los estados 1 y 2 (N/mm²).
- t1, t2 : Temperatura en los estados 1 y 2 (°C).
- α : Coeficiente de Dilatación Lineal (1/°C).
- E : Módulo de elasticidad (N/mm²).
- A : Sección (mm²).
- d : Vano (m).

Si;

$$M = E\alpha(T_2 - T_1) - \sigma_1 + \left(\frac{w_1 d}{A\sigma_1}\right)^2 \cdot \frac{E}{24}$$

$$N = \left(\frac{w_2 d}{A}\right)^2 \cdot \frac{E}{24}$$

La ecuación para el estado 2 a partir del estado 1 quedaría:

$$\sigma_2^3 + M \cdot \sigma_2^2 - N = 0$$

b).- Flecha (f).

$$f = \frac{wd^2}{8T_0}$$

Dónde:

- d : Vano.
- w : Peso del cable por unidad de longitud.
- T0 : Tensión mecánica de cable en los apoyos

C.- Calculo de Vano Básico

El tensado de conductores; comprendidos entre dos estructuras de anclaje, debe tener el mismo esfuerzo a lo largo de todo el tendido de la línea.

Es por ello que es importante el concepto de Vano Básico (o Vano de Regulación), ya que es este el que nos permite absorber las diferencias de

tensión de los conductores por variación del vano y de las condiciones meteorológicas de la zona.

- Analíticamente se demuestra:

Vano Básico de la localidad.

$$\text{Vano Básico} = \left[\frac{L_1^3 + L_2^3 + \dots + L_n^3}{L^1 + L^2 + \dots + L_n} \right]^{1/2}$$

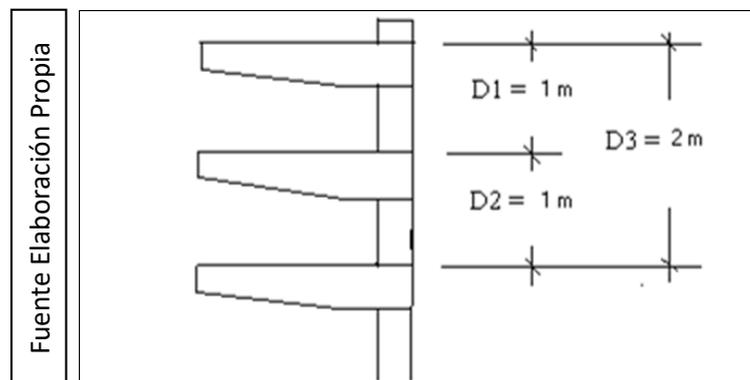
Reemplazando:

$$\left[\frac{35^3 + 107^3 + 107^3 + \dots + 94^3 + 25^3}{35 + 107 + 107 + \dots + 94 + 25} \right]^{1/2}$$

= 103.55 m.

Tomamos: Vano Básico **Vb = 103.55m.** (Proyecto se ejecutará en zona rural en caminos agrícolas – no pasando por calles de ciudades)

Figura 14



Configuración vertical

3.4 CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN.

3.4.1 Parámetros de conductores.

a) Resistencia de los conductores a la temperatura de operación se calculará mediante la siguiente fórmula.

$$R_1 = R_{20} [1 + 0,0036 (t - 20^\circ)]$$

Dónde:

R_{20} = Resistencia del conductor en c.c. a 20 °C, en W/km, $t = 20$ °C
 t = Temperatura máxima de operación, en °C.

b) Reactancia inductiva para sistema monofásico equilibrado

$$X_L = 0.376992 * (0.05 + 0.4605 L_g (\text{DMG})), \text{ ohm/Km.}$$

r

Dónde:

X_L : Reactancia inductiva en Ω/km .
 DMG: Distancia Media Geométrica.
 r : Radio del conductor en m.

c) Reactancia inductiva equivalente para sistemas monofásicos con retorno por tierra.

$$X_{LT} = 0,1734 \cdot \log \left(\frac{D_e}{D_s} \right)$$

Dónde:

X_{LT} : Reactancia inductiva en Ω/km .

D_e : $85\sqrt{\rho}$: Diámetro equivalente en metros.

D_s : radio equivalente del conductor, e igual a $2.117r$ para conductor de 7 alambres

ρ : Resistividad eléctrica del terreno, se considera $250\Omega\text{-m}$.

r : radio del alambre del conductor, en metros.

3.4.2 Cálculo de caída de tensión en sistemas monofásicos.

$$\Delta V\% = K_1 \cdot P \cdot L$$

$$K_1 = \frac{R + X_L \cdot \text{tg} \varphi}{10 \cdot V_L^2}$$

Dónde:

K1 : Factor de Caída de tensión.

VL : Voltaje de línea en kV.

P : Potencia en kVA.

L : Longitud en km.

\emptyset : Angulo de fase.

Tabla 14

PARAMETROS Y FACTORES DE CAIDA DE TENSION DE LOS CONDUCTORES E ALEACION DE ALUMINIO															
SECCION	NUMERO E HILOS	Diámetro de hilo (mm)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE FASE (Ohmio/Km de hilo)		PARÁMETROS	REACTANCIA INDUCTIVA (Ohmio/Km)				FACTOR DE CAIDA DE TENSION				LETRA EQUIVALENTE	SECCION
			A 20°C	A 40°C		R(m)	XL(3Ø)	XL(2Ø)	XL(1ØMRT)	XL(1ØFN)	K(3 Ø)	K(2 Ø)	K(1ØMRT)		
16	7	1.68	0.370	0.397	0.00252	0.48	0.53	1.035	0.48	0.4837	0.5294	1.0350	0.48374	A	16
25	7	2.1	1.370	10469	0.00315	0.47	0.51	1.018	0.47	0.4669	0.5126	1.0182	0.46991	B	25
35	7	2.5	0.966	1.036	0.00375	0.45	0.50	1.005	0.45	0.4538	0.4995	1.0051	0.45377	C	35
50	7	3.0	0.671	0.719	0.00450	0.44	0.49	0.991	0.44	0.4400	0.4857	0.9914	0.44002	D	50
70	19	2.15	0.507	0.544	0.00525	0.43	0.47	0.973	0.43	0.4284	0.4741	0.9725	0.42840	E	70
95	19	2.5	0.358	0.384	0.00625	0.42	0.46	0.961	0.42	0.4153	0.4610	0.9612	0.41525	F	95
120	19	2.5	0.358	0.384	1.00625	0.03	0.08	0.961	0.03	0.0321	0.0778	0.9612	0.03213	G	120
185	19	2.5	0.358	0.384	2.00625	-0.02	0.03	0.961	-0.02	-0.0199	0.0258	0.9612	-0.01990	H	185

Parámetros y factores de caída de tensión de los conductores de aleación de Aluminio

a) Resistencia de los conductores a la temperatura de operación se calculará mediante la siguiente fórmula:

Donde:

$$r_1 = r_{20^\circ\text{C}} (1 + 0.00382 (t - 20^\circ\text{C}))$$

$r_{20^\circ\text{C}}$: Resistencia del conductor en DC. a 20°C (ohm/Km)

t : Temperatura máxima de operación (40°C)

0,00382 : Coeficiente. Térmico de resistencia = ($1/^\circ\text{C}$)

b) Cálculo de reactancias.

La reactancia inductiva " X_2 " para sistemas Monofásicos fase – fase, se ha calculado mediante la fórmula siguiente:

$$X_2 = \frac{377 (0.5 + 4.6 \log 2.20) x 10^{-4}}{r}$$

Donde:

X_2 : Reactancia inductiva en Ohm/Km

DMG : Distancia media geométrica de las fases, en m.

r : Radio medio geométrico del conductor en m

Los parâmetros eléctrico de conductores AAAC y lá caída de tensión se observan en los siguientes cuadros:

Tabla 15

PARAMETROS ELECTRICOS DE CABLES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO – mm2 (AAAC)								
TRIFASICO DISPOSICIÓN TRIANGULAR: D12 (mm) 1769.18 D13 (mm) 1200 D23 (mm) 1000								
CALIBRE	N° HLOS	RESISTENCIA ELECTRICA		DMG 3	RMG	L 3φ	X 3 φ	K 3 φ
		20°C	80°C					
mm2		Ohm/km	Ohm/km	mm	mm	Hr/km	Ω/Km	Ω/(Km*kV)
16	7	2.09	2.54	1285.240705	1.63840	0.001332	0.50252	4.4671455
25	7	1.31	1.59	1285.240705	2.00480	0.001289	0.48570	2.8793556
35	7	0.952	1.16	1285.240705	2.42322	0.001254	0.47301	2.1582133
50	7	0.663	0.806	1285.240705	2.89632	0.001219	0.45957	1.5630721
70	19	0.484	0.558	1285.240705	3.57802	0.001176	0.44363	1.1429764
95	19	0.352	0.428	1285.240705	4.16827	0.001146	0.43212	0.9212332
120	19	0.275	0.334	1285.240705	4.68473	0.001122	0.42331	0.7606617
150	37	0.227	0.276	1285.240705	5.30679	0.001097	0.41391	0.6596621
185	37	0.181	0.22	1285.240705	5.89348	0.001076	0.40600	0.5627127
240	37	0.142	0.176	1285.240705	6.71261	0.001050	0.39169	0.4847921
300	61	0.11	0.138	1285.240705	7.56356	0.001027	0.38719	0.4172426
400	61	0.0862	0.109	1285.240705	8.73365	0.000998	0.37635	0.3637625
500	61	0.0671	0.08115936	1285.240705	9.76452	0.009775	0.36793	0.3141123

Parámetros Eléctricos de cables de aleación de aluminio –mm2
(AAAC)

Tabla 16

ESPECIFICACIONES DE CABLES DE ALEACIÓN DE ALUMINIO - mm2 (AAAC)								
CALIBRE	N° HLOS	DIAMETRO HILO	CONDUCTOR	PESO	RESISTENCIA		CARGA ROTURA	CAPACIDAD CORRIENTE
					20°C	80°C		
mm2		mm	mm	Kg/km	Ohm/km	Ohm/km	Kg	A(*)
16	7	1.7	5.1	43	2.09	2.54	452.6	100
25	7	2.15	6.5	70	1.31	1.59	723.9	125
35	7	2.25	7.6	96	0.952	1.16	994.5	160
50	7	3.02	9.1	137	0.663	0.806	1428	195
70	19	2.15	10.8	190	0.484	0.558	1965	235
95	19	2.52	12.6	260	0.352	0.428	2699	300
120	19	2.85	14.3	335	0.275	0.334	3453	340
150	37	2.25	15.8	405	0.227	0.276	4191	395
185	37	2.52	17.7	510	0.181	0.22	5257	455
240	37	2.85	20	650	0.142	0.176	6724	545
300	61	2.52	22.7	840	0.11	0.138	8666	625
400	61	2.85	25.7	1070	0.0862	0.109	11085	755

Especificaciones de cables de Aleación de Aluminio – mm2 (AAAC)

3.5 CALCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS.

3.5.1 Calculo de Esfuerzos.

Para los cálculos se ha tenido en cuenta las siguientes fórmulas:

a).- **Diámetro de empotramiento:**

$$d1 = d0 + \frac{h}{H}(d2 - d0)$$

b).- **Altura en donde está aplicada la fuerza del viento:**

$$z = \frac{h}{3}(d1 + 2.d0)/(d1 + d0)$$

c).- **Carga producida por el viento sobre el poste:**

$$Fvp = Pv.[h x (d0 + d1)]/2$$

d).- **Momento del viento sobre el poste:**

$$Mvp = Fv.z$$

e).- **Carga producida por el viento sobre el conductor:**

$$Fvc = Pv.L.(Øc/1000).Cos(\alpha / 2)$$

f).- **Tracción de los conductores:**

$$Tc = 2.\sigma.A.Sen(\alpha / 2)$$

g).- **Fuerza debido a los conductores sobre el poste:**

$$Fc = Fvc + Tc$$

$$Fc = Pv.L.(Øc/1000).Cos(\alpha / 2) + 2.\sigma.A.Sen(\alpha / 2)$$

h).- **Momento del conductor sobre el poste:**

$$Mc = Fc.hi$$

i).- Momento Total en condiciones normales para estructuras de alineamiento:

$$Mt = Mvp + Mc = Fc \cdot \sum hi + Fvp \cdot z$$

$$Mt = [Pv \cdot L \cdot (\emptyset c / 1000) \cdot \cos(\alpha / 2) + 2 \cdot \sigma \cdot A \cdot \sin(\alpha / 2)] \cdot \sum hi + Fvp \cdot z$$

j).- Momento Total en condiciones normales para estructuras Terminales:

$$Mt = Mvp + Mc = Fc \cdot \sum hi + Fvp \cdot z$$

$$Mt = 2 \cdot \sigma \cdot A \cdot \sin(\alpha / 2) \cdot \sum hi + Fvp \cdot z$$

k).- Fuerza total sobre el poste:

$$Fp = Mt / hp$$

Dónde:

- H : Longitud total del poste (m).
- h : Longitud libre del poste expuesto al viento (m).
- hp : Altura sobre el terreno a una distancia de 10 cm del extremo superior del poste.
- L : Vano Viento (m).
- hi : Altura sobre el terreno donde se aplica Fc (m).
- A : Sección del conductor (mm²).
- Pv : Presión debida al viento (Pa).
- d0 : Diámetro del poste en la punta (m).
- d1 : Diámetro del poste en empotramiento (m).
- d2 : Diámetro en la base del poste (m).
- ∅c : Diámetro exterior del conductor (mm).
- z : Punto de aplicación de la Fvp

3.6 CALCULO DE RETENIDAS.

El cálculo mecánico de estructuras tiene por objetivo determinar las cargas mecánicas aplicadas en los postes, cables de retenida, ménsulas y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, no se supere los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad y complementariamente en las Normas Internacionales.

Formulas aplicadas:

- Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC \equiv P_v * d * \phi_c * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) * \left(\sum h_i\right)$$

- Momento debido a la carga de los conductores:

$$MTC \equiv 2 * T_c * \operatorname{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) * \left(\sum h_i\right)$$

- Momento debido a la carga de los conductores en estructuras terminales:

$$MTR \equiv T_c * \left(\sum h_i\right)$$

- Momento debido a la carga del viento sobre la estructura

$$MVP \equiv \frac{\left[P_v * h_l^2 * (D_m + 2D_0)\right]}{600}$$

- Momento torsor debido a la rotura del conductor en extremo de cruceta:

$$M_t \equiv \left(R_c * T_c * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right) * B_c$$

- Momento flector debido a la rotura del conductor en extremo de cruceta:

$$M_f \equiv \left(R_c * T_c * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right) * h_A$$

- Momento total equivalente por rotura del conductor :

$$MTE \equiv \frac{M_f}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{M_f^2 + M_t^2}$$

- Momento debido al desequilibrio de cargas verticales

$$MCW \equiv (W_C * L * K_r + WCA + WAD) * B_C$$

- Momento total para hipótesis de condiciones normales, en estructura de alineamiento, sin retenidas :

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP$$

- Momento total para hipótesis de rotura del conductor en extremo de cruceta

$$MRF = MVC + MTC + MTE + MVP$$

- Momento total en estructuras terminales

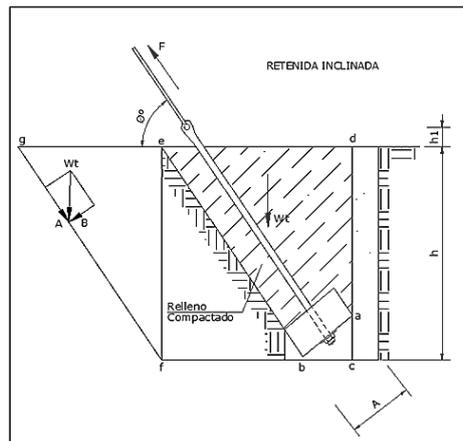
$$MRN = MTC + MVP$$

Dónde:

Pv	=	Presión del viento sobre superficies cilíndricas, en Pa
d	=	Longitud del vano-viento, en m
Tc	=	Carga del conductor, en N
φc	=	Diámetro del conductor, en m
α	=	Angulo de desvío topográfico, en grados
Do	=	Diámetro del poste en la cabeza, en cm
Dm	=	Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm
hl	=	Altura libre del poste, en m
hi	=	Altura de la carga i en la estructura con respecto al terreno, en m
hA	=	Altura del conductor roto, respecto al terreno, en m
Bc	=	Brazo de la cruceta, en m
Rc	=	Factor de reducción de la carga del conductor por rotura: 0.5 (según CNE)
Wc	=	Peso del conductor, en N/m
WCA	=	Peso del aislador tipo Pin, en N
WAD	=	Peso de un hombre con herramientas, igual a 980 N

Para el cálculo de retenidas se considerará cable de acero grado SIEMENS-MARTIN. El ángulo de inclinación respecto del cable de retenida respecto al eje vertical será de 37°.

Figura 16



Perfil de la Retenida

3.7 SELECCIÓN DE AISLADORES.

3.7.1 Tensión bajo lluvia.

De acuerdo al CNE. Los aisladores soportarán la tensión bajo lluvia a la frecuencia del servicio no menor que:

$$VC = 2.1 \times (V + 5)$$

Dónde:

VC : Tensión Disruptiva bajo lluvia.

V : Tensión Nominal de Servicio, en kV.

Resultado:

$$VC = 2.1 \times (13.2 + 5)$$

$$VC = 38.22 \text{ kV.}$$

Los aisladores serán diseñados para una tensión disruptiva en seco no mayor que 75 KV para la tensión de 13.2 KV entre fases.

3.7.2 Nivel Básico de Aislamiento.

De acuerdo al Nivel Básico de Aislamiento adoptado, el aislador debe soportar una tensión de 150 kV, con onda normalizada de 1.2 / 50 μ s (pico) y 50 kV (eficaz), en prueba de corta duración según IEC.

3.7.3 Longitud de la Línea de Fuga.

$$L = fh \times V_{\max} \times C_c \quad \text{mm.}$$

Resultado:

$$L \geq 600 \text{ mm.}$$

De lo anterior se ha seleccionado lo siguiente:

* Aisladores de Polimérico Tipo PIN.

- Tensión Disruptiva en Seco : 150 kV.
- Tensión Disruptiva bajo lluvia : 80 kV.
- Tensión de perforación a baja frecuencia : 165 kV.
- Carga de rotura a flexión : 13.6kN.
- Línea de Fuga : 744 mm
- Número de aisladores por fase : 01.

* Aisladores tipo SUSPENSIÓN

- Tensión Disruptiva con onda normalizada de 1.2 / 50 μ s : 95 kV.
- Tensión de sostenimiento s frecuencia industrial : 50 kV.
- Carga mecánica especificada : 70 kN.
- Línea de Fuga : 744mm.

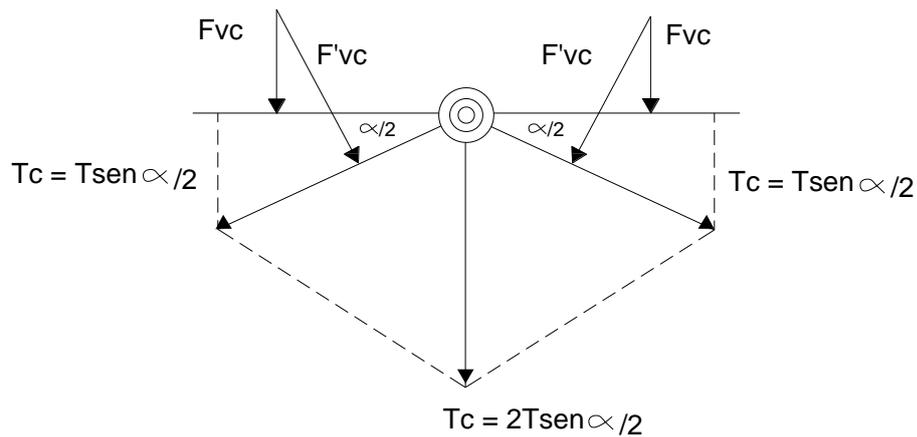
3.7.4 Carga de Rotura (Q).

Según CNE los aisladores deben ser diseñados para soportar las siguientes cargas sin exceder los siguientes porcentajes del tiro de rotura.

Voladizo (Cantilever)	40%TR
Compresión	50%TR
Tensión	50%TR

a) Tipo PIN

Lo usaremos para ángulos hasta de 30° como máximo, teniendo la siguiente configuración se tiene:



$$F_c = F_{vc} + T_c$$

$$F_c = L \times P_v \times \varnothing_c \times \text{Cos}(\alpha/2) + 2 \times \sigma \times A \times \text{Sen}(\alpha/2)$$

En base a los cálculos anteriores y de los resultados de adicionales dados en el Anexo 03 el aislador es:

Aislador Polimérico tipo Pin:

Tensión Disruptiva en Seco	: 125 kV.
Tensión Disruptiva bajo lluvia	: 80 kV.
Tensión de perforación a baja frecuencia	: 165 kV.
Carga de rotura a flexión	: 13.6kN.
Línea de Fuga	: 744 mm
Número de aisladores por fase	: 01.

b) Tipo Suspensión:

Lo usaremos para estructuras de anclaje.

Según los resultados anteriores

Seleccionaremos un aislador.

Tensión Disruptiva con onda normalizada de 1.2/50 μ s	: 95kV.
Tensión de sostenimiento s frecuencia industrial	:50 kV.
Carga mecánica especificada	: 70 kN.
Línea de Fuga	: 744 mm.

3.8 CALCULO DE PUESTA A TIERRA.

Se consideran dos tipos de sistemas de puesta a tierra, PAT-01 y PAT-02.

a) Tipo PAT-01:

Utilizado en la estructuras anclaje de la líneas primaria y todas las estructuras de la red primaria en la cual se utilizará varilla Copperweld de 5/8" Ø x 2.40m de longitud.

La resistencia de este tipo de puesta a tierra, está dada por la siguiente formula:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{4.L}{d}$$

Dónde:

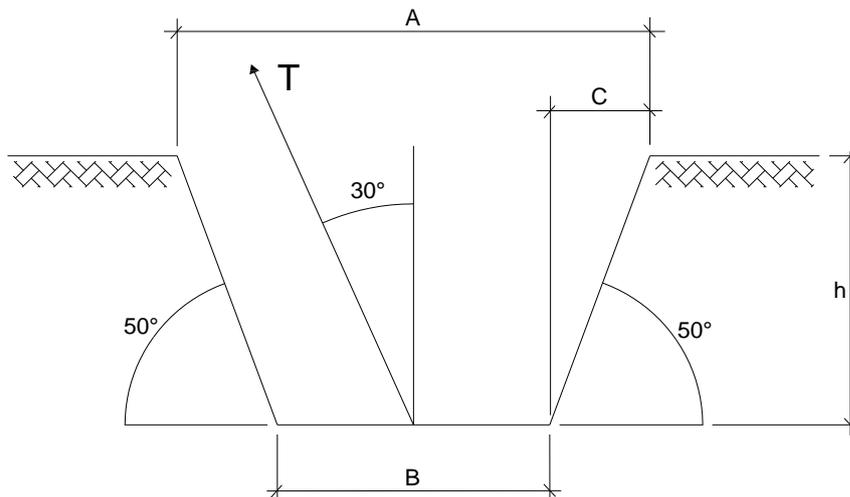
ρ : Resistividad del terreno, Ω -m.
 L : Longitud de la Varilla, m.
 d : Diámetro de la Varilla, m.

b) Tipo PAT-02:

Este tipo de puesta a tierra corresponde la subestaciones formada por dos puestas a tierra tipo PAT-01 siendo una exclusiva para el neutro del transformador y otra para las masas metálicas de las estructuras y equipos de protección.

3.9 CALCULO ANCLAJES

Para diseñar la varilla de anclaje se deberá considerar que la fuerza actuante sobre la retenida será contrarrestada por el peso del terreno contenido en un tronco de pirámide, cuya base es la proyección del bloque de anclaje.



BLOQUE DE ANCLAJE:

Ancho : a
 Longitud : b
 Espesor : e

VARILLA DE ANCLAJE:

Diámetro : \emptyset
 Longitud fuera del terreno : L_e
 Angulo de fijación respecto a la vertical : $\theta = 30^\circ$.
 Máximo tiro que soporta la retenida : T_R

TERRENO:

Tipo : material propio.
 Peso Específico (Kg. / m³) : γ_t
 Angulo de deslizamiento respecto a la Vertical : $\alpha = 30^\circ$.
 Presión máxima admisible (kg / m²) : σ

VOLUMEN DEL TRONCO DE PIRÁMIDE (V):

$$V = \frac{1}{3} \cdot h \cdot \left[(B+2C)^2 + B^2 + \sqrt{(B+2C)^2 \cdot B^2} \right]$$

$$V = \frac{T}{\gamma_t}$$

Solucionando ambas ecuaciones luego se calcula:

$$L = \frac{h}{\text{sen}30^\circ} + 0.25$$

Que es la longitud mínima que tendrá la varilla hasta el nivel del terreno.

3.10 CALCULO DE CIMENTACIÓN.

MÉTODO FRANCIS O DE VALENCI:

Momento Actuante < Momento resistente.

MOMENTO ACTUANTE:

$$\text{MAC} = \text{FP} (h + t)$$

Dónde:

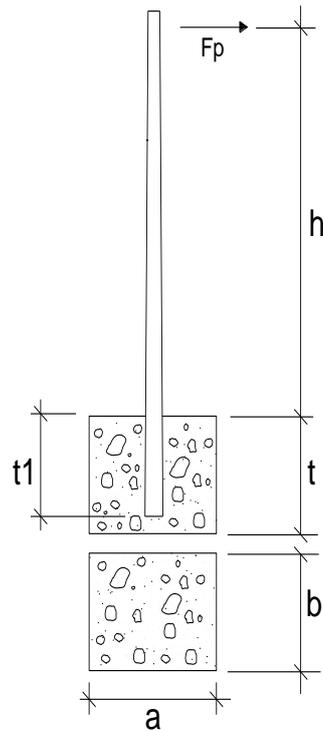
- FP : Fuerza en la punta del poste (N).
- h : Altura de aplicación de FP (A 10 cm. de la punta).
- t : Altura de empotramiento.

MOMENTO RESISTENTE:

$$\text{MR} = (P/2) \cdot [a - (4 \cdot P) / (3 \cdot b \cdot \sigma)] + K \cdot b \cdot t^3.$$

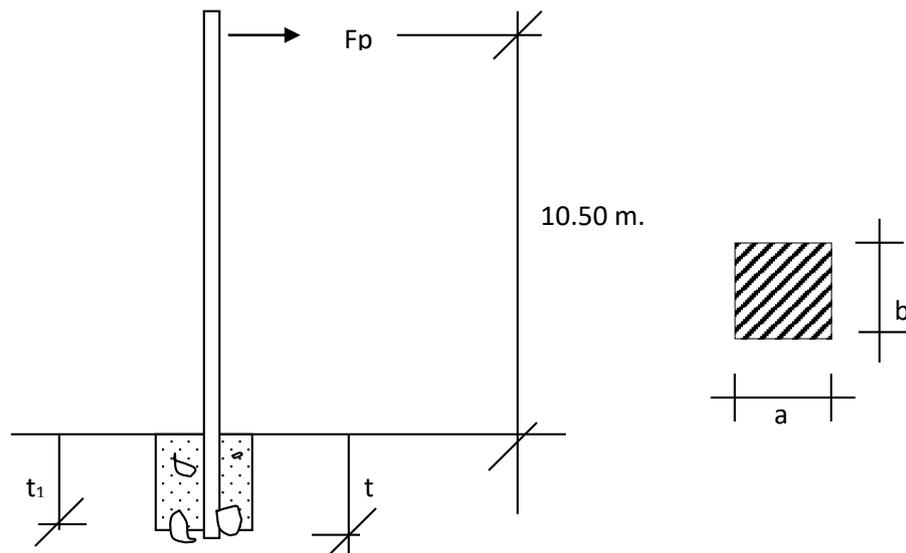
Donde:

- P : Peso del conjunto (Poste, accesorios y macizo) (N).
- a : Ancho del macizo.
- b : Largo del macizo (m).
- K : Coeficiente definido por la densidad del terreno.
- σ : Esfuerzo de compresión del terreno (N/m²).



3.10.1 CALCULO DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

El presente cálculo tiene por objeto comprobar la estabilidad de los postes mediante sus bloques de anclaje.



De acuerdo a la fórmula de Valenci

Momento actuante < Momento resistente

$$Fp = (h + t) \leq \frac{P}{2} \left(a - \frac{4P}{3b\sigma} \right) + cbt^3$$

Dónde:

P = Peso total (poste + equipo + macizo) (kg)

C = Coeficiente definido por la densidad del terreno y el ángulo de talud..... (2000 kg/m³)

He = Altura libre del poste..... (11.40 mt)

σ = Presión admisible del terreno..... (2x10⁴kg/m²)

a = Ancho del macizo..... (0.90 m)

b = Largo del macizo..... (0.90 m)

t₁ = Profundidad enterrada del poste..... (1.60 m)

t = Profundidad del macizo..... (1.70 m)

τ_c = Peso específico del concreto..... (2,200 kg/ m³)

F_p = Fuerza que admite la punta del poste..... (400 kg)

Peso del macizo (p_m) = (Volumen macizo – Volumen troncocónico)

$$\text{Volumen Troncocónico} = \frac{t_1}{3} \times (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 + A_2})$$

$$A_1 = \frac{\pi(0.350)^2}{4} = 0.0962m^2$$

$$A_2 = \frac{\pi(0.375)^2}{4} = 0.1104m^2$$

Volumen troncocónico = 0.1656 m³

Volumen Macizo = a x b x t = 1.377 m³

Peso macizo = (1.377 – 0.1656) x 2200 = 2664.98 Kg.

P = P . Poste + P . equipo + P . Macizo

P = 1223 + 254 + 2664.98 = 4141.98 Kg

P = 4141.98 Kg

Luego:

$$Ma = 400(11.4+1.60)$$

Ma = 5200 Kg-m

$$Mr = \frac{4141.98}{2} \left(0.9 - \frac{4 \times 4141.98}{3 \times 0.9 \times 2 \times 10^4} \right) + 2000 \times 0.9 \times 1.7^3$$

Mr = 9860.08 kg-m

Mr > Ma

3.10.2 Factor de corrección

Según normas vigentes, así como recomendaciones de la Norma IEC 71-1, para líneas ubicadas a más de 1000 m sobre el nivel del mar, el aislamiento se incrementará con los factores de corrección determinados mediante la relación siguiente:

$$FC = 1 + \frac{1,25 (h - 1000)}{1000}$$

Donde:

Fc : factor de corrección por altitud

h : altitud en metros sobre el nivel del mar

h = 1 000 m.s.n.m.

Fc = 1

a) Determinación del nivel de aislamiento

Según el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011, Item 017.A.- Niveles de tensión: se podrá continuar utilizándose los niveles de tensión existentes. Norma IEC 71-3 Niveles de Aislamiento, se tiene los valores de aislamiento para una tensión nominal del sistema (kV eficaz) de 22,9 kV.

b) Sobretensiones atmosféricas

El nivel básico de aislamiento (BIL) en condiciones estándar para redes primarias, de acuerdo a la Norma DGE RD018-2003-MEM, es de 145 kVp.

c) Contaminación ambiental

La zona del proyecto presenta un ambiente con contaminación ambiental media.

De acuerdo a la Norma IEC 815, el área del proyecto se considera con un nivel de contaminación Media.

De acuerdo a la mencionada Norma, para estas condiciones, se asume una línea de fuga específica mínima de 25 mm/kV.

La mínima línea de fuga total (Lf) a considerar, será el resultado del producto de la mínima longitud de fuga específica por la máxima tensión de servicio entre fases, considerando el factor de corrección determinado:

$$L_f = 25\text{kV} \times 1,00 \times 25 \text{ mm/kV} = 625 \text{ mm.}$$

d) Nivel de aislamiento requerido

El nivel de aislamiento exterior, calculado según las recomendaciones de la Norma IEC 71-1, para la red primaria se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 17
Nivel de Aislamiento

	DESCRIPCION	Unidad	Valor
Fuente de Electronorte S.A	Tensión nominal del sistema	kV	22,9
	Tensión máxima entre fases	kV	25
	Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra	kVp	145
	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase a tierra	kV	60
	Línea de fuga total	mm	625

Descripción de Nivel de Aislamiento

Selección de aisladores

a) Aislador para estructuras de alineamiento ó ángulo hasta 30°

Teniendo en cuenta que la tensión de servicio es baja, se decide seleccionar los aisladores tipo PIN, por estar el nivel de tensión de servicio en el rango de 5 kV - 60 kV. Las principales características de los aisladores tipo PIN, se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 18

Fuente de Electronorte S.A	Polimérico tipo PIN			28KV
	Tensión Crítica De	A frecuencia Industrial (kV RMS)	- Seco	124
			- Húmedo	92
	Flameo CFO	Al impulso (kV Pico)	- Positivo	192
			- Negativo	208
Longitud de Línea de Fuga (mm)				760

Datos de aislador Polimérico

Aislador para estructuras de anclaje y ángulos fuertes hasta 90°

La naturaleza y función de las estructuras exige la utilización de aisladores tipo suspensión. Las características principales del aislador de suspensión tipo polimérico, se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 19

Fuente de Electronorte S.A	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO
	TENSION DE DISEÑO	KV	36
	LONGITUD DE LINEA DE FUGA	mm	780
	TENSIÓN CRITICA DE FLAMEO AL IMPULSO		
	- POSITIVA	KV	250
	- NEGATIVA	KV	260
	TENSION DE FLAMEO A BAJA FRECUENCIA		
- EN SECO	KV	160	
- BAJO LLUVIA	KV	100	

Tabla 20

CALCULO DE CIMENTACION DE POSTES (Método Valenci)

POSTE DE CONCRETO 15/400/165/345

Tipo de cimentación : con concreto
 Dimensiones : 15/400/165/345

Poste		de (m)	db (m)	t (m)	h (m)	Macizo			s (N/m²)	R (N/m²)	Pesp. (N/m³)	Vm (m³)	Vc (m³)	Vmr (m³)	Pm (N)	P (N)	Mv (N-m)	M1 (N-m)	M2 (N-m)	M1+M2 (N-m)	
Clase	Long.					a (m)	b (m)	t1 (m)													
400	15	1,308	0.320	###	1.70	12.80	##	1.00	1.80	196,200	9,418	####	1.41	0.15	1.27	27,328	44,749	19,097	15,570	54,923	70,494

Los valores de :

$$MV < M1+M2$$

Condición : Momento Actuante (Mv) < Momento resistente (M1 + M2)

$$19096.8(N-m) < 70493.83(N-m) \quad \text{VERDADERO}$$

$$Mv = Fp * (h+t)$$

$$M1 = \left(\frac{\gamma}{2}\right) * \left(a - \frac{t^2}{3 * a * \sigma}\right)$$



$$M2 = R * a * t1^3$$

S :	Presión máxima admisible. (Tierra Media =	2 Kg/cm2)	Fp	Fuerza que admite el poste (Kg)
R :	Coefficiente de compresibilidad (Tierra Vegetal Media=	960 Kg/m3)	h	Altura libre de aplicación de Fuerza (m)
Pesp:	Peso específico del concreto	#### Kg/m3	t	Profundidad enterrada del poste (m)
Fp(N)	Carga máxima admisible de poste/factor de seguridad (2)		t1	Profundidad del macizo (t + solado) m., profundidad de escavado
Q	Sumatoria de cargas verticales sobre el poste	= 17421 N	P	Peso Total (Poste + Accesorios) + Pm
	Peso de poste	12458.7 N	Pm	Peso del macizo (Vmr*Pesp)
	Peso de cruceta	1128.15 N	Vm	Volumen del macizo
	Peso de conductor con sobrecarga (vano 600m)	2542.75 N	Vc	Volumen Tronco Cono Poste empotrado
	Peso de aisladores y ferreteria	291.749 N	de	Diametro de empotramiento (m)
	Peso de operario con herramientas	1000 N	db	Diametro de la Base (m)

3.4 Realizar un análisis económico del rediseño.

Dos parámetros muy usados a la hora de calcular la viabilidad de un proyecto son el **VAN** (Valor Actual Neto) y el **TIR** (Tasa Interna de Retorno). Ambos conceptos se basan en lo mismo, y es la estimación de los flujos de caja que tenga la empresa (simplificando, ingresos menos gastos netos).

Otra forma de calcular lo mismo es mirar la **Tasa Interna de Retorno**, que sería el tipo de interés en el que el VAN se hace cero. Si el TIR es alto, estamos ante un proyecto rentable, que supone un retorno de la inversión equiparable a unos tipos de interés altos que posiblemente no se encuentren en el mercado. Sin embargo, si el TIR es bajo, posiblemente podríamos encontrar otro destino para nuestro dinero.

Por supuesto que en la evaluación de este proyecto hay muchas otras cosas que evaluar, como por ejemplo el tiempo que tardas en recuperar la inversión, el riesgo que tiene el proyecto, análisis costo-beneficios... y tienen algunos problemas como son la verosimilitud de las predicciones de flujo de caja. **Pero el VAN y el TIR no dejan de ser un interesante punto de partida.**

Para determinar el presupuesto de este proyecto, se consideró el costo por suministro de materiales, mano de obra, mantenimiento y evaluación económica con los indicadores el VAN y el TIR.

Tabla 20

METRADO					
Proyecto	REDISEÑO LINEA C-212			FECHA	Noviembre DEL 2017
Empresa	ELECTRONORTE			Distrito	Chiclayo
Dpto.	LAMBAYEQUE	Provincia	LAMBAYEQUE		
Item	Descripción	Unidad	REPLANTEO		
			Metrado	Costo Unitario	Costo total
A.-	SUMINISTRO DE MATERIALES				
1.00	POSTES Y PASTORALES				
1.01	Poste de C.A.C. de 13/300/180/375	Und	125.00	1,250.00	156,250.00
1.02	Poste de C.A.C. de 13/400/180/375	Und	3.00	1,350.00	4,050.00
1.03	Mensula de CAV de 1.00m/250kg	Und	384.00	110.00	42,240.00
1.04	Media Palomilla de C.A.V. de 1.5m/100kg	Und	1.00	120.00	120.00
2.00	CONDUCTORES Y ACCESORIOS ELECTRICOS				
2.01	Conductor de Aluminio desnudo AAAC de 120mm ² , temple duro	m	34,711.76	7.20	249,924.66
2.02	Conductor de cobre desnudo temple blando de 35mm ²	m	2,304.00	6.20	14,284.80
2.03	Conductor de cobre desnudo temple duro de 35mm ³	m	30.00	7.20	216.00
2.04	Alambre de Amarre de Aluminio de 16mm ²	m	962.50	0.90	866.25
3.00	FERRETERIA Y ACCESORIOS				
3.01	Aislador Polimerico tipo Pin 28 kV - 710 mm línea de fuga	Und	385.00	89.00	34,265.00
3.02	Aislador Polimerico de Suspensión con Accesorios 36kV	Und	6.00	92.00	552.00
3.03	Espiga larga de F° G° para cruceta, de 19 mm, diam. x 356 mm de longitud	Und	385.00	12.00	4,620.00
3.04	Grapa de Aluminio tipo pistola de 3 pernos	Und	6.00	6.00	36.00
3.05	Conector bimetalico tipo cuña de 120/120mm ²	Und	6.00	15.00	90.00
3.06	Conector bimetalico tipo cuña de 120/35mm ²	Und	12.00	12.00	144.00
3.07	Varilla roscada de 5/8" x 20"	Und	382.00	3.20	1,222.40
3.08	Arandela cuadrada plana B°Z° 57x 57x5 mm agujero de 20 mm	Und	262.00	1.40	366.80
3.09	Arandela cuadrada curva B°Z° 57x 57x5 mm	Und	8.00	1.60	12.80
3.1	Plancha de cobre tipo "J" para puesta a tierra	Und	388.00	4.00	1,552.00
3.11	Varilla preformada para cable de 120mm ²	Und	384.00	13.00	4,992.00
3.12	Cinta plana de armar de aluminio (m)	m	6.00	3.00	18.00
3.13	Cinta Bandit y Presillas de Acero de 19mm de diámetro	Cjto	5.00	120.00	600.00
4.00	RETENIDA				
4.01	Perno angular, forjado, galv., 16mm x 254mm ct y cct	Und	16.00	10.41	166.56
4.02	Cable de acero galvanizado, 7 h, 10mm diam.	m	240.00	4.64	1,113.60
4.03	Varilla de anclaje, 19mm f x 2.40 m., F°G° c/a y t.	Und	16.00	50.00	800.00
4.04	Arandela Cuadrada, 102x102x5mm, 18mm f	Und	16.00	2.40	38.40
4.05	Mordaza Preformada de A°G° para cable de 10mm diam.	Und	64.00	13.00	832.00
4.06	Bloque de concreto 0.6x0.6x0.2m	Und	16.00	40.00	640.00
4.07	Aislador depolimerico	Und	16.00	70.00	1,120.00
4.08	Canaleta guardacable de A°G° de 2.4m con perno y tuerca en el extremo	Und	16.00	25	400.00
5.00	PUESTA TIERRA				
5.01	VARILLA COPPERWELD 16mm Ø(5/8")Øx2.40m	Und	131.00	170.00	22,270.00
5.02	CONECTOR DE BRONCE VARILLA 16 mm Ø(5/8"Ø)- CAB(35mm ²)	Und	131.00	10.67	1,397.77
5.03	DOSIS DE BENTONITA (30 Kg)	Und	131.00	25.00	3,275.00
5.04	TUBO DE PVC SAP 19mmØ x 3m LONGITUD	Und	3.00	2.00	6.00
5.05	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO ARMADO P/PUESTA A TIERRA	Und	131.00	25	3,275.00
5.06	PROTECTOR ANTIROBO	UND	131.00	29	3,799.00
TOTAL MATERIALES					551,757.04
6.00	Mano de obra				
6.01	Instalacion de Linea de media tensión	KM	11.57	21,000.00	242,982.31
TOTAL DE MANO DE OBRA					242,982.31
TOTAL					794,739.34

Tabla 21

		MENSUAL		60		
TASA EFECTIVA ANUAL		10.00%				
TASA NOMINAL		9.57%				
TASA EFECTIVA MENSUAL		0.80%				
VALOR ACTUAL		S/. 794,739.34				
PERIODO		5 AÑOS				
Nº de cuotas	CUOTA	CAPITAL	INTERES	CAPITAL ACUMULADO	INTERES ACUMULADO	CAPITAL RESTANTE
1	S/. -16,717.80	S/. -10,380.44	S/. -6,337.36	-10380.44116	-6337.36313	S/. 784,358.90
2	S/. -16,717.80	S/. -10,463.22	S/. -6,254.59	-20843.65741	-12591.95116	S/. 773,895.69
3	S/. -16,717.80	S/. -10,546.65	S/. -6,171.15	-31390.30882	-18763.10404	S/. 763,349.03
4	S/. -16,717.80	S/. -10,630.75	S/. -6,087.05	-42021.0607	-24850.15644	S/. 752,718.28
5	S/. -16,717.80	S/. -10,715.52	S/. -6,002.28	-52736.5837	-30852.43773	S/. 742,002.76
6	S/. -16,717.80	S/. -10,800.97	S/. -5,916.83	-63537.55378	-36769.27194	S/. 731,201.79
7	S/. -16,717.80	S/. -10,887.10	S/. -5,830.71	-74424.65231	-42599.97769	S/. 720,314.69
8	S/. -16,717.80	S/. -10,973.91	S/. -5,743.89	-85398.56609	-48343.8682	S/. 709,340.78
9	S/. -16,717.80	S/. -11,061.42	S/. -5,656.38	-96459.98741	-54000.25117	S/. 698,279.36
10	S/. -16,717.80	S/. -11,149.63	S/. -5,568.18	-107609.6141	-59568.42881	S/. 687,129.73
11	S/. -16,717.80	S/. -11,238.54	S/. -5,479.27	-118848.1494	-65047.69777	S/. 675,891.19
12	S/. -16,717.80	S/. -11,328.15	S/. -5,389.65	-130176.3024	-70437.34907	S/. 664,563.04
13	S/. -16,717.80	S/. -11,418.49	S/. -5,299.32	-141594.7876	-75736.66808	S/. 653,144.56
14	S/. -16,717.80	S/. -11,509.54	S/. -5,208.27	-153104.3255	-80944.93449	S/. 641,635.02
15	S/. -16,717.80	S/. -11,601.32	S/. -5,116.49	-164705.6421	-86061.42223	S/. 630,033.70
16	S/. -16,717.80	S/. -11,693.83	S/. -5,023.98	-176399.4691	-91085.39944	S/. 618,339.87
17	S/. -16,717.80	S/. -11,787.08	S/. -4,930.73	-188186.5444	-96016.12843	S/. 606,552.80
18	S/. -16,717.80	S/. -11,881.07	S/. -4,836.74	-200067.6115	-100852.8656	S/. 594,671.73
19	S/. -16,717.80	S/. -11,975.81	S/. -4,742.00	-212043.4199	-105594.8615	S/. 582,695.92
20	S/. -16,717.80	S/. -12,071.31	S/. -4,646.50	-224114.7251	-110241.3607	S/. 570,624.62
21	S/. -16,717.80	S/. -12,167.56	S/. -4,550.24	-236282.2885	-114791.6015	S/. 558,457.06
22	S/. -16,717.80	S/. -12,264.59	S/. -4,453.21	-248546.8778	-119244.8165	S/. 546,192.47
23	S/. -16,717.80	S/. -12,362.39	S/. -4,355.42	-260909.2667	-123600.2319	S/. 533,830.08
24	S/. -16,717.80	S/. -12,460.97	S/. -4,256.84	-273370.235	-127857.0679	S/. 521,369.11
25	S/. -16,717.80	S/. -12,560.33	S/. -4,157.47	-285930.5688	-132014.5384	S/. 508,808.77
26	S/. -16,717.80	S/. -12,660.49	S/. -4,057.31	-298591.0604	-136071.851	S/. 496,148.28
27	S/. -16,717.80	S/. -12,761.45	S/. -3,956.36	-311352.5086	-140028.2071	S/. 483,386.83
28	S/. -16,717.80	S/. -12,863.21	S/. -3,854.59	-324215.7184	-143882.8016	S/. 470,523.63
29	S/. -16,717.80	S/. -12,965.78	S/. -3,752.02	-337181.5013	-147634.8231	S/. 457,557.84
30	S/. -16,717.80	S/. -13,069.17	S/. -3,648.63	-350250.675	-151283.4535	S/. 444,488.67
31	S/. -16,717.80	S/. -13,173.39	S/. -3,544.42	-363424.0643	-154827.8686	S/. 431,315.28
32	S/. -16,717.80	S/. -13,278.44	S/. -3,439.37	-376702.5	-158267.2372	S/. 418,036.84
33	S/. -16,717.80	S/. -13,384.32	S/. -3,333.48	-390086.8197	-161600.7217	S/. 404,652.52
34	S/. -16,717.80	S/. -13,491.05	S/. -3,226.76	-403577.868	-164827.4778	S/. 391,161.48
35	S/. -16,717.80	S/. -13,598.63	S/. -3,119.18	-417176.4957	-167946.6543	S/. 377,562.85
36	S/. -16,717.80	S/. -13,707.07	S/. -3,010.74	-430883.5608	-170957.3935	S/. 363,855.78
37	S/. -16,717.80	S/. -13,816.37	S/. -2,901.44	-444699.928	-173858.8306	S/. 350,039.42
38	S/. -16,717.80	S/. -13,926.54	S/. -2,791.26	-458626.4689	-176650.094	S/. 336,112.87
39	S/. -16,717.80	S/. -14,037.59	S/. -2,680.21	-472664.0619	-179330.3053	S/. 322,075.28
40	S/. -16,717.80	S/. -14,149.53	S/. -2,568.27	-486813.5926	-181898.5788	S/. 307,925.75
41	S/. -16,717.80	S/. -14,262.36	S/. -2,455.44	-501075.9537	-184354.022	S/. 293,663.39
42	S/. -16,717.80	S/. -14,376.09	S/. -2,341.71	-515452.0449	-186695.7351	S/. 279,287.30
43	S/. -16,717.80	S/. -14,490.73	S/. -2,227.08	-529942.7731	-188922.8112	S/. 264,796.57
44	S/. -16,717.80	S/. -14,606.28	S/. -2,111.53	-544549.0523	-191034.3363	S/. 250,190.29
45	S/. -16,717.80	S/. -14,722.75	S/. -1,995.05	-559271.8041	-193029.3888	S/. 235,467.54

46	S/. -16,717.80	S/. -14,840.15	S/. -1,877.65	-574111.9571	-194907.04	S/. 220,627.39
47	S/. -16,717.80	S/. -14,958.49	S/. -1,759.31	-589070.4477	-196666.3538	S/. 205,668.90
48	S/. -16,717.80	S/. -15,077.77	S/. -1,640.03	-604148.2193	-198306.3864	S/. 190,591.12
49	S/. -16,717.80	S/. -15,198.00	S/. -1,519.80	-619346.2232	-199826.1868	S/. 175,393.12
50	S/. -16,717.80	S/. -15,319.19	S/. -1,398.61	-634665.4181	-201224.7962	S/. 160,073.93
51	S/. -16,717.80	S/. -15,441.35	S/. -1,276.45	-650106.7704	-202501.2482	S/. 144,632.57
52	S/. -16,717.80	S/. -15,564.48	S/. -1,153.32	-665671.2543	-203654.5686	S/. 129,068.09
53	S/. -16,717.80	S/. -15,688.60	S/. -1,029.21	-681359.8515	-204683.7757	S/. 113,379.49
54	S/. -16,717.80	S/. -15,813.70	S/. -904.10	-697173.5518	-205587.8797	S/. 97,565.79
55	S/. -16,717.80	S/. -15,939.80	S/. -778.00	-713113.3527	-206365.883	S/. 81,625.99
56	S/. -16,717.80	S/. -16,066.91	S/. -650.90	-729180.2599	-207016.7801	S/. 65,559.08
57	S/. -16,717.80	S/. -16,195.03	S/. -522.78	-745375.2869	-207539.5575	S/. 49,364.06
58	S/. -16,717.80	S/. -16,324.17	S/. -393.64	-761699.4552	-207933.1934	S/. 33,039.89
59	S/. -16,717.80	S/. -16,454.34	S/. -263.46	-778153.7948	-208196.6581	S/. 16,585.55
60	S/. -16,717.80	S/. -16,585.55	S/. -132.26	-794739.3436	-208328.9136	S/. 0.00

Tabla 22

Cuadro de Retorno de Inversión						
Tasa de Interes 10%						
Columna1	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Costo de inversion de la planta	S/.794,739					
GASTOS SIN REMODELACION		259,568	259,568	259,568	259,568	259,568
COMPENSACION POR CALIDAD Y NORMA		216,008	216,008	216,008	216,008	216,008
GASTOS POR MANTENIMIENTO		43,559	43,559	43,559	43,559	43,559
GASTOS CON REMODELACION		34,624	34,624	34,624	34,624	34,624
COMPENSACION POR CALIDAD Y NORMA		19,546	19,546	19,546	19,546	19,546
GASTOS POR MANTENIMIENTO		15,078	15,078	15,078	15,078	15,078
FLUJO	-794,739	224,944	224,944	224,944	224,944	224,944

TIR	12.82%
VAN	S/.57,974

Retorno de Inversión	3.00	Años
	5.00	Meses

Valor Actual Neto (VAN)

Los valores de los ingresos mensuales, llevándolos al año cero, donde se inicia el proyecto, con una tasa de interés del 10% anual

Ingresos actualizados al tiempo 0 o año 0

$$Ga = \frac{Sa * [(1 + i)] ^n - 1}{[i * (1 + i)^n]}$$

Dónde:

Ga: Ingresos actualizados año 0

Sa: Ingresos – Egresos Anuales

i: Tasa de interés: 10%

Tasa interno de retorno

Para calcular la tasa interno de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar es igual a la inversión inicial del proyecto

$$Inv = \frac{Sa * [(1 + TIR)] ^n - 1}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Donde:

Inv: Inversión inicial es de 794,739.34 nuevos soles

Sa: Ingresos anuales

TIR: Tasa interno de retorno.

IV. DISCUSIÓN

- Existen zonas no muy accesibles que evitan su operatividad y mantenimiento.
- Se ha propuesto la nueva ruta del alimentador que sea accesible para realizar el mantenimiento en caliente y poder disminuir los indicadores SAIDI Y SAIFI del Alimentador.
- Se instalara aislador de mayor nivel de aislamiento con la finalidad de que en las épocas de lluvias no tengamos problemas por las descargas atmosféricas y la humedad.
- Nuestro presupuesto se ha determinado con la nueva ruta y de esa manera Establecer el presupuesto del proyecto.

V. CONCLUSIONES

- Se realizó el diagnóstico del Alimentador encontrándose postes, conductor, y accesorios en mal estado de conservación y que urge su cambio inmediato.

- Se ha diseñado la línea por una ruta accesible y que tenga acceso a los mantenimientos en caliente y su operatividad, siendo un total de 138 estructuras con un recorrido de 8 km. de esa manera mejorara la calidad de servicio de energía eléctrica y cumplir con las tolerancias establecidas que indica la Norma Técnica de calidad de los Servicio Eléctricos (Resolución Directoral N° 016-2008-EM/DGE).

Asimismo reducir las interrupciones por calidad de suministro y pago de compensaciones por NTCSE.

- Se realizaron los cálculos mecánicos y eléctricos, y se ha seleccionado los aisladores con mayor línea de fuga para evitar las interrupciones por descargas atmosféricas y polución, asimismo se instalaran puesta a tierra en todo el recorrido de la línea de media tensión de acuerdo a las Normas establecidas, y los equipos electromecánico que garanticen el adecuado funcionamiento de la línea.

- Se determinó el presupuesto total cuyo monto asciende a S/ 794,739.34 soles, con una tasa de interés de 10% y se determinó un Tasa Interna de Retorno (TIR) de 12.82%, con un Valor Actual Neto de S/ 57 974 soles (VAN) y el recupero de la inversión será en un periodo de 3 años y 5 meses.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar el cambio de la línea de media tensión con una nueva ruta y este rediseño sea considerarlo en el presente presupuesto de la concesionaria.
- Para la adquisición de materiales se deben realizar las pruebas respectivas en fábrica y en campo de acuerdo a las Normas establecidas.
- Se recomienda un Plan de mantenimiento predictivo y preventivo a dicho Alimentador por parte de la concesionaria, de esa manera se conservara y prolongara la vida útil de los componentes electromecánicos.

VII. REFERENCIAS

ACEDO, Juan. *Instrumentación y Control Básico de Procesos.* Madrid, España : Ediciones Diaz de Santos SA, 2012. 365pp. ISBN: 9258-25-9874-28

ACHURI, Sixto. *Apuntes Generales sobre Redes Eléctricas de Distribución.* 2.^a ed. Medellín, 1998. 345pp. ISBN: 8567-25-2894-79

BARRERA, Victor. *Una solución económica a los problemas de calidad del servicio del suministro de energía eléctrica.* Santander, Colombia : Editorial Ingeniería y Ciencias, 2014. 325pp.

CAMPOS, Juan y QUISPE, Enrique. *Calidad de Energía Eléctrica.* Cali, Colombia , 2015. 658pp.

ISBN: 1524-25-7489-28

COES, Comité de Operación Económica del Sistema. *Informe de diagnóstico de las Condiciones Operativas del SEIN Período 2017 - 2026.* Lima, Perú : 2015. 455pp. ISBN: 8759-45-2842-11.

CHAPMAN. *Maquinas Eléctricas.* 2^a ed. Universidad de Houston: McGraw-Hill, 1982. 744pp.

ELECTRONORTE. *Memoria Anual 2015.* Lima, Perú : 2015.

GRANADOS Dionisio, ADRIAN Alejandro. *Estudio y Diseño del Sistema Eléctrico Huacrachuco II Etapa.* Lima, Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. 190pp.

Grupo Condumex, manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión [5] 1^a ed. México, 2009. 289pp. ISBN 968-7987-23-8.

HEREDIA Noriega, SARA Eleno. *Rediseño y Ampliación del Sistema Eléctrico de la Empresa Inplastic.* Guayaquil, Ecuador : Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2014. 345pp.

IPAE, Centro de Estudios Estratégicos. *Competitividad: ¿Hay suficiente energía para seguir creciendo?* Lima, Perú : 2016. 365pp. ISBN: 2564-28-4798-25.

JIMENEZ, Obed, CANTU, Vicente y CONDE, Arturo. *Líneas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica.* Mexico : Universidad San Nicolas de los Garza Nueva León, 2016. 564pp.

I.S.B.N. 235-7865-58-9.

MEM, Ministerio de Energía y Minas. *Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.* Lima : s.n., 1997.650pp.

MIRANDA, Ronald. *Rediseño de Líneas Primarias del Caserío Culpon Alto Del Distrito De Illimo.* Lambayeque, Perú : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2014. 345pp.

MORENO, José. *Remodelación de la Línea Primaria en 10 kV de la Compañía Minera San Juan (Perú) NYRSTAR en el Distrito de San Mateo, Provincia de Huarochiri, Departamento de Lima.* Huanuco, Perú : Universidad Nacional del Centro, 2014. 455pp.

PARDINAS, Fermin. *Metodología y Técnicas de investigación en Ciencias Sociales.* Madrid, España : 2005. 588pp. ISBN. 1425-68-4458-12.

PUCHOL Vivas, José Manuel. *Motores de corriente alterna.* 2 a ed. México: Limusa, 1978. 350pp.

QUELITE, Miguel y GUTIERREZ, Luis. *Propuesta de Rediseño de Alimentadores Generales en la Torre de Rectoría, UNAM.* México : Universidad Autónoma de México, 2015.465pp.

RAMIREZ, Samuel. *Redes de Distribución de Energía.* Manizales, Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2014. 655pp. ISBN 958-9322-86-7.

Rodriguez, Francisco y SOLANO, Christian. *Diseño del Sistema de Distribución Primario de la Subestación "Salinas" de la Empresa Eléctrica Santa Elena SA.* Ecuador : Editorial Escuela Superior Politécnica, 2014. 654pp.

SARZO, Miguel. *Proyecto de investigación.* 2.^a ed. Perú 2007. 690 pp. ISBN: 978-9972-821-92-9

SEYMOUR, Joseph y HORSLEY, Terry. *Los Siete Tipos de Problemas en el Suministro Eléctrico.* Estados Unidos : 2015.350pp.

SUARES, Percy. *Rediseño de Líneas y Redes Primarias en 22,9 kV para la electrificación del Distrito de Santa María del Valle - Huanuco.* Lima, Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2014.353pp.

TORRES, Jorge. *Estrategias Efectivas Para Mejorar La Calidad Del Servicio de Eneugía Eléctrica de un Sistema de Distribución Eléctrico.* Guayaquil, Ecuador : Editorial Yachana, 2012.699pp.

VALDIVIEZO, Juan. *Repotenciación del Subsistema de Distribución Primaria 10- 22,9 kV Centro Poblado San Simon - Pimentel.* Lambayeque, Perú : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2012.655pp.

VIKON. *Manual Eléctrico.* Monterrey, 2.^a ed México : 2015. 289pp. ISBN: 5879-9874-48-2.

VIDAL, Luis. *Rediseño de Subsistema de Distribución Primaria para el Caserío Chacupe Bajo.* Lambayeque, Perú : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2013. 465pp.

ANEXOS

ANEXO 1

GLOSARIO

1. Calidad del Servicio Eléctrico.

“En los últimos años, la Calidad de Servicio Eléctrico se ha transformado en un tema de gran relevancia, tanto para las empresas proveedoras de electricidad como para los consumidores o usuarios finales de este servicio, dada la diversidad de aspectos técnicos y comerciales involucrados en el suministro” **(Campos y Quispe, 2015, p.37).**

$$TIEPI = \frac{\sum_{i=1}^n (PI_i \times H_i)}{\sum PI}$$

2. Indicador SAIFI.

“Es un indicador que nos permite medir las interrupciones eléctricas en un periodo, cuya finalidad es registrar el número de fallas en un tiempo determinado de las interrupciones en las instalaciones” **(Osinergmin, 2011, p.26).**

3. Indicador SAIDI.

“Registra la duración de interrupción en un determinado tiempo, y a la vez identifica la ubicación de falla con el tipo de nivel de falla de una interrupción eléctrica” **(Osinergmin, 2011, p.26).**

4. Factor de carga.

“Nos permite medir la eficiencia en la utilización de la capacidad de producción o potencia (Generación), el cual se define como el ratio entre la carga o demanda promedio y la carga o demanda máxima durante un periodo determinado puntualmente” **(Osinergmin, 2011, p.24).**

$$F_c = \frac{\frac{\text{carga total del periodo}}{\text{periodo}}}{\text{carga máxima del periodo}} = \frac{\text{carga prom. del periodo}}{\text{carga máx. del periodo}}$$

5. Requerimiento de numeración de estructuras (gis) y señalización de Seguridad.

Al finalizar con la obra se llenaran unos formatos establecidos los cuales generaran unos códigos GIS los que deberán ser pintados en los postes para su identificación. Así mismo se deberán pintar en los postes las señales de seguridad las cuales serán conforme a lo indicado en el Código Nacional de Electricidad- Suministro, la Norma DGE "Símbolos Gráficos en Electricidad" N° 091-2002-EM/DGE; o según los diseños normalizados por la Empresa Concesionaria. Se deberá señalar equipamientos y zonas donde se requieren prevenir o advertir peligros de RIESGO ELECTRICO o LA UBICACIÓN de estos que relativamente se encuentran ocultos (puestas a tierra, componentes importantes de estructuras, etc.); se deberán inscribir en sus partes visibles simbologías apropiadas con las dimensiones y características.

6. Gestión de Cira.

No corresponde realizar la gestión del CIRA, por ubicarse el proyecto en una zona urbana; pero se asume el compromiso de gestionar el monitoreo arqueológico de presentarse vestigios de restos arqueológicos en la etapa de ejecución de la obra.

7. Estructura de Media Tensión (EMT): La estructura (poste) que sirve de Soporte los conductores, aisladores y otros elementos de la red de media Tensión.

8. Tramos de Media Tensión (TMT): Es aquella porción de la red de media Tensión con sección de conductor uniforme.

9. Subestaciones de Distribución (SED): El conjunto de componentes que Conforman una Subestación MT/BT (estructuras de soporte, armado, Transformador, sistemas de protección, etc

10. Descripción de estructuras y tramos de MT

Estructuras de Media Tensión:

- **1002:** Poste de C.A.C. deteriorado con fierro visible y corroído.

Poste de madera apolillado o podrido.

Poste de fierro con agujeros por corrosión.

- **1008:** Poste inclinado más de 15°.
- **1012:** Estructura con riesgo de impacto vehicular.
- **1014:** Estructura dentro de propiedad privada.
- **1034:** Equipos de protección incumple DMS respecto a edificación
- **1036:** Equipos de protección incumple DMS respecto a líneas de comunicación
- **1042:** Protección mecánica de cable rota o inexistente
- **1072:** Retenida en mal estado
- **1074:** Retenida sin aislador de tracción o sin conexión de puesta a tierra
- **1082:** Sistema de puesta a tierra inexistente en estructuras con equipos de maniobra, protección o de tipo terminal

Tramos de media tensión:

- **5010:** Conductores incumplen DMS respecto al nivel de terreno.
- **5016:** Conductores incumplen DMS respecto a cartel publicitario.
- **5018:** Conductores incumplen DMS respecto a estructura y/o cables de comunicación
- **5026:** Conductores incumplen DMS respecto a edificación
- **5032:** Conductores incumplen DMS respecto a instalaciones de SP Y AP
- **5038:** Conductor esta sobre edificación

11. Criterios de diseño

Para la elaboración del estudio se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Verificación en campo de las deficiencias alcanzadas por Electronorte S.A.
- Subsanación integral de las instalaciones con deficiencias. En el caso de encontrar dentro de las redes a intervenir sedes o tramos que incumplen, estos se han incluido de tal forma de uniformizar el cumplimiento de DMS de la red de media tensión y Sedes.
- Con la finalidad de viabilizar el proceso de ejecución de obra se ha considerado el cambio de ruta de las redes primarias por avenidas y/o calles anchas que cuenten con veredas y sardineles.

- En los casos donde se mantiene la topología de red, las instalaciones nuevas se han proyectado en la vereda del frente.
- Para las calles con presencias de aleros y sin sardineles se han proyectado armados especiales compuestos por bastidores de F°G°.
- En los casos de las subestaciones reubicadas, se ha proyectado las instalaciones en BT que permitan la adecuación de la red secundaria existente a la nueva ubicación proyectada de la sed.
- En el caso donde se han encontrado transformadores y tableros en mal estado se ha proyectado su cambio.
- El cálculo mecánico de conductores y soportes se ha efectuado teniendo en cuenta las disposiciones emanadas del Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.
- Los conductores de AAAC han sido proyectados considerando las secciones existentes, habiéndose utilizado como sección mínima 50mm²(derivaciones), 70mm²(radial) y 120 o 185mm² (troncal).

12. Normas Aplicables

Los criterios a emplear en el diseño de redes se regirán principalmente por las siguientes normas:

Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.

Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.

Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.

Normalización de la Concesionaria Electronorte S.A.

Adicionalmente se consulta las siguientes normas internacionales:

NESC (National Electrical Safety Code).

RUS (Rural Utilities Service).

U.S. Bureau of Reclamation - Standard Design.

VDE 210 (Verband Deutscher Electrotechniker).

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

CIGRE (Conference International des Grands Resseaux Electriques).

ANSI (American National Standard Institute).

IEC (International Electrotécnica Comisión).

13. Descripción del Proyecto

Redes Primarias

- Tensión nominal del sistema : 22,9 kV
- Tensión máxima de servicio : 25 kV
- Potencia de cortocircuito mínima : MVA
- Factor de potencia $\cos \Phi$: 0.9 (atraso)
- Tensión de sostenimiento a 60 Hz : 6.0 MG

14. Características del equipamiento:

Redes Primarias

a) Postes y Accesorios

Se ha previsto la utilización de postes de concreto armado centrifugado de 15/400 y 15/600, que cumplan con las características mecánicas establecidas en las especificaciones técnicas del proyecto.

Los accesorios a implementar serán ménsulas de concreto de 1,00m y 1,50m, que permitan cumplir las distancias mínimas de seguridad.

b) Conductor

El conductor a utilizar es de aleación de aluminio de diferentes secciones, las secciones del conductor ha sido definida tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Corriente de cortocircuito
- Esfuerzos mecánicos
- Capacidad de corriente en régimen normal
- Caída de tensión

Los accesorios de los conductores que se utilizarán en las redes primarias son: conectores cuña, varilla de armar, cinta plana de armar y alambre de amarre.

Se utilizará cable de Aluminio de 185mm² desde la salida de SECHO y 120mm² desde la derivación a Chacupe – Distrito de la Victoria.

c) Aisladores

Según el análisis de selección del aislamiento y sobre la base de los criterios normalizados por la normatividad vigente y lineamientos técnicos de la

Empresa Concesionaria, se utilizara aisladores poliméricos tipo PIN y aislador de suspensión polimérico. Los aisladores poliméricos tipo PIN se instalarán en estructuras de alineamiento y ángulos de desvío moderados y los aisladores de suspensión en estructuras terminales, ángulos de desvío importante y retención.

d) Retenidas y anclajes

Las retenidas y anclajes se instalarán en las estructuras de ángulo, terminal, y retención con la finalidad de compensar las cargas mecánicas de las estructuras. El ángulo que forma el cable de retenida con el eje del poste no deberá ser menor de 37°.

Los cálculos mecánicos de las estructuras y las retenidas se han efectuado considerando este ángulo mínimo. Valores menores producirán mayores cargas en las retenidas y transmitirán mayor carga de compresión al poste.

Las retenidas estarán compuestas por los siguientes elementos:

- Cable de acero de 10 mm de diámetro
- Varillas de anclaje con ojal-guardacabo
- Mordazas preformadas
- Perno con ojal-guardacabo para fijación al poste
- Bloque de concreto armado
- Aislador polimérico de 36KV

e) Puestas a Tierra

Las puestas a tierra estarán conformadas por los siguientes elementos:

- Varilla cooperweld de 2,4 m, 16 mm \varnothing
- Conductor de cobre para la bajada a tierra
- Accesorios de conexión y fijación

ANEXO 2

MATERIALES UTILIZADOS PARA EL REDISEÑO EN LA RED PRIMARIA

1. Postes de concreto armado y accesorios
2. Conductor de aluminio AAAC
3. Conductor de cobre desnudo temple duro
4. Conductor de cobre desnudo temple blando
5. Accesorios de los conductores y cables
6. Aisladores polimérico tipo pin
7. Aisladores de suspensión poliméricos
8. Material eléctrico accesorio
9. Cable de acero grado alta resistencia para retenidas
10. Accesorios metálicos para retenidas
11. Material para puesta a tierra

1.0 Especificaciones técnicas de los materiales

Generalidades

Las presentes especificaciones técnicas muestran las características necesarias para la selección de cada elemento.

1.1 Postes de concreto armado y accesorios.

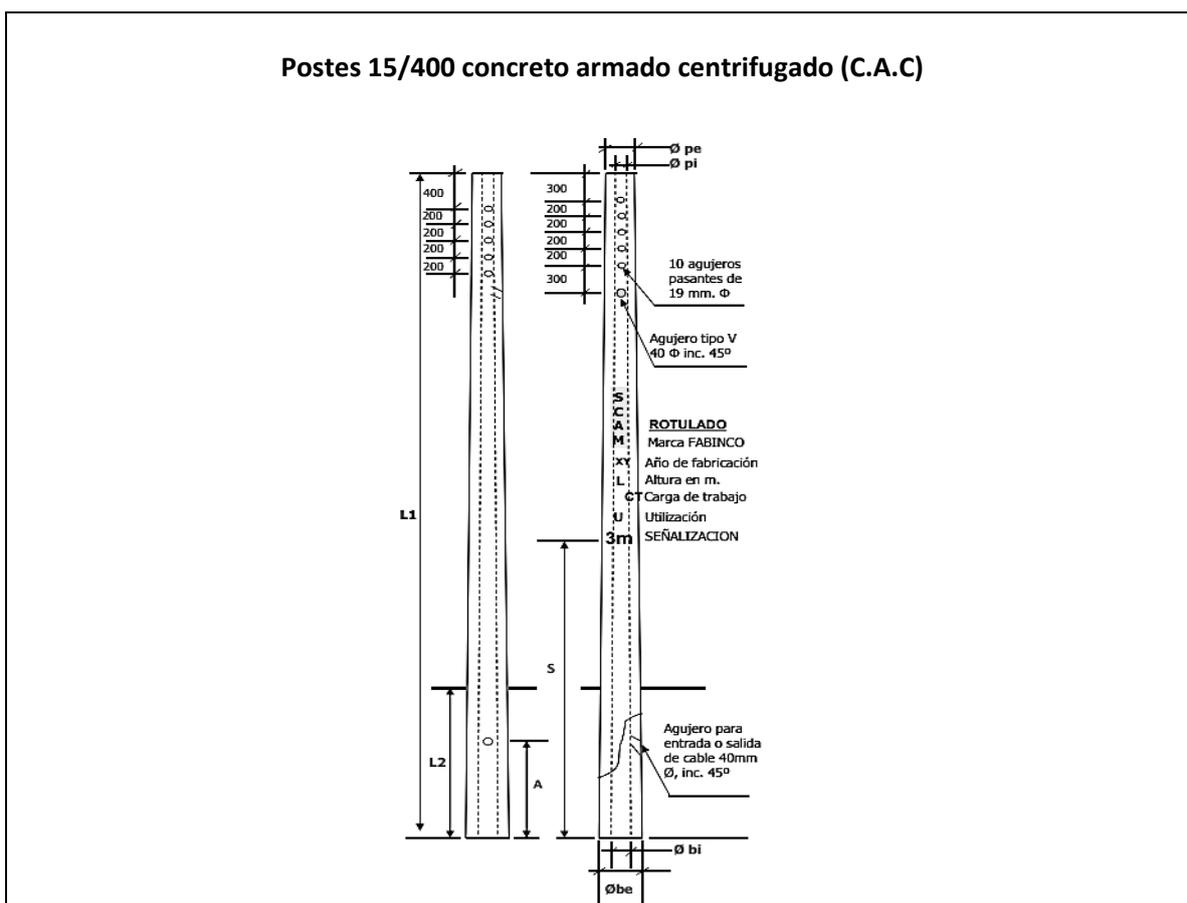
1.1.1 Postes CAC.

Los postes de concreto armado serán centrifugados y de forma troncocónica. El acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejas y excoiraciones.

La plantilla deberá considerar que la altura de empotramiento será de 1.60 - 1.70 m; cuya justificación técnica se comprueba en los cálculos de cimentación de postes.

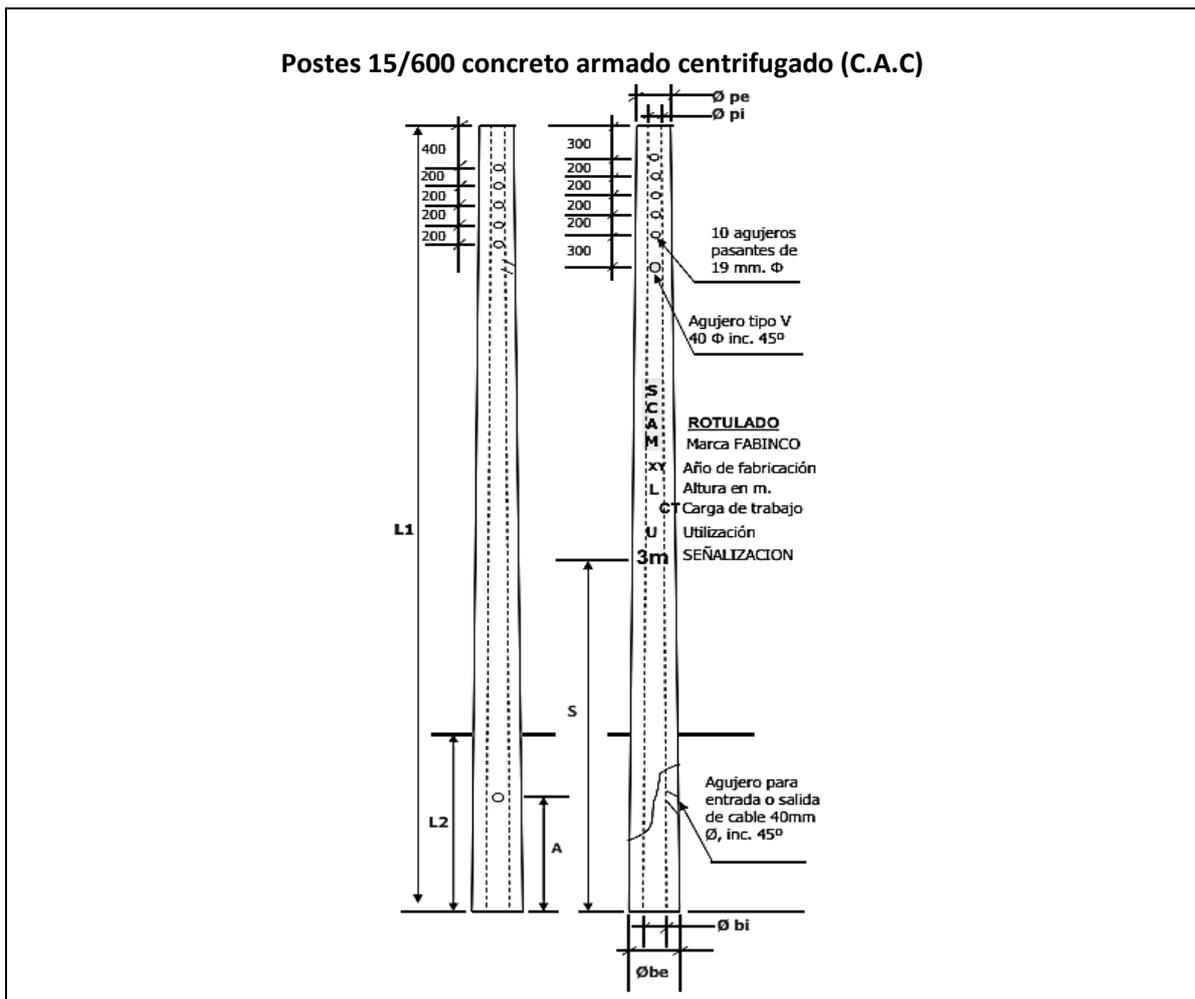
Para evitar el ataque de la humedad, los hongos, los ácidos, ambiente salitroso o agentes externos, el fabricante de poste deberá aplicar un compuesto químico multifuncional (Funcionamiento catódico como anódico). Deberá ser usando en preparación de la mezcla de concreto.

Características técnicas de postes



Ítem	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	MATERIAL		C.A.C.
2	ALTURA DEL POSTE	m	15
3	CARGA DE TRABAJO EN LA PUNTA	daN	400
4	DIÁMETRO EN LA PUNTA	mm	180
5	DIÁMETRO EN LA BASE	mm	405°
6	PESO APROXIMADO	daN	1480
7	COEFICIENTE DE SEGURIDAD MÍNIMO		2
8	PLACA DE IDENTIFICACIÓN		GRABADO CONTENIENDO: LOGOTIPO ELECTRO SUR ESTE NOMBRE DEL FABRICANTE MES-AÑO DE FABRICACIÓN CARGA DE TRABAJO LONGITUD DEL POSTE
9	NORMAS		NTPC 339.027:2008 NORMAS REFERENTES AL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES
10	PERILLA DE CONCRETO		si

Características técnicas de postes



Ítem	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	MATERIAL		C.A.C.
2	ALTURA DEL POSTE	m	15
3	CARGA DE TRABAJO EN LA PUNTA	daN	600
4	DIÁMETRO EN LA PUNTA	mm	210
5	DIÁMETRO EN LA BASE	mm	435°
6	PESO APROXIMADO	daN	1600
7	COEFICIENTE DE SEGURIDAD MÍNIMO		2
8	PLACA DE IDENTIFICACIÓN		GRABADO CONTENIENDO: LOGOTIPO ELECTRO SUR ESTE NOMBRE DEL FABRICANTE MES-AÑO DE FABRICACIÓN CARGA DE TRABAJO LONGITUD DEL POSTE
9	NORMAS		NTPC 339.027:2008 NORMAS REFERENTES AL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES
10	PERILLA DE CONCRETO		si

1.1.2 Accesorios de concreto

Estos accesorios serán de concreto armado vibrado, para embonar en los postes de 15 m, que se serán utilizados para el rediseño.

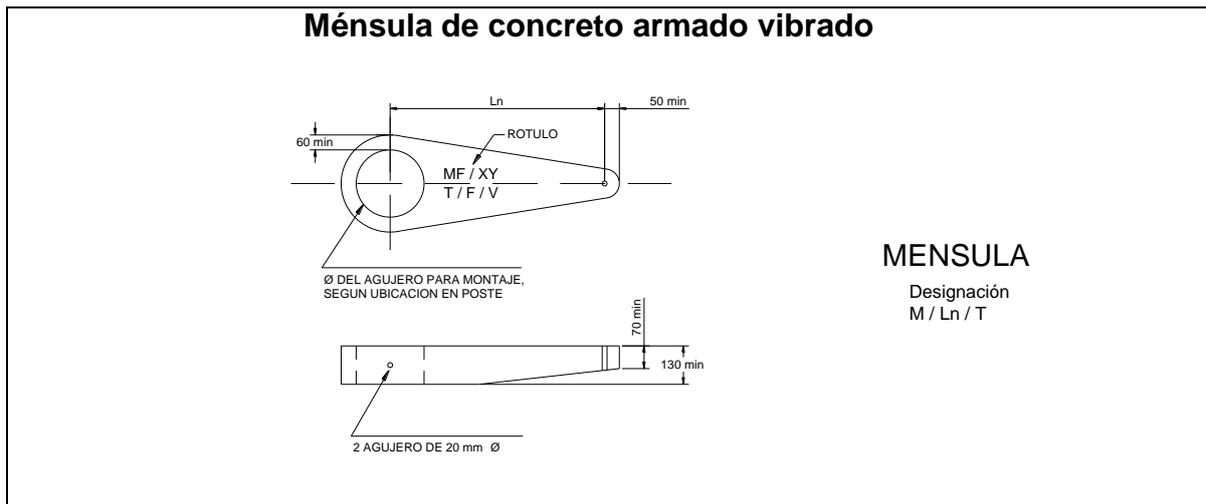
Toda la superficie externa será homogénea, no deberá presentar fisuras, rebabas, excoiraciones ni cangrejas; el recubrimiento de la armadura deberá ser de 25 mm, como mínimo de tal forma que no exista la posibilidad de ingreso de humedad hasta los fierros.

Los referidos accesorios tendrán las siguientes especificaciones:

a. Ménsula

La designación como M/1.0m/250kg; que define la media cruceta o ménsula con un distanciamiento entre el pin para aislador y el eje del poste de 1.0m, con una carga de trabajo de 250 kg en el sentido de la línea, con peso aproximado de 20 kg de las siguientes características:

Características técnicas de Ménsulas



Ítem	Descripción									
	CARACTERISTICAS	UM	VALORES							
1	Longitud Nominal (Ln)	m	0.60	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	1.6	1.7
			5	0	0	0	0	0	0	0
2	Diámetro nominal para montaje en poste (Dn)	mm	Según características del poste							
3	Recubrimiento del concreto sobre la estructura	mm	15							
4	Carga de trabajo Horizontal (T)	kg	250 - 300 - 400		500 - 600			1000		
5	Carga de trabajo Longitudinal (F)	kg	150 - 150 - 200		200 - 300			300		
6	Carga de trabajo Vertical (V)	kg	150 - 150 - 200		100 - 200			300		
7	Coefficiente mínimo de seguridad		2							
8	Proceso de fabricación		VIBRADO							
9	Resistencia del concreto a la compresión	Kg/cm ²	280							
10	Rotulado		Bajo relieve							
11	Peso aproximado	kg	45	50	60	80	95	120	130	140

2.0 Conductores y cables.

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del conductor de aleación de aluminio que se utilizará en líneas y redes primarias de este rediseño.

Descripción del material

Para las redes Primarias con instalaciones aéreas, se utilizarán conductores de aleación de aluminio, temple blando de 6mm², que servirá para el amarre del conductor de Aluminio de 120 y 185 mm² a los aisladores poliméricos Pin.

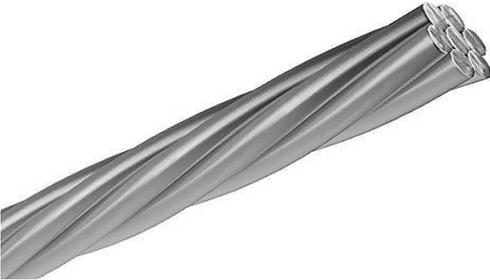
El conductor de amarre será de Aluminio, tipo grado eléctrico, sólido, temple recocido 6 mm².

TABLA DE DATOS TÉCNICOS ALAMBRE ALEACION ALUMINIO TEMPLE BLANDO 6 mm ²			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	Fabricante		
2	Procedencia		
3	N° Catálogo / Serie		
4	Norma de fabricación		ASTM B398, ASTM 399
5	Material		AAAC
6	Temple		Blando
7	Sección Nominal	mm ²	6
8	Temperatura de Operación	° C	75
9	Número de hilos		1
10	Diámetro de cada hilo	mm	2.76
11	Diámetro Nominal exterior	mm	2.76
12	Carga de rotura	Kg	142
13	Peso	Kg/Km	26
14	Densidad a 20 °C	gr/cm ³	2.703
15	Coeficiente de dilatación a 20 °C	1/°C	2.30E-05
16	Coeficiente térm. de Resist. a 20°C	1/°C	0.0036
17	Resistividad Eléctrica a 20° C	ohm ² /m	0.03280
18	Resistencia eléctrica en CC a 20°C	ohm/Km	1.340

3.0 Conductor de cobre desnudo temple duro

El conductor de Cobre desnudo Temple Duro, se usará en las bajadas a los seccionadores Cut Out, se instalarán en zonas, cuyas características ambientales son las siguientes:

Temperatura ambiente	10°C a 40°C
Humedad relativa	50% a 95%
Altura máxima	100 m. s. n. m.

TABLA DE DATOS TECNICOS			
CONDUCTOR COBRE DESNUDO TEMPLE DURO 35 mm²			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de fabricación		N.T.P 370.043 y ASTM B8
4	Material del conductor		Cobre electrolítico duro
5	Pureza	%	99.9
6	Sección nominal	mm ²	35
7	Número de alambres		7
8	Diámetro nominal exterior	mm	7.56
9	Carga a la tracción	KN	13.6
10	Masa Nominal	kg/km	310
11	Densidad a 20 °C	gr/cm ³	8.89
12	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0.01793
13	Resistencia eléctrica en CC a 20 °C	Ohm/km	0.534

4.0 Conductor de cobre desnudo temple blando

El conductor de cobre temple blando, se usará en las puestas a tierras para cortocircuito de masas. Los conductores de puesta a tierra se instalarán en zonas, cuyas características ambientales son las siguientes:

Temperatura ambiente	10°C a 40°C
Humedad relativa	50% a 95%
Altura máxima	100 m. s. n. m.

El conductor para las puestas a tierra será de Cu 35 mm² temple blando y conductor de Cu tipo CPI.

Los conductores tendrán las siguientes características:

TABLA DE DATOS TÉCNICOS			
CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANDO DE 35 mm²			
			
ITEM	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de fabricación		N.T.P 370.042 / ASTM B8
4	Material del conductor		Cobre electrolítico recocido
5	Pureza	%	99.9
6	Sección nominal	mm ²	35
7	Temperatura de Operación	°C	75
8	Número de alambres		7
9	Diámetro de cada hilo	mm	2.52
10	Diámetro nominal exterior	mm	7.56
11	Carga de rotura	KN	8.55
12	Densidad a 20 °C	gr/cm ³	8.89
13	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /m	0.017241
14	Resistencia eléctrica en CC a 20 °C	Ohm/km	0.524

5.0 Aisladores poliméricos Pin

Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de aisladores tipo PIN, que se utilizarán en líneas y redes primarias.

Condiciones ambientales

Los aisladores se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

TABLA DE DATOS TECNICOS AISLADORES POLIMERICOS PIN			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
	Propiedades Mecánicas		
1	Esfuerzo de flexión (cantiléver) Acero		
2	Galv	KN	12.55
3	Esfuerzo de flexión (cantiléver) Bronce	KN	10
4	Esfuerzo de compresión	KN	8
5	Peso	kg	2.9
	Propiedades Eléctricas		
1	Tensión Nominal	kV	36
2	Tensión de impulso Negativo	kV	223
3	Tensión de impulso positivo	kV	206
4	Flashover en seco a 60 Hz	kV	134
5	Flashover en húmedo a 60 Hz	kV	112
6	Nivel de radio influencia a 1.0 Mz	uV	10 a 20 kV
7	Distancia de arco	Mm	290
8	Línea de fuga	Mm	920
9	Número de aletas	Und	10
10	Nivel de Tracking ASTM D 2303	kV	6 a 6H
11	Clase de contaminación IEC a 815	*	III
12	Altitud sobre el nivel del mar		Hasta 100msnm
13	Clima		Cálido soleado
14	Humedad relativa		Entre 50 y 40 °C
15	Temperatura ambiente		10 °C y 40 °C
16	Contaminación ambiental		Media corrosiva
17	Prueba de envejecimiento IEC 1109-C	Hyr	5000

6.0 Aisladores de suspensión poliméricos

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de aisladores tipo suspensión, que se utilizarán en líneas y redes primarias.

Condiciones ambientales

Los aisladores se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura ambiente	10 °C y 40 °C
Clima	Cálido- soleado
Humedad relativa	50% a 95%
Altitud sobre el nivel del mar	Hasta 100 msnm
Contaminación ambiental	media, corrosivo

Aplicaciones:

Se emplea como aisladores de suspensión y anclaje de fines de línea soporte y alineamientos de línea de distribución en media tensión en lugares de alta incidencia de contaminación industrial, niebla salina y pol

TABLA DE DATOS TECNICOS
AISLADOR POLIMERICO DE SUSPENSION 24 KV, Costa 1000 msnm



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	N° Catálogo / Serie		
4	Normas		IEC 61109, ASTM D 624, DIN 53504, IEC 61466-1, IEC 61466-2, IEC 60071-1, IEC 60383-1, IEC 60815, ASTM G 154, ASTM G 155, ASTM A 153/A 153M
5	Designación		Ver Nota 1
6	Características de Fabricación		
	Material del núcleo (core)		Fibra de vidrio
	Material aislante de recubrimiento (housing and sheds):		Goma silicona
	Elongación a la ruptura.	%	450 (Según norma DIN 53504)
	Resistencia al desgarre.	N/m	>20 (Según Norma ASTM D624)
	Resistencia al tracking y erosión		Clase 2A, 4.5 (Según IEC 60587)
	Material de los herrajes de acoplamiento		Acero Forjado según norma IEC 61466-1
	Galvanización de los herrajes		Según ASTM A153
	Tipos de acoplamiento		Horquilla (Clevis) Lengüeta (Tongue)
7	Valores Eléctricos:		
	Tensión máxima para el aislador U_m	KV(r.m.s)	24
	Frecuencia nominal	Hz	60
	Máximo diámetro de la parte aislante	mm	200
	Distancia de fuga mínima	mm	744
	Distancia de arco mínima	mm	160
	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial:		
	Húmedo	kV	50
	Tensión de sostenimiento al impulso 1.2/50us:	kV	95
8	Valores mecánicos:		
	Carga mecánica especificada (SML)	KN	70
9	Pruebas de Diseño		Según cláusula 5 de IEC 61109

	Duración de prueba de erosión y tracking del material aislante de recubrimiento	h	5000
10	Pruebas tipo		Según cláusula 6 de IEC 61109
11	Pruebas de muestreo		Según cláusula 7 de IEC 61109
12	Pruebas de rutina		Según cláusula 8 de IEC 61109
13	Pruebas de resistencia a rayos UV		Según ASTM G154 y ASTM G155

Aislador polimérico de suspensión



Ítem	Descripción								
1	Tensión nominal		13.8 kV		34.55 kV				
2	Tensión máximo de diseño		17.5 kV		36. kV				
3	Conexión		Estrella con neutro puesto a tierra			Estrella con neutro puesto a tierra			
4	Frecuencia nominal		60 Hz		60 Hz				
Características Mecánicas									
N° de faldones	Longitud L (mm)	Diámetro D (mm)	Peso Neto (kg)	Tensión (N-m)	Valores Carga Mec. (kn)	Valores Carga Prueba rutina (kn)	Prueb a Fondo (kn)		
4	318	92	95	47	70	35	44.5		
4	318	92	95	5555	70	35	44.5		
8	475	89	1.3	47	70	35	44.5		
8	475	89	1.3	55	70	35	44.5		
8	635	76	1.5	47	70	35	44.5		
Características Eléctricas									
Tipo	D. Fuga (mm)	D. Arque o en seco (mm)	Tensión Flameo ANSI-kV		Tensión Critica de Flameo ANSI		Tensión Radio interferencia		Clase
			Seco kV	Húme do kV	kV Positivo	kV Negati vo	Prueba kV	UV Máximo	
PDI-15	406	203	110	75	140	160	15	10	15
PDI-15	406	203	110	75	140	160	15	10	DS-15
PDI-25	787	356	150	130	260	280	30	10	25-35
PDI-25	787	356	150	130	260	280	30	10	DS-35
PDI-35	838	508	200	130	325	360	30	10	35

7.0 Accesorios para aisladores poliméricos

Espigas para aisladores poliméricos Pin

Alcances

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de espigas para aisladores tipo Pín que se utilizarán en líneas y redes primarias.

Las espigas, materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas.

Condiciones ambientales

Las espigas se instalarán en una zona con las siguientes condiciones ambientales.

TABLA DE DATOS TECNICOS ACCESORIOS PARA AISLADORES TIPO PIN ESPIGA RECTA PARA CRUCETA O MENSULA			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de fabricación y pruebas		ANSI C 135.17
4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C
5	Material de fabricación		Acero forjado
6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100
7	Dimensiones		
	· Longitud total de la espiga	mm	350
	· Longitud sobre cruceta		180
	· Longitud empotramiento		170
	· Diámetro de la cabeza emplomada	mm	35
	· Longitud del maquinado de la cabeza emplomada	mm	50
	· Diámetro de espiga encima de la cruceta o ménsula	mm	25
	· Diámetro de la base	mm	63
	· Carga de prueba a 10 grados de deflexión	Kn	10
	· Tuerca cuadrada	mm	Si
	· Contratuerca	mm	Si
	· Arandela cuadrada plana	mm	57 x 57 x 5 x ϕ 24

**TABLA DE DATOS TECNICOS
ESPIGA RECTA PARA VERTICE DE POSTE**



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
	GRILLETE		
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de fabricación y pruebas		UNE 21-158-90
4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C
5	Material de fabricación		Acero Forjado
6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100
7	Carga de Rotura minima	KN	75
8	Dimensiones		
	Diametro	mm	16
	Longitud	mm	89
	Abertura	mm	25
	Pin	mm	16
	Pasador de Bronce		Si

Descripción de los accesorios

Grapas de anclaje

Serán de acero forjado y galvanizado en caliente tipo pistola, lo más livianas posible, serán del tipo con pernos de sujeción tipo "U" lo más livianas posibles y diseñadas de modo que durante el servicio no exista la posibilidad de pérdidas de pernos debido a la vibración o a otras causas.

TABLA DE DATOS TECNICOS

GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE ALEACION DE ALUMINIO



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	N° de catálogo de fabricante		
4	Norma de fabricación		UNE 21-158-90 / ASTM A 153ZINC
5	Material de fabricación		Aleación de aluminio
6	Carga de Rotura Mínima	kN	71
7	Rango de conductor a utilizar	mm ²	50 - 70
8	Número de pernos	und	3 de 1/2"Ø
9	Material del pasador		Bronce o Acero Inoxidable

TABLA DE DATOS TECNICOS

GRAPA TIPO ANGULO DE ALEACION DE ALUMINIO



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Nº de catalogo de fabricante		
4	Norma de fabricación		UNE 21-158-90 / ASTM A 153ZINC
6	Material de fabricación		Aleación de aluminio
8	Carga de Rotura Mínima	kN	71
9	Rango de conductor a utilizar	mm ²	50 - 70
	Rango de angulo de utilizacion	Grados	30-90
10	Número de pernos	und	3 de 1/2"Ø
11	Material del pasador		Bronce o Acero Inoxidable

Perno ojo

Serán de Acero Forjado y Galvanizado en caliente de las siguientes dimensiones:

TABLA DE DATOS TECNICOS			
PERNO OJO A°G° CON TUERCA, ARANDELA Y CONTRATUERCA			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de fabricación		ANSI C135.4
4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C
5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020
	Norma del acero		SAE AMS5046
6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100
7	Tipo de tuercas		Cuadradas
8	Tipo de contratuercas		Cuadradas de doble concavidad
9	Dimensiones		
	Diámetro	pulg (mm)	5/8 (16)
	Longitud	pulg (mm)	10 (254) - 12 (305)
	Roscado	(mm)	152
	Carga Rotura Mínima	(kN)	55

Arandela cuadrada curva y plana

Serán de Acero Forjado y Galvanizado en caliente, de 57 mm (2 ¼") de lado x 5 mm (3/16") de espesor, con agujero central de 18 mm (11/16") de diámetro.

Carga de rotura de 41 kN

TABLA DE DATOS TECNICOS
ARANDELA CUADRADA CURVADA



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	N° de catálogo de fabricante		
4	Norma de fabricación		ASTM F436M
5	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C
6	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020
	Norma del acero		SAE AMS5046
7	Espesor mínimo del galvanizado	um	100
8	Dimensiones		
	Lado (L)	pulg (mm)	2 1/4 (57)
	Espesor (E)	pulg (mm)	3/16 (5)
	Diámetro Hueco (ØD)	pulg (mm)	11/16 (18)
	Carga Rotura Mínima a Esfuerzo Cortante	(kN)	41

Perno doble armado

Serán fabricadas de acero y tendrán las dimensiones siguientes:

Perno doble armado de 5/8"Ø x 12", 14" 18" y 20" largo. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 41 kN.

Estos se utilizarán en la punta de los bastidores para asegurar los perfiles y las riostras en los armados especiales.

Para evitar que se produzcan movimientos de rotación o traslación en las crucetas y ménsulas después de su instalación, se utilizarán pernos doble armado de acero forjado y galvanizado de 19 mm (3/4") de diámetro x 508 mm (20") de longitud, con un roscado de 508 mm (20") y una carga de rotura de 77 kN con tuerca cuadrada y contratuerca.

TABLA DE DATOS TECNICOS ACCESORIOS PARA POSTES PERNO DOBLE ARMADO			
2	4	UND.	CONTRATUERCA CUADRADA DE DOBLE CONCAVIDAD
1	4	UND.	TUERCA CUADRADA
ITEM	CANT.	UND.	DESCRIPCION
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.1	País de procedencia		
1.2	Fabricante		
1.3	Norma de fabricación y pruebas		IEEE 135.1
1.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C
1.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020
	Norma del acero		SAE AMS5046
1.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100
1.7	Tipo de tuercas		Cuadradas
1.8	Tipo de contratuercas		Cuadradas de doble concavidad
1.9	Dimensiones		
	Diámetro (ØD)	pulg (mm)	3/4 (19),5/8(16)
	Longitud (L)	pulg (mm)	20 (508)
	Roscado (R)	mm	20 (508)
	Carga Rotura	kN	77

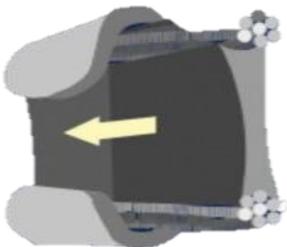
Plancha de cobre tipo "J"

Tipo "J", se utilizará para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores cuando se utilicen postes, ménsulas y crucetas de concreto

MATERIALES DE PUESTA A TIERRA			
PLANCHA CU TIPO "J"			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de Procedencia		
2	Fabricante		
3	N° Catálogo / Serie		
4	Material		Cobre Electrolítico
5	Dimensiones		
	Largo	mm	94
	Ancho	mm	40
	Espesor	mm	3
6	Diámetro del agujero	mm	20

Conectores Ampact

Para el conexionado de derivaciones y empalmes en cuellos muertos y vanos flojos, se utilizarán conectores de derivación AMPACT, para las secciones que permitan la adecuada unión que se desea efectuar, de 35-120 y 185 mm² sección de conductores. Al/ Al, Al/Cu, Cu/C

TABLA DE DATOS TECNICOS ACCESORIOS DEL CONDUCTOR CONECTOR TIPO CUÑA AL/AL; AL/CU CONEXIONES DESNUDAS			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de Procedencia	-----	
2	Fabricante	-----	
3	Norma de Fabricación, última revisión		ANSI C 119.4
4	Modelo	-----	
5	N° de Catálogo	-----	
6	Tipo de conductor		Desnudo
7	Para unión de conductores		Al/Al, AL/Cu, Cu/ Cu
8	Propiedad bimetálica	-----	Si
9	Construcción		Cuerpo en forma de "C" y componente cuña
10	Clasificación Eléctrica según ANSI C119-4		Clase AA
11	Clasificación Mecánica según ANSI C119-4		Clase 3
12	Diámetro conductor Principal	mm2	10,25,35,50,70,95,120
13	Diámetro conductor Derivado	mm2	10,25,35,50,70,95,120
14	Certificaciones Internacionales de Calidad ISO 9000		Si

Varilla simple de armar

Se utilizarán varillas de armar preformadas de Al-Al para la protección del conductor de Aleación de Aluminio 50-120 y 185 mm² en el aislador tipo pín.

TABLA DE DATOS TECNICOS			
VARILLA DE ARMAR SIMPLE			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	Fabricante		
2	Número Catalogo de Fabricante		
3	Material		Aleación Aluminio
4	Dimensiones	mm	
5	Sección del conductor a aplicarse	mm ²	25 a 120
6	Número de Alambres		
7	Masa por Unidad	kg	

Cinta plana de armar

Será de Aluminio grado 1345, con un espesor de 1.3 mm, 7.6 mm, se utilizarán para la protección del conductor de Aleación de Aluminio en la grapa de anclaje.

TABLA DE DATOS TECNICOS			
CINTA PLANA DE ARMAR			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
	CINTA PLANA DE ARMAR		
1	Fabricante		
2	Número Catalogo de Fabricante		
3	Material		Aluminio, Gdo 1345
4	Dimensiones	mm	
5	Sección del conductor a aplicarse	mm ²	25 -120
6	Número de Alambres		
7	Masa por Unidad	kg	

Cinta tipo Band-It

Para asegurar el conductor de Cu y bajadas de líneas a tierra como también las retenidas brazos de contrapunta, con el poste de C.A.C., se utilizará cinta metálica tipo Band-It de 3/4" de ancho x 1/16" de espesor, asegurado y ajustado con sus respectivas hebillas de acero, mediante enzuncha dora especial para estos fines.

TABLA DE DATOS TECNICOS			
FLEJE DE ACERO INOXIDABLE			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	Fabricante		
2	Procedencia		
3	N° de catalogo / Serie		
4	Material		Acero Inoxidable N° Magnetico
5	Tipo de acero		AISI 201 o 306
6	Acabado		Liso y sin bordes cortantes
7	Dimensiones		
	Ancho	mm	19
	Espesor	mm	0.8
8	Maximo esfuerzo de traccion	Kg	1000

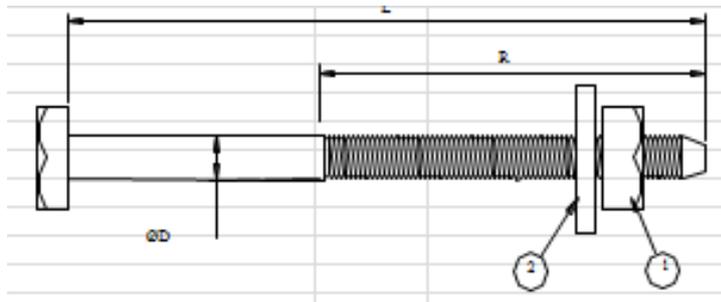
TABLA DE DATOS TECNICOS
HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
	HEBILLA		
1	Fabricante		
2	Procedencia		
3	N° de catalogo / Serie		
4	Material		Acero Inoxidable N° Magnetico
5	Tipo de acero		AISI 201 o 306
6	Acabado		Liso y sin bordes
7	Dimensiones		
	- Ancho de ranula de hebilla	mm	>10 (Para fleje de acero de 19 mm de ancho)

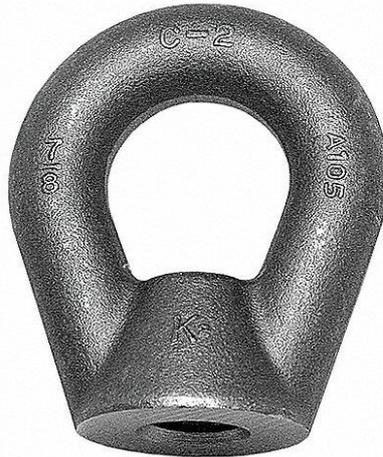
**TABLA DE DATOS TECNICOS
PERNO DE A°G° CON TUERCA Y CONTRATUERCA**

Item	Diámetro (ØD) pulg (mm)	Longitud (L) (mm)	Roscado (R) (mm)	Carga Rotura Mínima (kN)
01	5/8 (16)	254	152	55
02	5/8 (16)	305	152	55
03	5/8 (16)	356	152	55
04	5/8 (16)	508	152	55



ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
2	Fabricante		
3	País de procedencia		
4	Norma de fabricacion y prueba		IEEE 135.1
5	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C
6	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020
7	Norma del acero		SAE AMS5046
8	Espesor mínimo del galvanizado	um	100
9	Tipo de tuercas		Cuadradas de doble concauidad
10	Forma de la cabeza del perno		Cuadrada
11	Dimensiones		Ver tabla y diseño adjunto

**TABLA DE DATOS TECNICOS
TUERCA OJO**



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de fabricación		ANSI C135.4
4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C
5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020
	Norma del acero		SAE AMS5046
6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100
7	Dimensiones		
	Diámetro	pulg (mm)	5/8 (16)
	Espesor	(mm)	13
	Longitud	(mm)	44.4
	Roscado	(mm)	19
	Carga Rotura Mínima	(kN)	55

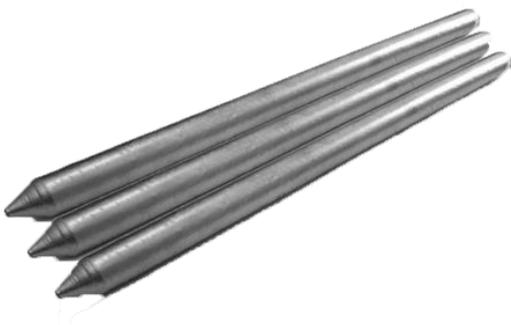
8.0 MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA

Alcance.

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de materiales para la puesta a tierra de las estructuras que se utilizarán en líneas y redes primarias.

Electrodo cooperweld

Será una varilla de acero recubierta con una capa de cobre electrolítico mediante un proceso de soldadura atómica COPERWELD; estará diseñado para evitar robos tal como se detalla en la lámina, el electrodo deberá ser roscado con tuerca y arandela de bronce como protección antirrobo.

TABLA DE DATOS TECNICOS			
MATERIALES DE PUESTA A TIERRA			
ELECTRODO COPERWELD			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de Procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de Fabricación		NBR 13571
4	Material		Acero Recubierto con cobre
5	Proceso de Fabricación		Electrodeposición
6	Diámetro	mm	16
7	Longitud	m.	2.4
8	Espesor mínimo de capa de cobre	mm	0.254
9	Accesorios anti robo		Arandela Cuadrada de 6"x6"x1/4" de F°G° - Anillo de presion de bronce de 1"x1 1/2" øext.x 3/4"øint. y Perno de bronce de 3/8"øx3/4" de largo para ajuste de electrodo

Conector electrodo - Conductor

De conexión, tipo Anderson Electric; para conectar adecuadamente el electrodo de toma de tierra de 16 mm (5/8") Ø + el conductor de Cu de puesta de tierra de 35 mm².

TABLA DE DATOS TECNICOS MATERIALES DE PUESTA A TIERRA CONECTOR ELECTRODO - CONDUCTOR			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de Procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de Fabricación		NBR 13571
4	Material Bronce		Aleación de cobre
5	Material prisionero		Bronce al silicio tipo Durium
7	Sección del Conductor	mm ²	35
6	Diámetro del Electrodo	mm	16

TABLA DE DATOS TECNICOS MATERIALES DE PUESTA A TIERRA BENTONITA			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de Procedencia		
2	Fabricante		
3	Nombre del producto		
4	Norma		NTP 370.052 / CNE-SUMINISTRO
5	Tratamiento químico		
	Componentes		bentonita sódica
	PH		neutro
	Propiedad		Buena absorción y retención de la humedad

Caja de registro de puesta a tierra.

Se colocará una caja de concreto armado, de dimensiones de 396 mm \varnothing x 300 x 53 mm de espesor, y se adosará una tapa de 340 mm \varnothing x 40 mm de espesor la cual protegerá el pozo a tierra; se tendrá cuidado de colocarle una asa de A°G°, para manipulación de la tapa, con un radio de abertura para tapa de 30 mm

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS
CAJA DE CONCRETO PARA PUESTA A TIERRA**



ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de Procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma		NTP 334.081
4	Materiales		Según numeral 4.1 de NTP 334.081
5	Fabricación		Según numeral 4.2 de NTP 334.081
6	Requisitos de acabado		Según numeral 5.1 de NTP 334.081
7	Resistencia del concreto		Según numeral 5.3 de NTP 334.081
8	Dimensiones:		
	Diámetro exterior	mm	396 \pm 2
	Espesor de la pared	mm	53 \pm 2
	Altura total	mm	300 \pm 2
	Radio de abertura para tapa	mm	173
	Diámetro de abertura para paso del conductor	mm	30
9	Rotulado		Si

ACCESORIOS METALICOS PARA RETENIDAS

Descripción de los accesorios

Varilla de anclaje

Será fabricado de Acero forjado y galvanizado en caliente. Estará provisto de un ojal-guardacabo forjado de una vía en un extremo, y será roscada en el otro.

Sus características principales son:

TABLA DE DATOS TECNICOS MATERIALES PARA RETENIDAS VARILLA DE ANCLAJE CON GUARDACABO ACERO GALVANIZADO CON TUERCA Y ARANDELA			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de fabricación y pruebas		IEEE C135.2
4	Material de fabricación de la varilla		Acero laminado en caliente
5	Requisitos del roscado de la varilla		
	Ejecución		Previo al galvanizado.
	Dirección		Concéntrica a los ejes de la varilla.
	Después del galvanizado		Permitirá que la tuerca recorra toda la longitud roscada sin el uso de herramientas.
6	Requisitos de acabado de la varilla		
	De la superficie exterior		Libre de bordes afilados, vetas, escamas, porosidades y rajaduras.
	De la superficie interior del ojo		Lisa y libre de protuberancias
7	Características de las tuercas		
	Material de fabricación		Acero laminado en caliente
	Forma		Cuadradas
	Norma de fabricación y pruebas		ANSI B 18.2.2
8	Características de las arandelas		
	Forma		Circular
	Norma de fabricación		ASTM F436M
9	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C
10	Espesor mínimo del galvanizado	μm	100
11	Marcado de la varilla (MF)		Símbolo del fabricante y longitud de la varilla, en lugar cercano al ojo de la varilla.
12	Dimensiones		
	Diámetro	pulg (mm)	5/8 (16)
	Longitud	pie (m)	8 (2.40)
	Roscado	pulg (mm)	3 1/2 (89)
	Carga de rotura mínima	KN	71

Mordaza preformada

La mordaza preformada será de acero Galvanizado y adecuado para el cable de acero grado SIEMENS-MARTIN O ALTA RESISTENCIA de 10 mm (3/8") de diámetro, para una carga de rotura de 30.915 kN.

TABLA DE DATOS TECNICOS MATERIALES PARA RETENIDAS AMARRE PREFORMADO DE ACERO GALVANIZADO PAR CABLE 3/8"Ø			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALORREQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Normas		ASTM A 475
4	Material		Acero galvanizado grado Siemens Martín
5	Sentido del cableado		Mano izquierda
6	Diámetro nominal	Pulg (mm)	3/8 (9.52)
7	Número de alambres del amarre	N°	7
8	Diámetro nominal de los alambres componentes	Pulg (mm)	0.12 (3.05)
9	Variación permisible del diámetro de los alambres de los amarres de acero galvanizado	± Pulg (mm)	± 0.004 (± 0.10)
10	Clase de Galvanizado de los alambres de acero		Clase C
11	Diámetro del cable a amarrar	Pulg	3/8"
12	Grado del acero galvanizado		Siemens Martin
13	Longitud mínima (L)	mm	890
14	Carga de rotura	KN	30.915
ARANDELA CUADRADA CURVA			
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Norma de fabricación		ASTM F436M
4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C
5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020
	Norma del acero		SAE AMS5046
6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100
7	Dimensiones		
	Lado	pulg (mm)	2 1/4 (57)
	Espesor	pulg (mm)	3/16 (5)
	Diámetro del hueco	pulg (mm)	11/16 (18)
	Carga de rotura mínima a esfuerzo cortante	KN	41

Bloque de anclaje

Será de concreto armado de 0,50 x 0,50 x 0,20 m fabricado con malla de acero corrugado de 13 mm de diámetro. Tendrá agujero central de 25 mm de diámetro.

TABLA DE DATOS TECNICOS MATERIALES PARA RETENIDAS BLOQUES DE CONCRETO ARMADO			
			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de Procedencia		
2	Fabricante		
3	Proceso de fabricación		NTP 339.027 en lo aplicable
4	Armadura		NTP 341.031
5	Mínima resistencia a la flexión	kN	40
6	Recubrimiento mínimo de la armadura	mm	25
7	Dimensiones		
	A	mm	500
	B	mm	500
	H	mm	200
	Diámetro del agujero (ØD)	mm	25
	C (mínimo)	mm	100
	E (mínimo)	mm	50
8	Rotulado		Bajo relieve, según lámina de detalle

Canaleta guara cable de acero galvanizado

Serán de plancha de acero galvanizado y moldeado en caliente, de 2 mm (1/16") de espesor x 2400 mm de longitud; incluye elementos de ajuste de 1/2" x 30 mm. Como sistema de protección antirrobo deberá llevar un aseguramiento superior e inferior y deberá ser soldada y asegurada después del monta.

**TABLA DE DATOS TECNICOS
MATERIALES PARA RETENIDAS
CANALETA GUARDACABLE DE ACERO GALVANIZADO.**



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
3	Norma de fabricación y pruebas		
4	Material de fabricación		Acero SAE 1020
5	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C
6	Espesor mínimo del galvanizado	µm	100
7	Dimensiones	□	
	Longitud	mm	2400
	Espesor	pulg (mm)	1/16" (2)
	Dimensión del perno	pulg (mm)	1/2" x 30 mm
	A minimo	mm	82
	B minimo	mm	31.5
	C minimo	mm	24
	P minimo	mm	59
	S minimo	mm	100
8	Protección		La canaleta deberá ser asegurada de tal forma que se evite su robo.

**TABLA DE DATOS TECNICOS
MATERIALES PARA RETENIDAS
CABLE DE ACERO 3/8" (9.52mm), 7 HILOS, GRADO SIEMENS-MARTIN**



ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	País de procedencia		
2	Fabricante		
3	Normas		ASTM A 475
4	Material		Acero galvanizado
5	Sentido del cableado		Mano Izquierda
6	Paso maximo de cableado (En función a la cantidad de veces el diametro nominal)		16
7	Diámetro nominal	in (mm)	3/8 (9.52)
8	Número de alambres	N°	7
9	Diámetro nominal de los alambres componentes	in (mm)	0.120 (3.05)
10	Peso aproximado del cable	lb/1000ft (kg/304.80m)	273 124
11	Variación permisible del diámetro de los alambres de los cables de acero galvanizado	± in (mm)	± 0.004 (± 0.10)
12	Clase de Galvanizado de los alambres de acero		Clase A
13	Grado		Siemens-Martin
14	Elongación en 24 pulg. (610 mm)	%	8
15	Carga de rotura	KN	30.915

PARÁMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO

FALLAS EN TRAMOS

Número de Interrupciones Promedio al Año:

Número de Interrupciones Registradas en el Año 2012:

Número de Interrupciones Registradas en el Año 2016:

N°	TRAMO DEL ALIMENTADOR				TASA DE FALLA (2012)	TASA DE FALLA (2016)
	Area	Nodo Inicio	Nodo Final	Longitud (km)		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						




Diego Enrique Obregón Gálvez
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. 165114

Firma del experto

Punto de Carga	Tasa de falla (int/falla)	Duración de la falla (hr/int)	Tasa (hr / año)	N° Consumidores	Potencia (kVA)	Costo por Pérdida de Energía (S/.)
A						
A						
B						
C						
A						
C						
B						
C						
B						
A						
A						
B						




 Diego Enrique Obregón Gálvez
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 145114

Firma del Experto

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENCUESTA

OBJETIVO.- Recolectar información relacionada en el rediseño del alimentador 212 Secho – Monsefú para mejorar el servicio eléctrico Monsefú.

ITEMS

1. ¿Cómo se realizara el rediseño del alimentador 212 Secho-Monsefú?

- a)
- b)
- c)
- d)

2. ¿Es eficiente la calidad de servicio en la localidad?

- a) Si
- b) NO

3. ¿Cuántas interrupciones se generan al año en el alimentador?

- a)
- b)
- c)

4. ¿Qué tipo de fallas se presentan al año en el alimentador?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)

5. ¿Con este rediseño se mejorara la calidad de servicios eléctrico?

- a) Si
- b) No

¿Porqué?.....
.....
.....
.....

6. ¿Conocen la norma técnica de calidad de servicio?

- a) Si
- b) No

7. ¿Tienen establecidos los procedimientos para realizar el rediseño del alimentador?
- a) Si
 - b) No
8. Cuando se realice el rediseño, ¿consideran las normas técnicas de acuerdo a la norma nacional?
- a) Si
 - b) No
9. ¿La red existente del alimentador que tiempo de antigüedad tiene?
- a) 0 – 2 años
 - b) 3 – 4 años
 - c) 5 – 6 años
 - d) 7 más años
10. ¿Cuántas estructuras tiene ese tramo que se va a rediseñar?
- a) 01 – 200 unidades
 - b) 201 – 400 unidades
 - c) 401 – 500 unidades
 - d) 501 – 600 unidades
 - e) 601 a más




Diego Enrique Obregón Gálvez
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. 165114

Firma del Experto

UU. NN: CHICLAYO

AMT: C-212 SECHO - MONSEFU

Hora Inicio: 06:00 am

Hora fin: 18:30 pm

Tramo	Nº Poles	Poles				Accesorios				Aisladores			Referencias			Conductor						Cabezas Terminales MT		Observaciones								
		CAC				CAV				Cantidad (Unidad)			Estado			Estado						Cantid ad	Ecla do									
		13/300	13/400	13/600	16/400	R	M	Crucelec	Mensulac	R	M	Pin 68-2	Pin Polim.	Susp. Polim.	R	M	Simples	R	M	CU	AL				m	Calibre	B	R	M	NKY	E	
AMT C-212	T-02			1		X							3	X		2		X			X	86.97	3*165	X			3	X				
AMT C-212	T-03				1	X							3	X		1	X				X	86.97	3*165	X								
AMT C-212	T-04				1		X	1	1	X			3	X						X		142	3-165	X								
AMT C-212	T-05				1	X		1	1	X			7	X						X		131.78	3*165	X								
AMT C-212	T-06				1	X		1	1	X			3	X						X		128.81	3*165	X								
AMT C-212	T-07				1	X		1	1	X			3	X						X		132.97	3*165	X								
AMT C-212	T-08				1	X		1	1	X			6	X		4	X			X		138.57	3*165	X								
AMT C-212	T-09				1	X		1	1	X			3	X						X		140.48	3*165	X								
AMT C-212	T-10				1	X		1	1	X			3	X						X		139.61	3*165	X								
AMT C-212	T-11				1		X	1	1	X			3	X						X		141.32	3*165	X								
AMT C-212	T-12				1	X		1	1	X			3	X						X		136.65	3*165	X								
AMT C-212	T-13				1	X		1	1		X		3	X						X		139.61	3*165	X								
AMT C-212	T-15				1	X		3		X			3	10	X	2	X			X		21.1	3*165						Doble torre AMT C-212 y C216			
AMT C-212	T-16				1	X		3		X			6		X	2		X		X		59.57	3*165									
AMT C-212	T-17				1		X	3		X			6	3	X					X		67.07	3*165									
AMT C-212	T-18				1	X		3	3	X			9	6	X	2		X		X		15.8	3*165			X						
AMT C-212	T-19			1		X				X				6	X					X		10.44	3*165			X						
AMT C-212	T-20			1		X		3		X			6		X					X		60.06	3*165			X						
AMT C-212	T-21			1		X		3		X			6		X					X		72.54	3*165			X						
AMT C-212	T-22			1		X		3		X			6		X					X		70.55	3*165			X			Derivación SED Particular			
AMT C-212	T-23			1		X		3		X			6		X					X		75.09	3*165		X							
AMT C-212	T-24			1			X	3			X		6		X					X		64.72	3*165		X							
AMT C-212	T-25			1			X				X		6		X					X		74.83	3*165		X							
AMT C-212	T-26			1			X				X		3	3	X	2	X			X		223.02	3*165		X	6	X					
AMT C-212	T-28			1			X						3		X					X		55.11	3*165		X							
AMT C-212	T-29			1			X						3		X					X		57.07	3*165		X							
AMT C-212	T-30			1			X						3		X					X		60.01	3*165		X							
AMT C-212	T-31			1			X						3		X					X		57.07	3*165		X							
AMT C-212	T-32			1			X						3		X					X		79.07	3*165		X							
AMT C-212	T-33			1			X						3		X					X		79.08	3*165		X							
AMT C-212	T-34			1			X						3		X					X		63.56	3*165		X				Línea de MT con DMS			
AMT C-212	T-35			1				X					3		X					X		40.26	3*165		X				Línea de MT con DMS			
AMT C-212	T-36			1			X						3	3	X							44.66	3*165		X				Derivación			
Total				8		8		1		16	0	0	37	40		0	0	80	74		0	16	0	0	0	2886.2	0	0	0	0	0	0

FORMATO DE INSPECCIONES



FORMATO

INSPECCIÓN LIGERA DE AMT C-212

Código: F1-01-17
 Versión: 22/09/2017
 Página: 1 de 1

UU. NN: CHICLAYO

Hora Inicio: 08:00 am

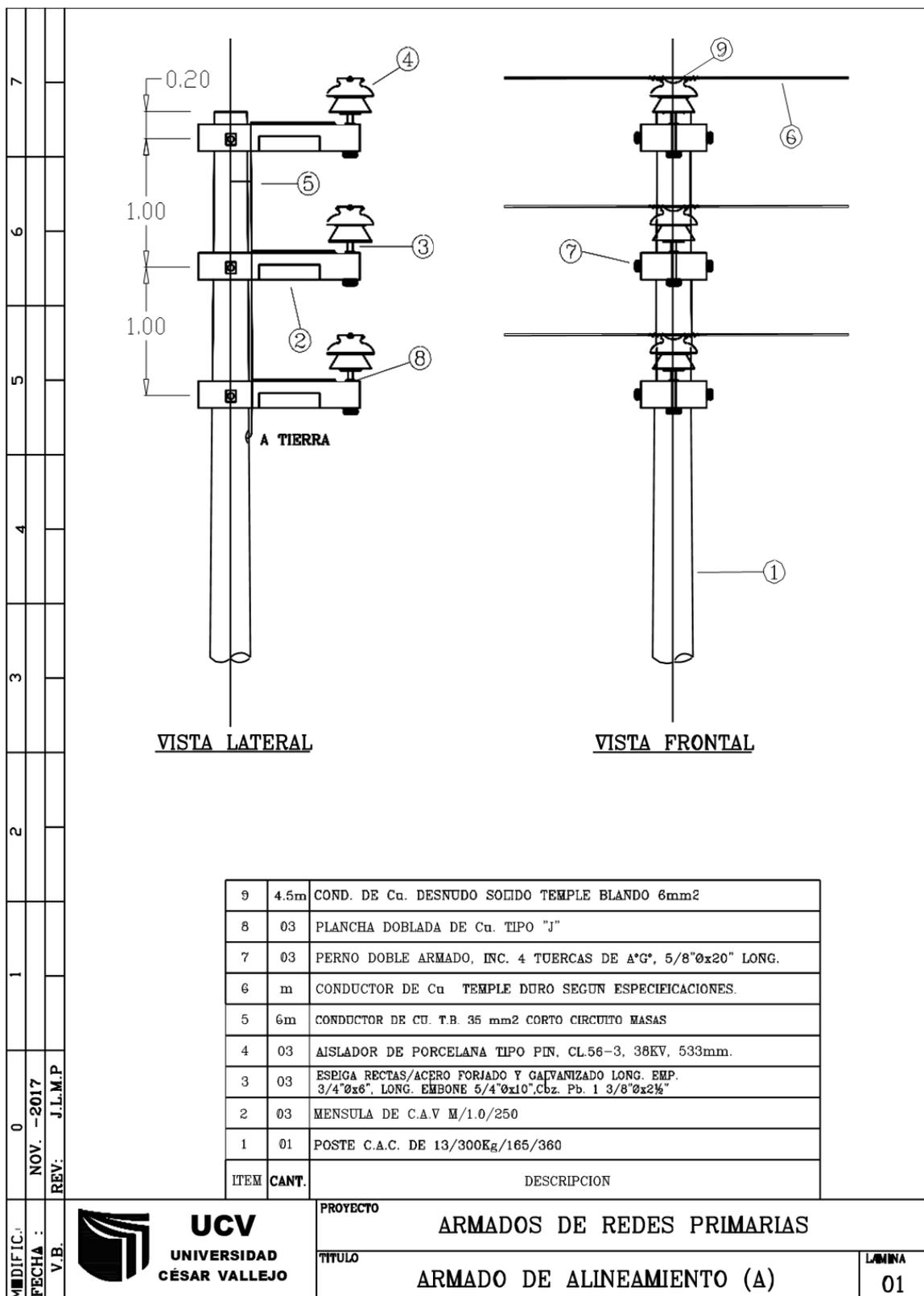
AMT: C-212 SECHO - MONSEFU

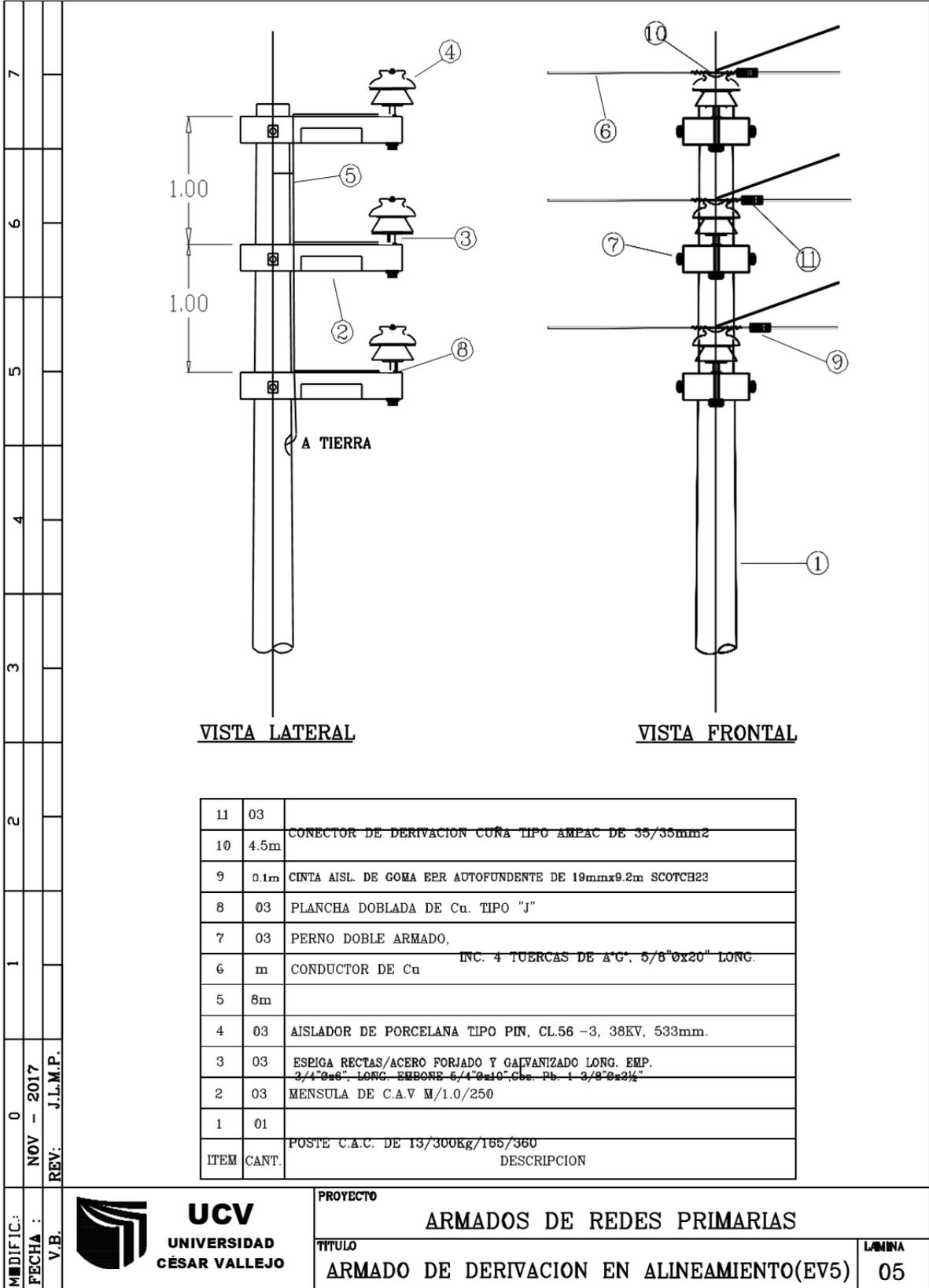
Hora fin: 18:30 pm

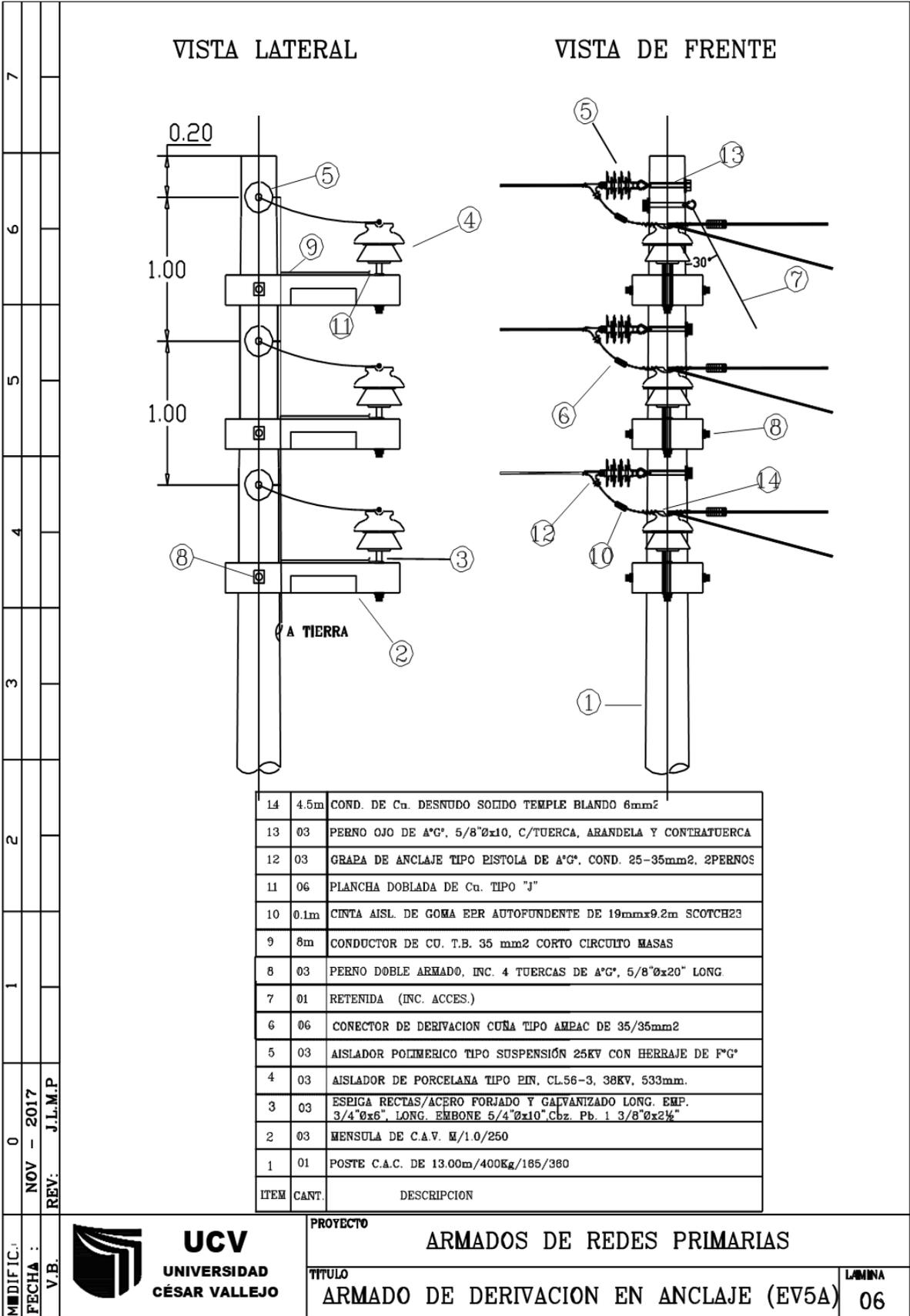
Tramo	Nº Poste	Poste				Accesorios				Aliajadores				Refanidas			Conductor						Cabezas Terminales MT		Observaciones			
		CAC				Estado		CAV		Estado		Cantidad (Unidad)			Estado		Pº Gº		Estado		Estado		Cantid ad	Esta do				
		13/300	13/400	13/600	15/400	R	M	Cruce	Mensul	R	M	Pin 56-2	Pin Polim.	Susp. Polim.	R	M	Simple	R	M	CU	AL	m	Calibre	B		R	M	NKY
AMT C-212	T-37	1				X														X	47.74	3*185	X					
AMT C-212	T-38		1			X							3	3			2			X	190.18	3*185	X			6	X	Derivación a SED Particular
AMT C-212	T-39		1			X							3	3			2			X	55.33	3*185	X					
AMT C-212	T-40		1				X						3							X	52.93	3*185	X					
AMT C-212	T-41		1			X							3							X	56.29	3*185	X					
AMT C-212	T-42		1			X							3							X	56.79	3*185	X					
AMT C-212	T-43		1			X							3	3			2			X	22.83	3*185		X	3	X		
AMT C-212	T-44		1			X							3	3			2			X	69.86	3*185		X				
AMT C-212	T-45		1			X							3							X	21.59	3*185		X				
AMT C-212	T-46	1				X							3	3			2			X	85.12	3*185		X				
AMT C-212	T-47	1				X							3							X	59.92	3*185		X				
AMT C-212	T-48		1			X							3	3			2			X	68.41	3*185		X				
AMT C-212	T-49		1				X						3	3			2			X	61.14	3*185		X				
AMT C-212	T-50		1			X							3				2			X	59.91	3*185		X				
AMT C-212	T-51		1			X							3	3			2			X	60.65	3*185		X				
AMT C-212	T-52	1				X							3							X	60.88	3*185		X				
AMT C-212	T-53	1				X							3	3						X	32.99	3*185		X				Derivación
AMT C-212	T-54	1				X							3							X	60.87	3*185		X				
AMT C-212	T-55	1				X							3							X	60.88	3*185		X				
AMT C-212	T-56	1				X							3							X	65.97	3*185		X				
AMT C-212	T-57	1				X							3							X	57.5	3*185		X				
AMT C-212	T-58		1				X						3	6			2			X	58.94	3*185		X				
AMT C-212	T-59		1			X							3	6			2			X	61.61	3*185		X				
AMT C-212	T-60	1				X							3	3						X	48.34	3*185		X				Derivación a SED
AMT C-212	T-61	1				X							3							X	32.25	3*185		X				
AMT C-212	T-62		1				X						3	3			2			X	234.7	3*185		X	6	X		
AMT C-212	T-63	1				X							3							X	57.77	3*185		X				
Total		12	15	0	0	0	0	0	72	0	0	0	78	45	0	0	24	0	0	0	1801.39	0	0	0	0	0	15	0

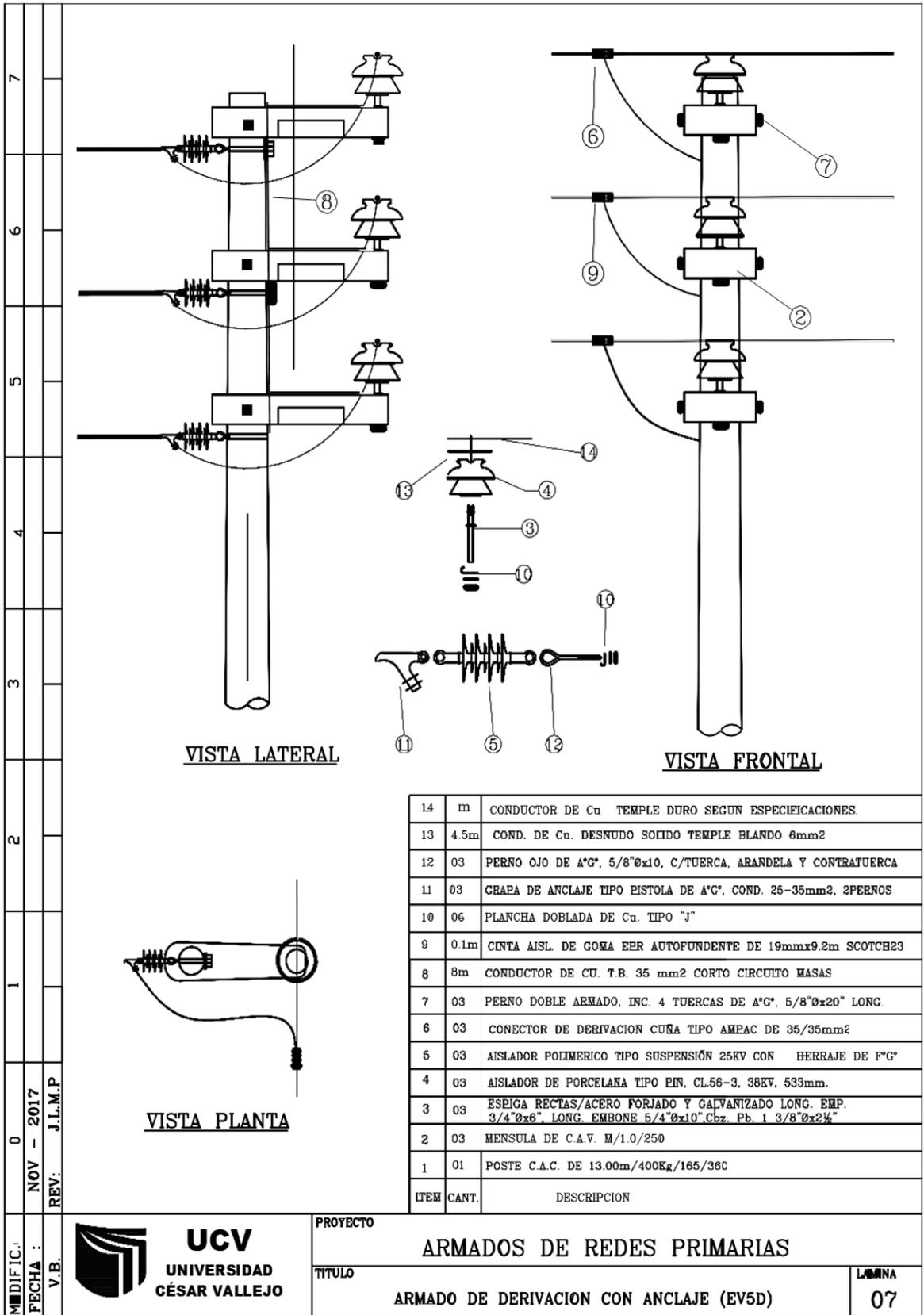
AVEXO IV

ARMADOS DE REDES PRIMARIAS









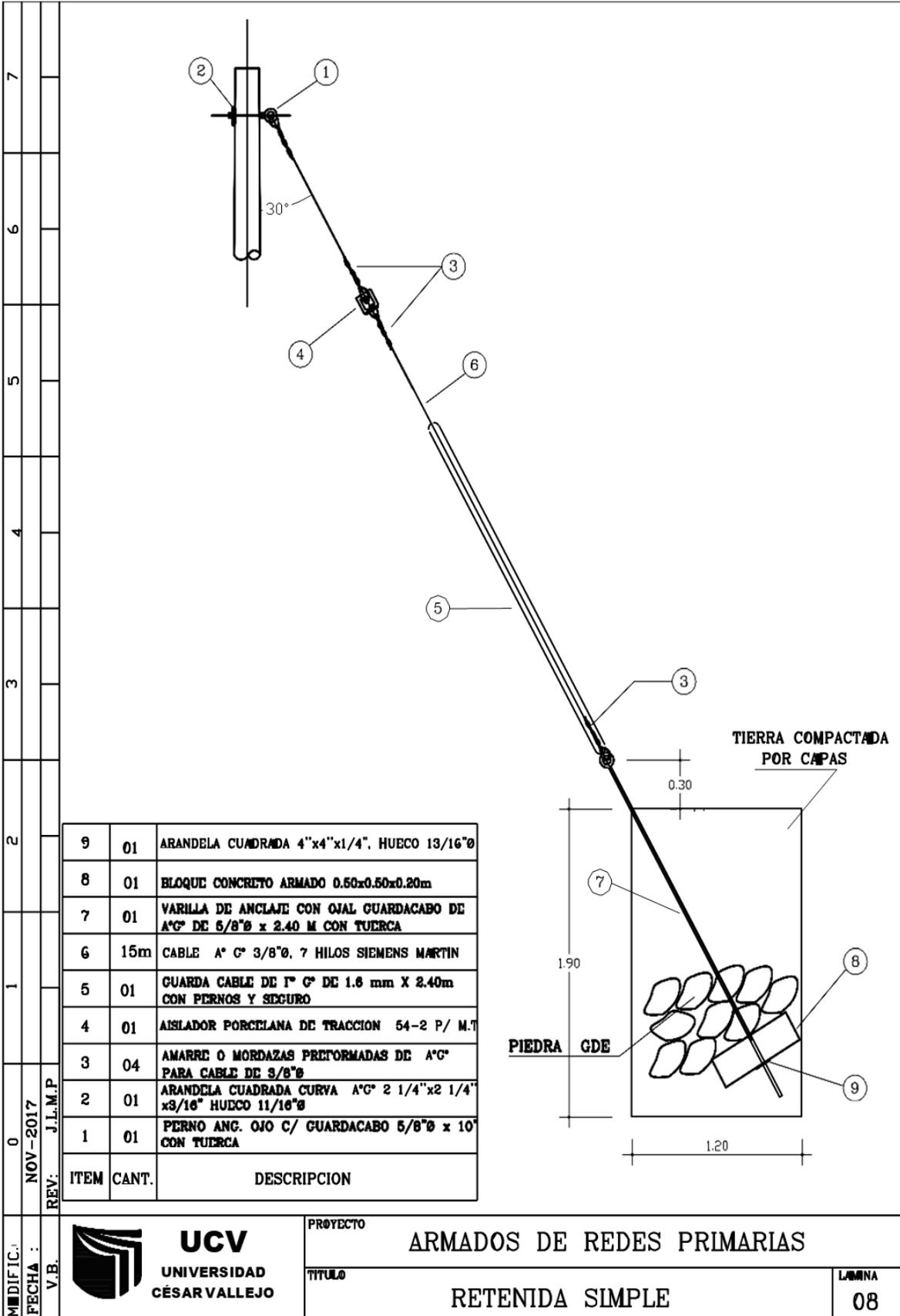
MODIFIC.:
 FECHA : NOV - 2017
 V.B. REV: J.L.M.P.



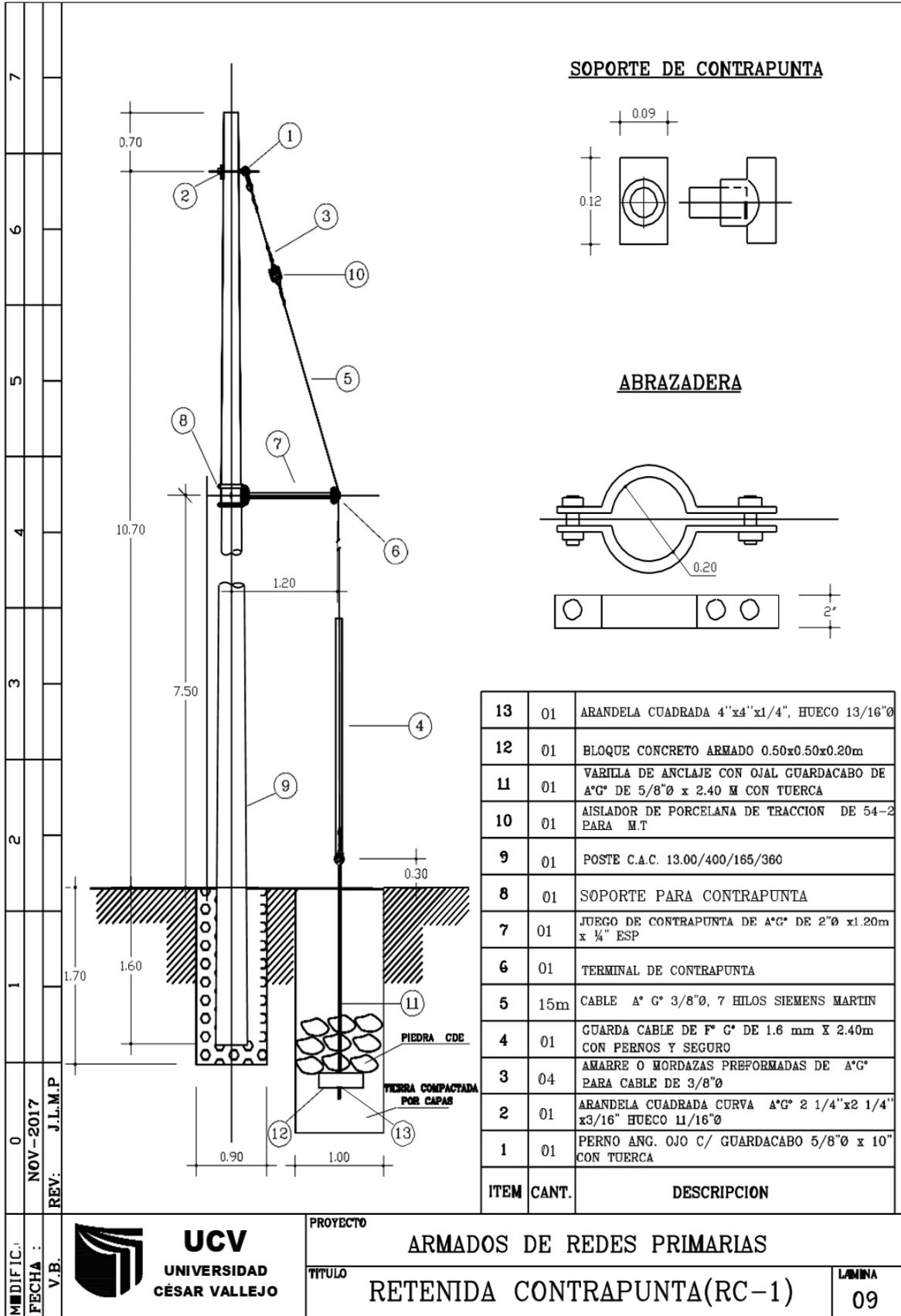
PROYECTO
ARMADOS DE REDES PRIMARIAS

TITULO
ARMADO DE DERIVACION CON ANCLAJE (EV5D)

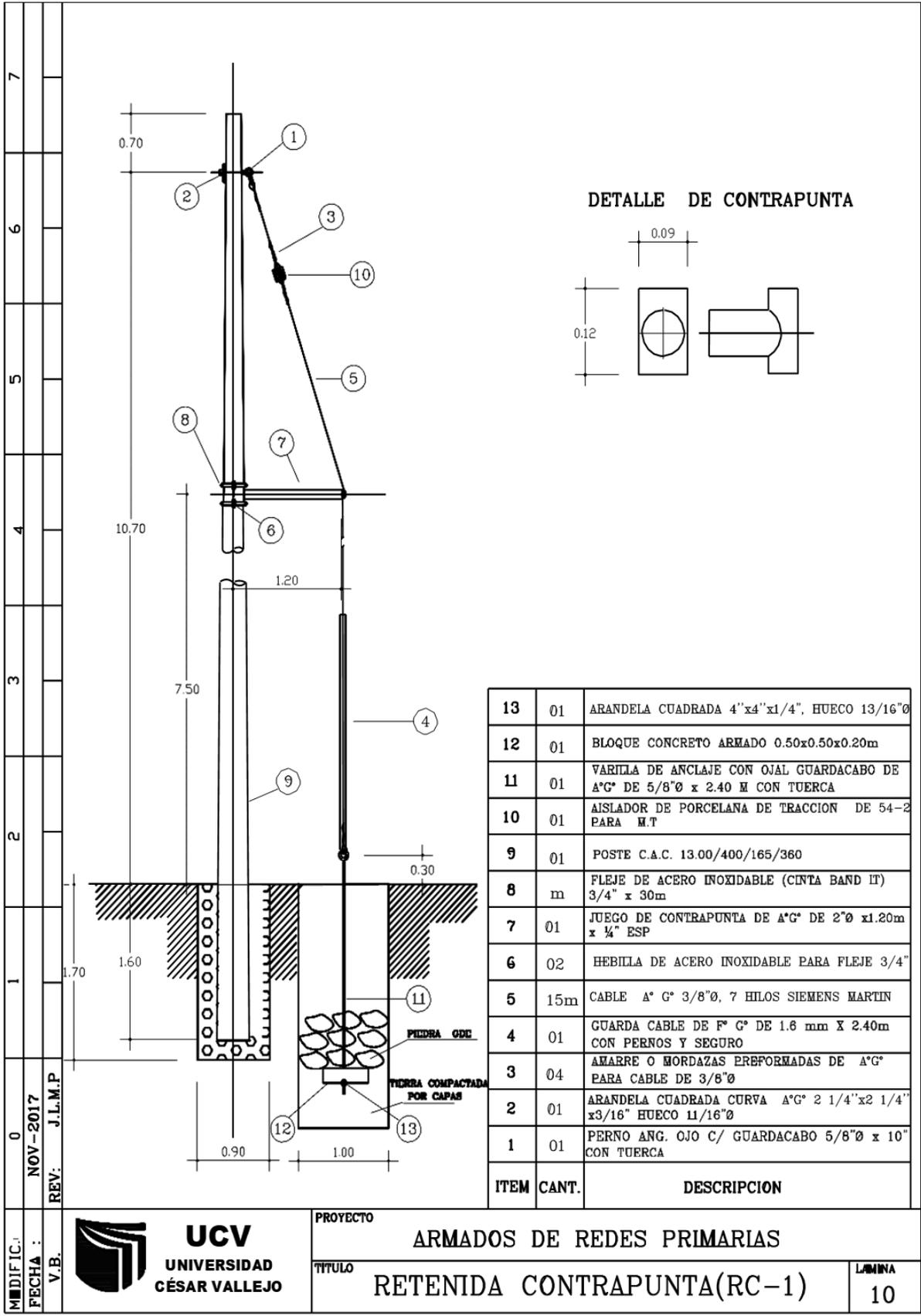
LAMINA
07



ITEM	CANT.	DESCRIPCION
9	01	ARANDELA CUADRADA 4"x4"x1/4", HUECO 13/16"Ø
8	01	BLOQUE CONCRETO ARMADO 0.50x0.50x0.20m
7	01	VARILLA DE ANCLAJE CON OJAL GUARDACABO DE A°C DE 5/8"Ø x 2.40 M CON TUERCA
6	15m	CABLE A° C° 3/8"Ø, 7 HILOS SIEMENS MARTIN
5	01	GUARDA CABLE DE 1° C° DE 1.6 mm X 2.40m CON PERNOS Y SEGURO
4	01	AISLADOR PORCELANA DE TRACCION 54-2 P/ M.T
3	04	AMARRE O MORDAZAS PREFORMADAS DE A°C PARA CABLE DE 3/8"Ø
2	01	ARANDELA CUADRADA CURVA A°C 2 1/4"x2 1/4" x3/16" HUECO 11/16"Ø
1	01	PERNO ANG. OJO C/ GUARDACABO 5/8"Ø x 10" CON TUERCA



13	01	ARANDELA CUADRADA 4"x4"x1/4", HUECO 13/16"Ø
12	01	BLOQUE CONCRETO ARMADO 0.50x0.50x0.20m
11	01	VARILLA DE ANCLAJE CON OJAL GUARDACABO DE A°G° DE 5/8"Ø x 2.40 M CON TUERCA
10	01	AISLADOR DE PORCELANA DE TRACCION DE 54-2 PARA M.T
9	01	POSTE C.A.C. 13.00/400/165/360
8	01	SOPORTE PARA CONTRAPUNTA
7	01	JUEGO DE CONTRAPUNTA DE A°G° DE 2"Ø x1.20m x 1/4" ESP
6	01	TERMINAL DE CONTRAPUNTA
5	15m	CABLE A° G° 3/8"Ø, 7 HILOS SIEMENS MARTIN
4	01	GUARDA CABLE DE F° G° DE 1.6 mm X 2.40m CON PERNOS Y SEGURO
3	04	AMARRE O MORDAZAS PREFORMADAS DE A°G° PARA CABLE DE 3/8"Ø
2	01	ARANDELA CUADRADA CURVA A°G° 2 1/4"x2 1/4" x3/16" HUECO 11/16"Ø
1	01	PERNO ANG. OJO C/ GUARDACABO 5/8"Ø x 10" CON TUERCA
ITEM	CANT.	DESCRIPCION



13	01	ARANDELA CUADRADA 4"x4"x1/4", HUECO 13/16"Ø
12	01	BLOQUE CONCRETO ARMADO 0.50x0.50x0.20m
11	01	VARILLA DE ANCLAJE CON OJAL GUARDACABO DE A°G° DE 5/8"Ø x 2.40 M CON TUERCA
10	01	AISLADOR DE PORCELANA DE TRACCION DE 54-2 PARA M.T
9	01	POSTE C.A.C. 13.00/400/165/360
8	m	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE (CINTA BAND IT) 3/4" x 30m
7	01	JUEGO DE CONTRAPUNTA DE A°G° DE 2"Ø x1.20m x 1/4" ESP
6	02	HEBILLA DE ACERO INOXIDABLE PARA FLEJE 3/4"
5	15m	CABLE A° G° 3/8"Ø, 7 HILOS SIEMENS MARTIN
4	01	GUARDA CABLE DE F° G° DE 1.6 mm X 2.40m CON PERNOS Y SEGURO
3	04	AMARRE O MORDAZAS PREFORMADAS DE A°G° PARA CABLE DE 3/8"Ø
2	01	ARANDELA CUADRADA CURVA A°G° 2 1/4"x2 1/4" x3/16" HUECO 11/16"Ø
1	01	PERNO ANG. OJO C/ GUARDACABO 5/8"Ø x 10" CON TUERCA
ITEM	CANT.	DESCRIPCION

MODIFIC.:
 FECHA : NOV-2017
 V.B. :
 REV: J.L.M.P.

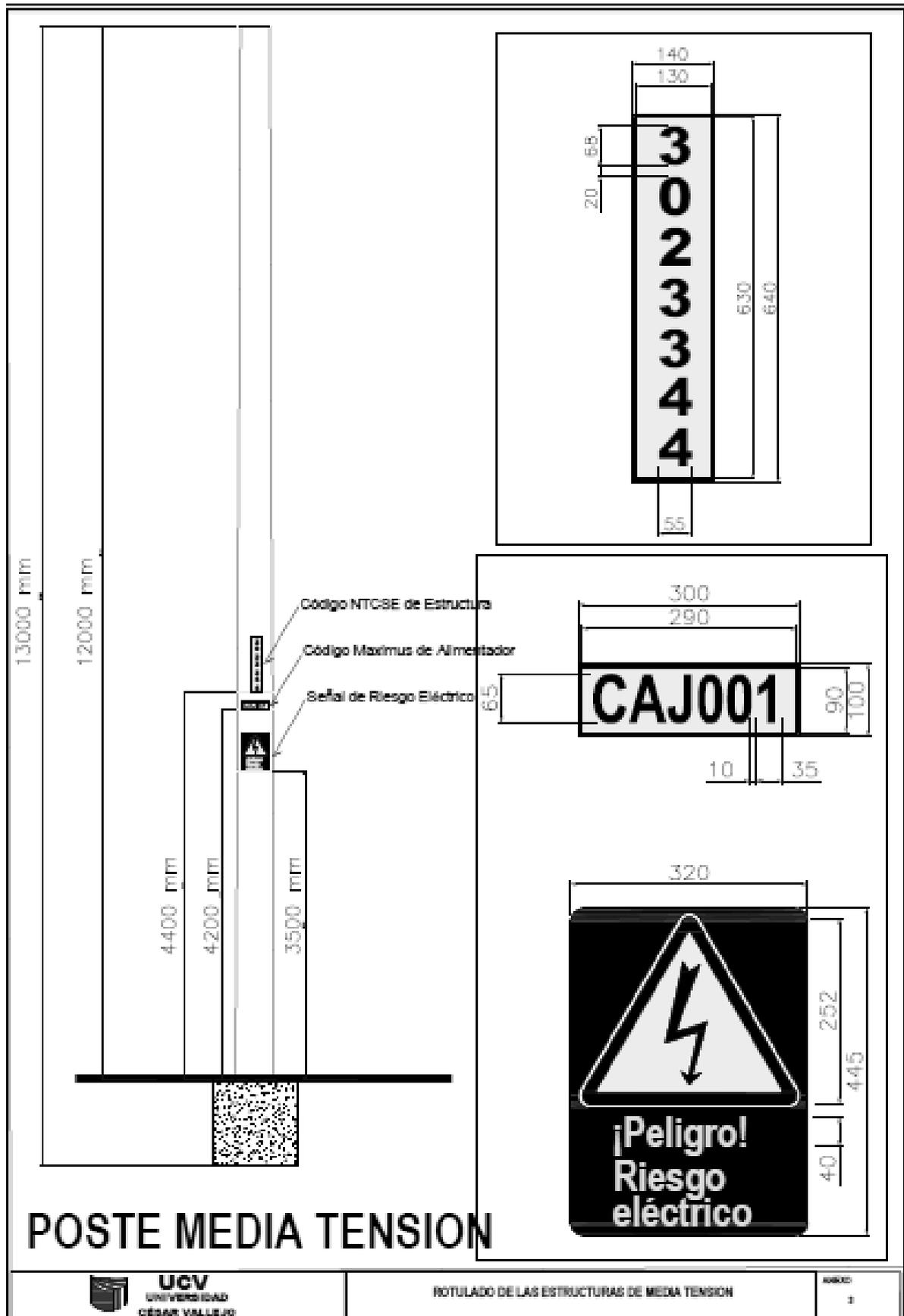
UCV
 UNIVERSIDAD
 CÉSAR VALLEJO

PROYECTO: **ARMADOS DE REDES PRIMARIAS**
 TITULO: **RETENIDA CONTRAPUNTA(RC-1)**
 LAMINA: **10**

POSTE MEDIA TENSION EN DERIVACION O CAMBIO DE SECUENCIA

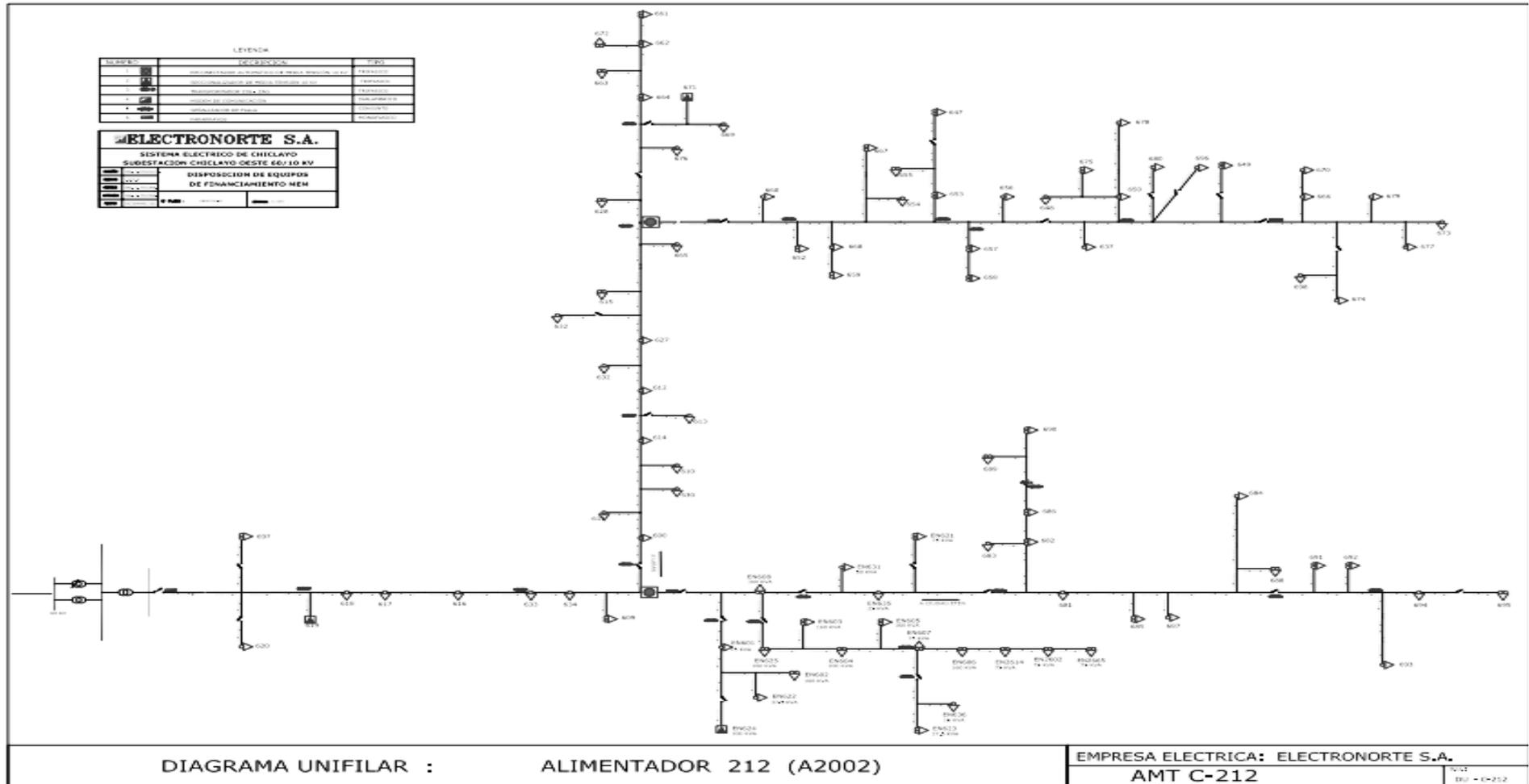


- Identificación de Fases
- Código NTCSE de Estructura
- Código Maximus de Alimentador
- Señal de Riesgo Eléctrico



POSTE MEDIA TENSION

DIAGRAMA UNIFILAR



ANEXO 5 PAPERS



PAPER

Title	FERRORESONANCIA EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN RURAL REPORTE DE CASO
-------	--

Registration Nº: (Abstract)	
-----------------------------	--

Sesión 5: CALIDAD DE SERVICIO Y DEL PRODUCTO TÉCNICO	Perturbaciones no típicas
--	----------------------------------

Authors of the paper				
Name	Institution	Country	e-mail	
di Mauro, Guillermo Fabián	Universidad Nac. Mar del Plata	Argentina	gdimauro@fi.mdp.edu.ar	
Ferreira, Rubén	Universidad Nac. Mar del Plata	Argentina	roferreira@fi.mdp.edu.ar	
Suarez, Juan Antonio	Universidad Nac. Mar del Plata	Argentina	jsuarez@fi.mdp.edu.ar	
Jurado, Alejandro Diego	Universidad Nac. Buenos Aires	Argentina	ajurado@fi.uba.ar	

Key words
Ferroresonancia. Sobretensiones. Distribución Rural. Apertura de Fusibles. Transformadores

ABSTRACT

En este trabajo se presenta y analiza un caso de ferroresonancia ocurrido en un sistema de distribución de energía eléctrica rural. En base a los parámetros de los componentes del circuito se realiza un modelo en el entorno del programa computacional Electromagnetic Transients Program con el fin de evaluar el comportamiento de la red ante distintas maniobras y estados de carga. El análisis de la simulación demuestra que, en ciertas situaciones de operación, se conjugan las condiciones para la existencia del fenómeno, ocasionando las sobretensiones advertidas por el personal técnico y los usuarios del sistema. Considerando los resultados del estudio, se brindan pautas a tener en cuenta para la prevención de la ocurrencia de la ferroresonancia.

Organizan / Organizer



Auspician / Sponsored



1. INTRODUCCIÓN

La normativa que regula la distribución de energía eléctrica en el ámbito de la Pcia. de Buenos Aires, República Argentina (Ley 11769/96), impone condiciones de calidad al suministro bajo el concepto "Calidad de Producto Eléctrico" evaluando, entre otros parámetros, la magnitud de la tensión entregada. Las prestadoras del servicio de distribución son sancionadas de acuerdo al apartamiento de las magnitudes de tensión respecto a los valores de referencia.

Distintas circunstancias en la operación de un sistema de distribución pueden ocasionar magnitudes de tensiones indeseables que, aunque de corta duración, es factible que lleguen a ser perjudiciales tanto para el usuario como para el propio equipamiento de la red.

La ferresonancia, como origen de una sobretensión, se presenta en un sistema de distribución por interacción de las capacidades e inductancias presentes en el circuito. Si bien su aparición está condicionada por las características de la red y simultaneidad de factores, sus consecuencias pueden tener un alto grado de severidad [1].

En este marco, en el presente trabajo se reporta un caso de ferresonancia ocurrido en una línea de distribución rural en media tensión perteneciente a una Cooperativa de Electricidad del sudeste de la Pcia. de Buenos Aires, Rep. Argentina. En el entorno del Electromagnetic Transients Program (EMTP-ATPDraw) se modela el circuito mencionado y se analizan las condiciones que pudieron ocasionar el fenómeno. Los resultados indican la factibilidad de la aparición de sobretensiones, en coincidencia con los reportes de los operadores de la red y relatos de contingencia de los usuarios.

2. FERRESONANCIA EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Dada la presencia de capacidades e inductancias no lineales en un sistema de distribución y la gran variedad de configuraciones de explotación, las condiciones propicias a la ferresonancia son innumerables. En la bibliografía [2-3-4] se identifican los diferentes casos en los que el fenómeno se presenta en redes reales.

En la Figura 1 se presenta una configuración de circuito propicia para la ferresonancia. El mismo consta de un tramo de línea de media tensión que alimenta a un transformador MT/BT-Triángulo/Estrella con neutro rígido a tierra. El fenómeno aparece cuando el transformador, en vacío o con muy poca carga, es alimentado de la red con una o dos fases. Estas circunstancias pueden presentarse después de una falla u operación de algún dispositivo de corte: fusión de uno o dos fusibles, operación de reconectores en forma unipolar, corte de conductores.

Las capacidades involucradas se deben en general a las de las líneas aéreas o cables subterráneos que alimentan al transformador y cuyos arrollamientos primarios están conectados en triángulo, en estrella con neutro aislado o con neutro a tierra. Para el esquema de la Figura 1, el circuito ferresonante se presenta al encontrarse en serie las capacidades a tierra de las fases abiertas, pertenecientes al tramo de línea entre el punto de apertura y el transformador y la inductancia magnetizante de éste último.

La reactancia magnetizante del transformador (X_T) y la reactancia capacitiva (X_C) forman parte de trayectorias circuladas por una misma corriente. Cuando los valores de las reactancias series resultantes (capacitivas e inductivas) alcanza valores similares, la ferresonancia ocurre y pueden aparecer sobretensiones tanto en los bobinados de los transformadores como en las líneas de alimentación, respecto a tierra.

3. REPORTE DE CASO

El área de concesión para la distribución de energía eléctrica de la Cooperativa de Electricidad sobre la cual se reporta el caso está mayormente comprendida por zonas rurales.

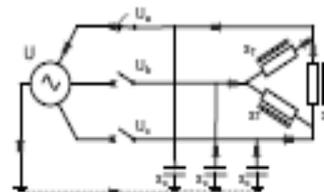


Fig. 1. Circuito con alimentación de una línea con riesgo de ferresonancia.

El sistema de distribución primario en 13,2 kV se realiza a partir de una estación transformadora de 33/13,2 kV mediante líneas trocales trifilares, que puedan alcanzar los 50 km. Los conductores típicos utilizados son de aleación de aluminio 25 a 95 mm² y son transportados en forma aérea en disposición coplanar horizontal. Las cargas son transformadores unipolares, bipolares y trifásicos en conexión triángulo-estrella. Sus potencias van desde los 5 kVA (monofásicos) hasta los 160 kVA (trifásicos), con tensión simple secundaria de 220V. También es común encontrar líneas monofásicas con retorno por tierra (LMRT) que, tras algunos kilómetros de recorrido, alimentan a algún transformador de 5 kVA con tensión secundaria similar a la anterior.

En la Figura 2 se muestra un distribuidor troncal trifásico que alimenta directamente a tres transformadores de 100 kVA del cual parten sendas líneas MRT de las fases 'b' y 'c', similar al sistema donde se han reportado las fallas.

Los reportes sobre los hechos sucedidos indican sobretensiones con daños en equipos de baja tensión alimentados por los transformadores de 5 kVA (T4 y T5) pertenecientes a las líneas MRT. Al mismo tiempo personal técnico de la Cooperativa detectó la actuación de los fusibles (F) de las fases 'b' y 'c' de la línea troncal de 13,2 kV.

Bajo estas circunstancias la Cooperativa decide realizar un estudio del circuito de distribución involucrado, a los efectos de encontrar las causas posibles.

4. ANÁLISIS DE CASO

La simulación y estudio de fenómenos transitorios y de ferrorresonancia ocurridos en sistemas eléctricos de potencia requiere de programas computacionales especializados. El Electromagnetic

Transients Program ofrece, en su entorno gráfico (ATPDraw), un medio apropiado y probado para el análisis de aquellos fenómenos [5].

a) Apertura de dos fusibles

Con la asistencia del programa mencionado, se efectuó la simulación de la apertura de los fusibles (F) de las fases 'b' y 'c' suponiendo que los transformadores se encontraban sin carga. Los resultados se exponen en las figuras siguientes.

La Figura 3 muestra las tensiones respecto a tierra alcanzadas por los conductores 'a', 'b' y 'c' del distribuidor troncal luego de la apertura de los fusibles. Como es de esperar, la fase 'a' permanece con los mismos valores que antes de la apertura, mientras que las fases 'b' y 'c' alcanzan valores picos máximos de hasta 28,1 kV en el transitorio (2,62 p.u. respecto a la tensión de fase pico del sistema) y de 21,5 kV (2 p.u.) en la fase 'b'. Estas tensiones son las que quedan aplicadas a los transformadores monofásicos T4 y T5.

En la misma simulación pudo observarse que los valores picos de las tensiones desarrolladas entre fases de los arrollamientos primarios de los transformadores trifásicos alcanzaron, en régimen estable, valores de 14 kV (fase 'b') lo que representa 0,76 p.u. expresado en valor relativo al pico de la tensión compuesta del sistema. Esta situación implica un régimen de no saturación de los núcleos de los transformadores.

La Figura 4 muestra las formas de onda de tensión del lado de baja tensión de los transformadores monofásicos T4 y T5 alimentados de las fases 'c' y 'b' respectivamente. Siendo prácticamente iguales, el pico máximo de tensión en el transitorio, se alcanza en el T5 con un valor de 855 V (2,6 p.u.). En régimen estable se obtiene un valor 650 V (2 p.u. respecto a la

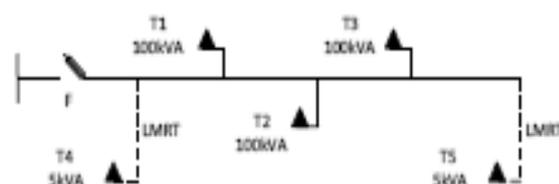


Fig. 2. Esquema unifilar del distribuidor rural radial en estudio

Índices de continuidad en redes de distribución y su mejora

A. Sumper¹, A. Sudria¹, R. Ramirez¹, R. Villafañila¹, Mircea Chindris²

¹ Centro de Innovación Tecnológica en Convertidores Estáticos y Accionamientos
CITCEA, Universidad Politécnica de Cataluña
Av. Diagonal, 647. Pabellón A; 08028 Barcelona (Spain)
Tlf:+34 93 401 67 27, fax:+34 93 401 74 33,
e-mail: sumper@citcea.upc.edu

² Electrical Power System Department
Technical University of Cluj-Napoca
Cluj-Napoca, Romania,
E-mail: Mircea.Chindris@eps.utcluj.ro

Resumen

Este trabajo introduce un concepto nuevo de la calidad de suministro percibida por el cliente y su relación entre ésta y la continuidad de suministro. Después, entra en la definición de los indicadores de la continuidad de suministro. Se expone una comparativa de índices de continuidad a nivel europeo y presenta los factores de influencia, de los cuales se distingue entre los factores intrínsecos y heredados. Al final se presentan las medidas para aumentar la fiabilidad de las redes de distribución.

Palabras clave

Calidad de suministro, Continuidad de suministro, Redes eléctricas de distribución, Calidad de suministro percibida

1. Calidad percibida del suministro

Desde la liberalización de los mercados eléctricos, la electricidad ha pasado de ser un servicio a convertirse en un producto. De este modo el producto electricidad, como cualquier otro producto, tiene que superar unos mínimos criterios de calidad en pro de garantizar la satisfacción al cliente.

El suministro eléctrico tiene como objetivo proporcionar energía a aparatos que prestan al usuario un servicio. La calidad percibida del suministro eléctrico es detectada por el usuario por la falta de los servicios que prestan los aparatos eléctricos. Por otro lado, la percepción de una interrupción depende del tipo del cliente (industrial o doméstico) y de la hora de la interrupción. Entonces, la calidad percibida por el cliente depende de la falta o del

no funcionamiento de los servicios esperados de sus aparatos eléctricos. Esto nos lleva a la conclusión que la calidad de servicio depende de múltiples factores, empezando por la generación de la energía eléctrica hasta la utilización final de la energía eléctrica a nivel doméstico o industrial.

En general las dos principales partes implicadas en la calidad del suministro son, por un lado la *compañía eléctrica*, con el conjunto de la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica, y por el otro lado el *cliente* o consumidor final.

Desde el punto de vista de la compañía eléctrica, la calidad se divide en tres principales componentes:

- *Calidad comercial de la compañía eléctrica:* La calidad comercial engloba la calidad del servicio al cliente, en relación con las diversas transacciones entre cliente y compañía. En este punto podemos diferenciar las transacciones que se realizan antes de establecer el suministro, por ej. el acceso a la red, las conexiones, la potencia que se desea contratar, la instalación del contador, etc. y posteriormente están las transacciones que se generan durante el contrato de suministro como son: la facturación, atención al cliente, lectura de los contadores, etc.
- *Continuidad del suministro:* La continuidad del suministro está cuantificada por el número y la duración de interrupciones del suministro.
- *Calidad de la onda eléctrica:* La calidad de la onda eléctrica se cuantifica por los valores que representan las características técnicas de la alimentación que deben estar en unos límites establecidos. Estos límites se encuentran

definidos en la normativa europea EN 50160 con el título "Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución"

Desde el punto de vista del cliente se encuentran los factores:

- **Fiabilidad de la instalación eléctrica del cliente:** Este es un factor bastante importante, pues de ello depende la fiabilidad total del sistema. La responsabilidad de la distribuidora acaba justo en el punto de acoplamiento común. La fiabilidad de la instalación del cliente puede disminuir debido a la configuración de la instalación eléctrica (componentes que fallan, conexiones incorrectas, maniobras del cliente, etc.) o puede aumentar debido a la redundancia de la instalación, o equipos de alimentación alternativa (SAI) etc.
- **Nivel de la compatibilidad de los aparatos y las máquinas del cliente:** Todos los aparatos eléctricos o máquinas eléctricas instaladas, deben estar insensibilizados ante perturbaciones procedentes de la red y/o tener un cierto nivel de compatibilidad ante dichas perturbaciones. Dicho nivel de compatibilidad depende en muchos casos del diseño y de la robustez del circuito eléctrico del aparato. Por lo tanto, puede haber diferencias importantes en el nivel de compatibilidad entre los diferentes fabricantes para un tipo de aparato. Existen recomendaciones y normas europeas de compatibilidad electromagnética para los diferentes productos.

Cabe destacar que la calidad de onda es el resultado de la interacción entre red eléctrica y carga, por lo tanto depende de ambas.

2. Índices de continuidad

A. Clasificación según UNIPED

En el año 1997 la Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique (Unipede) ha elaborado en el grupo de trabajo DISQUAL recomendaciones en la metodología de evaluar índices de continuidad, con el fin de unificar los criterios de evaluación. A continuación se presentan los resultados de este grupo de trabajo. [1]

Respecto a los efectos de la interrupción del suministro en los consumidores, la fiabilidad de suministro se divide en tres categorías:

- la **frecuencia de la interrupción** media en un año por consumidor, que representa el número de ocasiones al año que ha fallado el suministro por consumidor
- la **indisponibilidad del suministro eléctrico**, que representa el cómputo total de las duraciones de interrupciones a largo de un año por consumidor

- la **duración de la interrupción**, que representa la duración media de una interrupción

Las interrupciones se clasifican según su origen

- **interrupciones programadas** que son necesarias para realizar trabajos de mantenimiento y mejora de las redes de distribución. Los clientes tienen que ser informados con antelación de una interrupción programada, con el procedimiento establecido por la norma. En el caso contrario, se considera la interrupción programada como una interrupción imprevista.
- **interrupciones imprevistas**, que son causadas por fallos permanentes, o transitorios, mayormente originadas por eventos externos, fallos de equipos, fallos humanos etc.

Las interrupciones imprevistas se distinguen de la siguiente manera:

- interrupciones de larga duración con una duración superior de 3 minutos.
- interrupciones de corta duración con una duración de igual o menor de 3 minutos, mayormente causadas por las maniobras automáticas o manuales de reposición después de un fallo.

Metodología para el cálculo de los índices

Existen tres métodos de calcular los índices que cuantifican la continuidad de suministro.

- los efectos de la interrupción están relacionados con el **número de consumidores** interrumpidos
- los efectos de la interrupción están relacionados con la **potencia interrumpida** (instalada o declarada)
- los efectos de la interrupción están relacionados con el **número de subestaciones o transformadores** interrumpidos.

A pesar de que los métodos de cálculo de los índices de continuidad tienen tres conceptos diferentes, el mismo informe de la UNIPED declara que los índices son comparables y se encuentran en el mismo orden de magnitud. En la siguiente tabla se puede ver los valores obtenidos por el cálculo de los índices usando las diferentes metodologías [1].

	Método basado en		
	Clientes	Potencia	Transformadores
Frecuencia de interrupción	1,5	1,58	1,5
Indisponibilidad	0,51	0,44	0,51
Duración de la interrupción	0,34	0,32	0,34

TABLA 1.- Comparativa entre metodologías de cálculo de índices de continuidad

Se puede observar que los métodos basados en clientes y en el número de transformadores son bastante comparables. El método basado en potencia muestra una valoración por debajo del nivel de los índices basados en

clientes con un 8% un 6% y un 14% en la frecuencia de interrupción, indisponibilidad y la duración de la interrupción, respectivamente.

B. IEEE Trial-Use Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices

El Trial-Use Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices [2] define la terminología respecto a los índices de continuidad y la cuantificación de la fiabilidad de los sistemas eléctricos de potencia.

Los conceptos son principalmente los mismos que los de la UNPEDE, con la diferencia de la definición de la interrupción de larga duración, que se define a partir de 5 minutos. Los índices más utilizados y conocidos son SAIFI, SAIDI y CAIDI, que son equivalentes a la frecuencia de interrupción, la indisponibilidad y la duración de interrupción basados en clientes según la UNPEDE.

C. Bases legales de la continuidad de suministro eléctrico en España

El procedimiento de medida y control de la continuidad del suministro eléctrico está definido en [3] y [4].

El objeto de este procedimiento es proponer los criterios y la metodología a seguir para la recogida y tratamiento de los datos de la continuidad del suministro, incluyendo los datos necesarios para la elaboración de los índices de calidad zonal:

- **TIEPI:** Es el tiempo de interrupción equivalente de la potencia instalada en MT.
- **Porcentaje 80 del TIEPI:** Es el valor del TIEPI que no es superado por el 80 por 100 de los municipios del ámbito provincial, dentro de cada tipo de zona.
- **NIEPI:** Es el número de interrupciones equivalente de la potencia instalada en MT.

La clasificación de zonas, establecida en el Real Decreto 1955/2000 a efectos de calidad de suministro, es la siguiente:

- **Zona Urbana:** Conjunto de municipios de una provincia con más de 20.000 suministros, incluyendo capitales de provincia, aunque no lleguen a la cifra anterior.
- **Zona Semiurbana:** Conjunto de municipios de una provincia con un número de suministros comprendido entre 2.000 y 20.000, excluyendo capitales de provincia.
- **Zona Rural Concentrada:** Conjunto de municipios de una provincia con un número de suministros comprendido entre 200 y 2.000.
- **Zona Rural Dispersa:** Conjunto de municipios de un provincia con menos de 200 suministros así como los suministros ubicados fuera de los núcleos de población que no sean polígonos industriales o residenciales.

La siguiente tabla muestra los índices de continuidad más usados internacionalmente.

Basado en	País	Frecuencia de interrupción	Indisponibilidad	Duración de la interrupción
Nº de consumidores	IEEE	SAIFI	SAIDI	CAIDI
	UK	Customer Interruptions (CI)	Customer Minutes Lost (CML)	-
Potencia	IEEE	ASIFI	ASIDI	-
	Tapala, Portugal	TIEPI	NIEPI	-

TABLA II. – Índices de continuidad más usados internacionalmente

3. Continuidad de suministro en Europa

En el ámbito europeo cada país aplica sus propios criterios de evaluación de los índices de continuidad. Existen países, donde el cálculo de los índices hasta ahora no se ha realizado de forma sistemática (Suiza), en otros, la participación de las compañías en el cálculo no es obligatorio (Finlandia), y en terceros deberán existir sistemas de cálculo auditables por externos (Italia, España). Respecto al cálculo, hay diferencias según la base de los índices (clientes, potencia o número de transformadores), el nivel de la tensión, la clasificación según la causa y la zona del suministro. La mayoría de los países distinguen entre interrupciones imprevistas y programadas.

Para poder efectuar comparaciones entre distintos países y zonas es necesario que los índices sean elaborados con los mismos criterios y bajo el control de instituciones no dependientes exclusivamente de las empresas eléctricas. De hecho, actualmente en varios países se consideran los índices de continuidad como datos confidenciales por parte de las empresas y reguladores, aunque existe la tendencia general de publicarlos.

Tabla III compara los valores medios nacionales de la frecuencia de interrupción e indisponibilidad [5], [6] de varios países europeos, mientras Figura 1 muestra los resultados de forma gráfica.

País	Frecuencia de interrupción [1/a]	Indisponibilidad [min/a]
Austria	0,59	35,23
Bélgica	0,90	42,25
Finlandia	4,06	182,67
Francia	1,21	53,33
Alemania	0,27	37,00
Gran Bretaña	0,77	70,09
Irlanda	1,34	235,67
Italia	3,83	202,85
Noruega	2,73	218,00
España	2,98	153,00
Suecia	2,07	99,00
Países Bajos	0,38	27,50

TABLA III. – Comparativa de la continuidad de suministro en varios países europeos, Datos promedios de 1996-2002

La figura 4 muestra la correlación entre TIEPI y longitud de líneas en MT de varias provincias españolas. No se puede demostrar claramente la dependencia del TIEPI con la longitud en MT. Sin embargo, se debería considerar también el grado de seccionamiento y automatización, la tensión nominal de la red y la longitud media de las líneas (*feeders*). Como regla general, se puede considerar que con *feeders* más largos se puede observar índices más elevados.

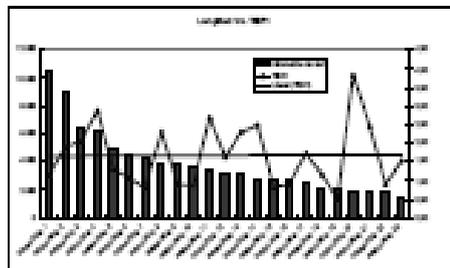


Fig. 4. Correlación entre TIEPI y longitud de líneas en MT de varias provincias españolas.

Finalmente, cabe señalar que los índices de continuidad no son del todo comparables entre regiones, países o compañías eléctricas, aunque se hayan elaborado bajo los mismos criterios. Existe una tendencia de introducir un mecanismo de regulación de la calidad de suministro a través de incentivo y penalización para estimular compañías eléctricas invertir en redes más fiables. En este caso, los reguladores deberían considerar los factores influencia en el cálculo de incentivos [8].

5. Medidas de mejora de la fiabilidad de las redes

Las medidas de mejora de la fiabilidad de redes eléctricas de distribución se pueden resumir en tres grupos:

- la reducción de la tasa de fallos
- la reducción del tiempo de afectación
- la reducción de número de clientes afectados

A. Reducción de la tasa de fallos

La reducción de la frecuencia de las interrupciones se puede conseguir a través del aumento de la fiabilidad del sistema y sus componentes. Dichas medidas aumentan la fiabilidad, reduciendo la tasa de fallos y en consecuencia reduciendo todos los índices de continuidad en global (SAIFI, SAIDI, TIEPI etc.) de la zona. Las medidas a tomar en las instalaciones para reducir la tasa de fallos pueden ser las siguientes:

- Mantenimiento preventivo y monitorización
- Reposición preventiva de componentes que han alcanzado su vida útil
- Cables aislados o semiaislados en líneas aéreas
- Recorte de la vegetación cerca y debajo de las líneas aéreas
- Protecciones contra la invasión de animales en instalaciones

B. La reducción del tiempo de afectación

El tiempo de afectación representa principalmente el tiempo necesario para reestablecer el suministro en la zona afectada por la interrupción. Debido a la configuración de la red, la zona afectada por la falta producida se puede aislar de la parte sana, desconectando la sección de la red que englobe esta zona. Es importante realizar el procedimiento adecuado de maniobra que permita aislar la mínima sección afectada posible. Esta medida no reduce el tiempo de afectación de la sección afectada, pero introduce una mejora substancial en tiempo para las partes de la red no afectadas directamente por la falta, sobre todo, si la operación de la reconfiguración de la red está automatizada. Además, si la reconfiguración se produce en un tiempo menor de tres minutos, la interrupción experimentada por el cliente no se considera una interrupción de larga duración. Estas medidas afectan principalmente a los índices que dependen del tiempo de afectación como SAIDI, TIEPI y CAIDI.

Dicha reducción se puede conseguir actuando sobre las siguientes medidas:

- Automatización de las redes
- Reconfiguración del sistema tras el fallo
- Sistema de localización de fallos
- Reducción del tiempo de respuesta

C. La reducción de número de clientes afectados

Por último, con la reducción de número de clientes o potencia interrumpida por cada falta se puede conseguir la disminución de todo tipo de índices (SAIFI, SAIDI, TIEPI etc.) de la zona y a través de las siguientes medidas:

- reconfiguración permanente de la red
- más elementos de protección
- régimen de puesta a tierra del neutro resonante

Una forma muy eficiente de mejorar los índices de continuidad es la reducción del número de clientes por cada línea, ya que ante una falta en la línea, la interrupción afecta a un número menor de clientes. Si se combina esta medida con una reducción de la longitud de las líneas se puede conseguir una tasa de fallos menor por línea. Las dos medidas se pueden conseguir al aumentar el número de líneas por subestación y aumentar la densidad de subestaciones de AT/MT en una zona.

LOS COMPONENTES ARMÓNICOS DE LA DEMANDA Y SUS EFECTOS SOBRE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICAS

Mario Brugnoni

Grupo Energía y Ambiente (GEA), Depto. de Electrotecnia
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires
Paseo Colón 850, (1063) Capital Federal, ARGENTINA
fax (54-1) 331-0129 Email gea@aleph.fi.uba.ar

RESUMEN

El constante crecimiento de la contaminación armónica plantea nuevos problemas en las redes de distribución eléctrica. Dentro de esta temática se destacan la corrección del factor de potencia y el subdimensionamiento del conductor neutro. En este trabajo se trata de mostrar una forma de encarar el estudio de estos temas.

INTRODUCCIÓN

Hasta hace menos de dos décadas la aparición de armónicos en las redes de distribución se limitaba a la zonas con demanda industrial, donde era posible encontrar cargas con comportamiento lineal tales como hornos de arco y rectificadores. Estas aparecían a menudo enmascaradas por el resto del consumo, constituido por motores eléctricos, hornos de resistencia y alumbrado, este último en gran parte incandescente.

El rápido desarrollo de componentes electrónicos de potencia y el aumento de su confiabilidad han permitido que se incorporen masivamente a las industrias. Estos, junto con las lámparas de descarga gaseosa de alto rendimiento lumínico, colaboran notablemente en el mejoramiento de la eficiencia, pero como contrapartida presentan características fuertemente no lineales.

En los sectores residencial, comercial y público es también notable el aumento de la contaminación armónica en las redes de distribución debido a la cada vez mayor difusión de equipamiento con respuesta no lineal. Las fuentes conmutadas para aparatos de televisión y equipos de computación, los balastos electrónicos sin filtros, los cargadores de baterías para centrales telefónicas o las fuentes ininterrumpibles son sólo algunos de los ejemplos que podemos mencionar.

El efecto de los componentes armónicos sobre el equipamiento electrónico de regulación, medición, protección y control es frecuentemente la causa de serios problemas. También es notable el aumento de la corriente por el conductor neutro de los sistemas trifásicos tetrafilares, mas allá de lo que sugieren posibles desequilibrios de las cargas. El deterioramiento del factor de potencia es otra de las consecuencias no deseadas. En este trabajo estudiaremos con detalle estos dos últimos efectos.

LA DISTORSIÓN ARMÓNICA Y LA CORRIENTE DE NEUTRO

Este tema es de preocupación creciente en las empresas distribuidoras que observan un sensible incremento de la corriente de neutro en cables dimensionados con el viejo criterio que, asignaba a éste una sección menor que la correspondiente a cada fase. Lo dicho se hace extensivo a los sectores comercial y público, en los cuales las cargas monofásicas fuertemente distorsionantes, que se utilizan,

comprometen no sólo la supervivencia del neutro de la distribuidora, sino el de su propia instalación. A esto debe agregarse, como otro efecto nocivo, el incremento de la diferencia de potencial entre neutro y tierra en las instalaciones.

Como ejemplo de cargas no lineales tomemos el caso de las lámparas fluorescentes compactas (LFC). Para la misma prestación éstas consumen la quinta parte de la energía de una lámpara de filamento incandescente y su vida útil es 10 veces mayor, razón por la cual tienen cada vez mayor aceptación en el mercado de consumo. En su versión LFC con balasto electrónico éste se encarga de aplicar al tubo su tensión de funcionamiento a una frecuencia del orden de los 20kHz a partir de la alimentación de 220V, 50Hz a la que se encuentra conectada. Al carecer de filtro de entrada su comportamiento presenta la característica que se muestra en el resumen de valores del Anexo 1. Como se observa la forma de onda de la corriente está fuertemente distorsionada. Veremos luego que los tubos fluorescentes con balastos electrónicos sin filtro presentan características similares.

Muchos electrodomésticos (videograbadoras, televisores, etc), así como las computadoras personales utilizan para su alimentación fuentes de tipo conmutable. Estas presentan importantes ventajas como ser su mejor rendimiento y una notable reducción de la relación peso/potencia. Lamentablemente su comportamiento frente a la red de alimentación es similar al mencionado para el caso de las LFC (ver fig. 2).

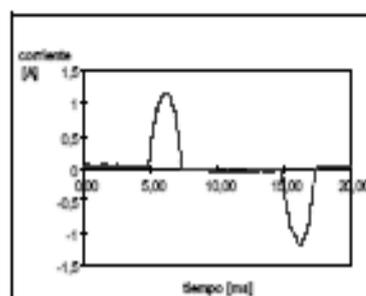


Fig 2 - Forma de onda de la corriente de un televisor de 20 pulgadas.

El análisis de las formas de onda presentadas en la fig 1 (Anexo 1) y en la fig. 2 da lugar a un espectro que sólo contiene armónicas impares entre las que se destaca la tercera armónica.

Como es sabido, las terceras armónicas que circulan por los conductores de línea y sus múltiplos "se potencian" en el conductor neutro sumándose en fase, agregándose a la corriente debida al desbalanceo de la carga, dando lugar en conjunto a una corriente de neutro cuyo valor eficaz en muchos casos supera la sección de diseño.

En una simulación, realizada en laboratorio, colocando tres LFC de 20W en conexión estrella se obtuvieron los valores y gráficos que se detallan en la Fig. 3. En la misma se observa la forma de onda, para un ciclo, de la corriente de neutro y el gráfico de barras que nos muestra con claridad que la descomposición por Fourier da lugar sólo a armónicas múltiplos impares de tres.

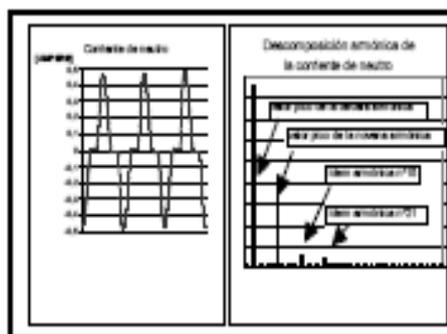


Fig. 3 Forma de onda de un ciclo (20 ms) de la corriente de neutro para 3 LFC conectadas en estrella "equilibrada"

Las mediciones realizadas por nuestro grupo han verificado que cargas como las mencionadas conectadas sobre las fases en forma balanceada dan lugar a corrientes de neutro que superan en un 73% a las corrientes de línea. Este resultado admite una justificación teórica para cargas que presentan formas de onda que, al desplazarse 120° , no se solapan entre sí, (Brugnoni, Tasides y Durr - 1996).

LOS COMPONENTES ARMÓNICAS Y EL FACTOR DE POTENCIA

Es conveniente aclarar primero algunos conceptos teóricos que aparecen frecuentemente en forma confusa. Utilizaremos un sistema monofásico, donde la tensión U aplicada se supone perfectamente senoidal mientras que la carga es alineal y presenta además características inductiva. Como consecuencia de la alinealidad la corriente " i " resultará poliarmonica pudiéndose representar de acuerdo al desarrollo de Fourier como:

$$i = \sqrt{2} I_1 \sin(\omega t + \psi_1) + \sqrt{2} I_2 \sin(2\omega t + \psi_2) + \sqrt{2} I_3 \sin(3\omega t + \psi_3) + \dots$$

La tensión u será de la forma:

$$u = \sqrt{2} U_1 \sin(\omega t + \xi_1)$$

Los valores eficaces de la tensión y la corriente se calcularán como:

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots}$$

$$U = U_1$$

Las potencias activa, reactiva y aparente serán en consecuencia:

$$P = U I_1 \cos(\xi_1 - \psi_1) = U I_1 \cos \phi_1$$

Donde ϕ_1 es el ángulo de desfase entre la tensión y la corriente para la fundamental.

$$Q = U I_1 \sin \phi_1$$

$$S = U I$$

El significado del Factor de Potencia (FP) en estos circuitos no difiere de aquel conocido para el comportamiento puramente senoidal, es decir que, cuanto más se aproxime a cero se necesitará mayor intensidad de corriente para transmitir la misma potencia activa "P". En consecuencia el cálculo del FP se realizará como:

$$FP = \frac{P}{S}$$

Reemplazando P y S por las expresiones recién vistas tenemos:

$$FP = \frac{U I_1 \cos \phi_1}{U I}$$

$$FP = \frac{I_1 \cos \phi_1}{I} = \frac{I_1}{I} \cos \phi_1$$

Donde la relación I_1/I se denomina "factor de contracción". El mismo representa un índice del grado de distorsión de la onda de corriente. Así, si ésta fuera senoidal pura valdría 1 con lo cual el factor de potencia sería igual al $\cos \phi_1$ en coincidencia con lo que conocemos para régimen senoidal. En la literatura especializada se denomina a este último "factor de potencia de desplazamiento" ya que su origen tiene en cuenta el desfase entre tensión y corriente.

Veamos ahora tres ejemplos que aclaran en forma suficientemente ilustrativa estos conceptos. Las Figuras 4, 5 y 6 del Anexo 2 nos muestran los oscilogramas de la corriente durante el funcionamiento de tubos fluorescentes (TF) con diferentes tipos de balastos.

Allí vemos en la figura 4 el comportamiento de un TF con balasto electromagnético donde el desfase entre tensión y corriente dan lugar a un bajo factor de potencia de desplazamiento, mientras que el factor de contracción "K" se mantiene próximo a 1 como resultado de una onda de corriente con poca distorsión. El caso totalmente opuesto se observa en la fig.5 donde se muestra una corriente con fuerte distorsión, la que da lugar a un factor de contracción bastante lejano al ideal mientras que la casi imperceptible diferencia de fase entre

tensión y corriente dan lugar a un $\cos \phi_1$ próximo a 1. En ambos casos el resultado final se traduce en un bajo factor de potencia (FP) cuya corrección como veremos admite diferentes soluciones.

En la figura 6 se muestra el resultado al que se puede llegar, con la incorporación de filtros al balasto electrónico. Se observa que el mejoramiento de la forma de onda se traduce de inmediato en una disminución del THD y un simultáneo mejoramiento del factor de potencia.

Otro ejemplo a tomar en cuenta sería el ya visto en la fig. 2 donde se muestra la forma de onda de la corriente que toma un televisor. Los datos correspondientes a este caso son:

$$\begin{aligned}\cos \phi_1 &= 1 \\ k &= 0,688 \\ FP &= 0,688 \\ THD &= 105 \%\end{aligned}$$

Estos valores nos muestran que este caso no difiere del ya analizado para un TF con balasto electrónico sin filtro.

COMO CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA

La corrección del factor de potencia en circuitos con alto contenido armónico nos plantea dos problemas. El primero tiene que ver con la calidad de energía, en este caso representada por la distorsión que presenta la onda de la tensión provista por la distribuidora. Si queremos mejorar el FP conectando capacitores en paralelo habrá que vigilar con detenimiento este aspecto. Es sabido que los capacitores conectados en paralelo con la carga actúan como amplificadores de los armónicos de tensión.

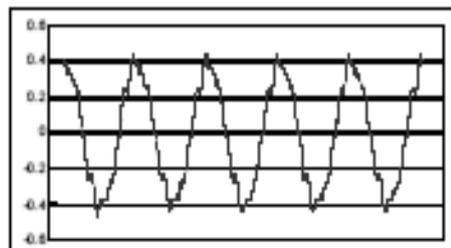


Figura 7 - Forma de onda de la corriente que toma un capacitor para una tensión aplicada con pequeña distorsión armónica.

Así para un THD de la tensión cuyo valor no supera el 2% se obtiene una corriente con una distorsión total que se aproxima al 20% con un notable refuerzo de las armónicas superiores.

El segundo aspecto a tener en cuenta es posible mostrarlo con los ejemplos desarrollados en el ítem anterior.

La corriente I para los casos del televisor y para los balastos electrónicos sin filtro es levemente capacitiva. No tiene sentido, entonces, intentar corregir el factor de potencia con capacitores. La forma de mejorarlo quedó implícita en el ejemplo presentado en el ítem anterior donde observamos que la incorporación de un filtro conduce a un sensible mejoramiento de la forma de onda de la corriente y con ello del factor de potencia.

Observemos ahora la forma clásica de corrección de FP en tubos con balasto electromagnético. Por ejemplo para un tubo de 36W la introducción de un capacitor de 3,5 micro Farad en paralelo lleva al FP a 0,9.

Como concepto general se puede decir que el agregado de capacitores, en circuitos con distorsión en la onda de

corriente, sólo puede compensar el reactivo que aporta la primera armónica. Es decir, la correcta introducción de capacitores puede acercar, hasta colocar en fase, a las ondas de tensión y corriente de la fundamental. Es inútil tratar de mejorar la situación más allá de este límite ya que si persiste el bajo valor del FP esto se deberá a una fuerte distorsión la que determina un valor del factor de corrección lejano de la unidad.

CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo hemos pretendido mostrar algunas de las consecuencias del incremento del contenido armónico en las redes de distribución. Así hicimos notar que debe cambiarse el criterio de diseño del conductor neutro.

Además, a partir de la privatización de las empresas que comercializan la energía eléctrica en nuestro país se han incrementado los controles por parte de los organismos reguladores y por parte de las mismas empresas a los usuarios. Es así que el control del factor de potencia no sólo afecta a las áreas industriales sino también a las comerciales y residenciales.

Es en estos últimos sectores donde la falta de capacidad técnica conduce a soluciones poco apropiadas y a veces a empeorar la situación. La confusión que existe sobre el tema nos ha mostrado que en algunos casos las mismas empresas proveedoras de electricidad recomiendan la colocación de capacitores para corregir el factor de potencia sin un análisis previo del origen del problema.

De acuerdo con lo expuesto en el trabajo, en la situación actual, no es suficiente el estudio de la facturación o la simple inspección con instrumental convencional. En la mayoría de los casos, en particular en lugares donde se observe una fuerte presencia de computadoras, UPS e iluminación eficiente se hace necesario un estudio particular utilizando el instrumental adecuado, el que deberá comprender equipamiento que permita leer el verdadero valor de las magnitudes eléctricas.

ABSTRACT

The steady increase in harmonic pollution creates new problems in electricity distribution networks. In this area, power factor correction and the neutral conductor deserve attention. In this paper we present an approach to dealing with this problem.

BIBLIOGRAFÍA

- IEEE 519, *Recommended Practices and Requirements for Harmonics Control in Electric Power Systems.*
- IEC 552-2, *Disturbances in supply systems caused by household appliances and similar electrical equipment.*
- Roger C. Dugan, Mark F. Mc Granaghan and H. Wayne Beaty, *Electrical Power Systems Quality*, McGraw Hill, 1996.
- Mark Waller's, *Harmonics*, Prompt, 1996.
- *Reglamento de la Calidad del Producto Técnico: Perturbaciones.* Desarrollado para el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) de Argentina por el Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) de la Universidad Pontificia Comillas de España, 1996
- Krishnaswamy Srinivasa, *On Separating Customer and Supply Side Harmonic Contributions*, IEEE Transaction on Power Delivery, Vol 11, Nº 2, April 1996.

ANEXO 2

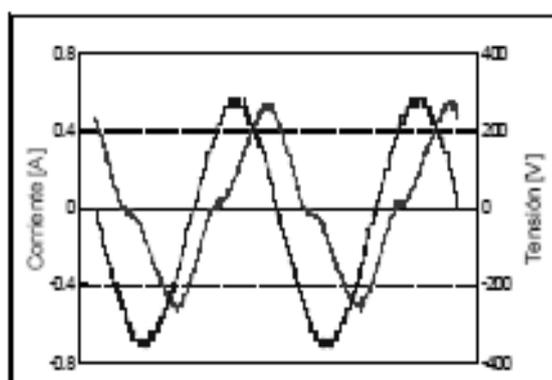


Fig. 4. Formas de ondas de corriente y tensión para un TF con balasto convencional

THD (I) = 19,7 %
 $k = 0,981$
 $\cos \varphi = 0,54$
FP = 0,539

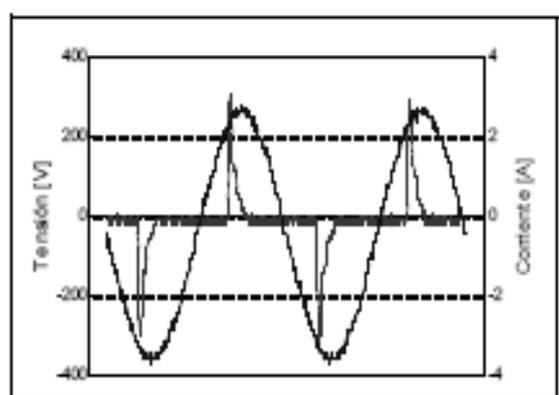


Fig. 5. Forma de onda de corriente y tensión para un TF con balasto electrónico sin filtro

THD (I) = 179,2 %
 $k = 0,488$
 $\cos \varphi = 0,97$
FP = 0,476

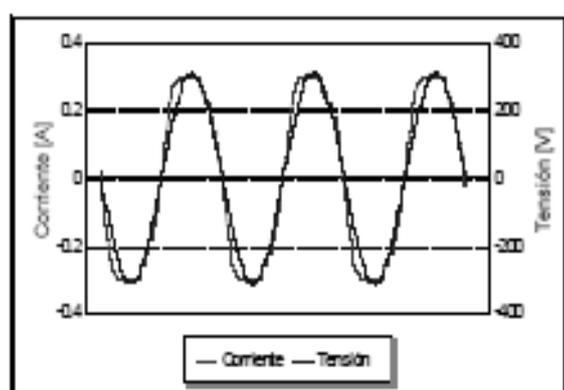


Fig. 6. Forma de onda de corriente y tensión para un TF con balasto electrónico con filtro

THD (I) = 23,2 %
 $k = 0,976$
 $\cos \varphi = 0,95$
FP = 0,929

1 Ficha de evaluación por juicio de experto.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FILIAL CHICLAYO
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
FICHA DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTO

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: "REDISEÑO DEL ALIMENTADOR -
212 SECHO - MONSEFU PARA MEJORAR EL SERVICIO ELÉCTRICO
MONSEFÚ - 2017"

AUTORES: JORGE LUIS MATEO PACHERRES

DATOS INFORMATIVOS DEL EXPERTO:

NOMBRE:

Diego Enrique Obregón Galvez

TÍTULO UNIVERSITARIO:

Ingeniero Mecánico Electricista.

POSTGRADO:

Maestría En Gestión Pública.

OTRA FORMACIÓN:

Técnico - Mecánico Automotriz

OCUPACIÓN ACTUAL:

Supervisor de Sst Ingeniero - Planta Antipicadoro.

FECHA DE LA ENTREVISTA:

27-06-2017.

Mensaje al especialista:



Diego Enrique Obregón Galvez
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. 165114

En la Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo, se está realizando una investigación dirigida a <<objetivo de la investigación>>. Por tal motivo, se requiere de su reconocida experiencia, para corroborar que la propuesta de esta investigación genera los resultados establecidos en la hipótesis. Su información será estrictamente confidencial. Se agradece por el tiempo invertido.

1. En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		



Diego Enrique Obregón Gálvez
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. 165114

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

Con el objetivo de corroborar que la hipótesis de esta investigación es correcta, se le solicita realizar la evaluación siguiente:

1. ¿Considera adecuada y coherente la estructura de la propuesta?
Adecuada Poco adecuada ___ Inadecuada ___

2. ¿Considera que cada parte de la propuesta se orienta hacia el logro del objetivo planteado en la investigación?
Totalmente Un poco ___ Nada ___

3. ¿En la investigación se han considerado todos los aspectos necesarios para resolver el problema planteado?
Todos Algunos ___ Pocos ___ Ninguno ___

4. ¿Considera que la propuesta generará los resultados establecidos en la hipótesis?
Totalmente Un poco ___ Ninguno ___

5. ¿Cómo calificaría cada parte de la propuesta?

N	Aspecto/Dimensión/Estrategia	Exceiente	Buena	Regular	Inadecuada
1		<input checked="" type="checkbox"/>			
2		<input checked="" type="checkbox"/>			
3		<input checked="" type="checkbox"/>			
4		<input checked="" type="checkbox"/>			
5					

6. ¿Cómo calificaría a toda la propuesta?
Excelente Buena ___ Regular ___ Inadecuada ___

7. ¿Qué sugerencias le haría a los autores de la investigación para lograr los objetivos trazados en la investigación?

Ninguna.



Diego Enrique Obregón Gálvez
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP 165114

Firma del entrevistado

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: Obregón Galvez Diego Enrique.
- Profesión: Ingeniero Mecánico Electricista.
- Grado académico: Ingeniero.
- Actividad laboral actual: Supervisor de SyH. Ingeniero - Planta Certificadora.



Diego Enrique Obregón Gálvez
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. 165114

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1	2	3	4	5
Ninguno	Poco	Regular	Alto	Muy alto

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		



Diego Enrique Obregón Gálvez
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. 165114

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo (indicar el objetivo de la tesis).

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Especificar y Concluir al Tema.

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Referente al Tema.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Técnicamente precisa.

4. Califique los items según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.



Diego Enrique Obregón Gálvez
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
C.I.P. 165334

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X						
2	X						
3	X						
4	X						

5. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Ninguna

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:



Diego Enrique Obregón Gálvez
Diego Enrique Obregón Gálvez
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. 165114

Firma del Experto

1 Ficha de evaluación por juicio de experto.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FILIAL CHICLAYO
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
FICHA DE EVALUACIÓN POR JUICIO DE EXPERTO

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN: "REDISEÑO DEL ALIMENTADOR - 212
SECHO - MONSEFU PARA MEJORAR EL SERVICIO ELÉCTRICO MONSEFÚ -
2017"

AUTORES: JORGE LUIS MATEO PACHERRES

DATOS INFORMATIVOS DEL EXPERTO:

NOMBRE:

CARLOS MANUEL BARRIOS RAMIREZ

TÍTULO UNIVERSITARIO:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

POSTGRADO:

OTRA FORMACIÓN:

ELECTRICISTA INDUSTRIAL

OCUPACIÓN ACTUAL: MANTENIMIENTO DE TRANSMISIÓN ENSA

FECHA DE LA ENTREVISTA:

24 - 06 - 2017


CARLOS MANUEL BARRIOS RAMIREZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198582

mensaje al especialista.

En la Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo, se está realizando una investigación dirigida a <<objetivo de la investigación>>. Por tal motivo, se requiere de su reconocida experiencia, para corroborar que la propuesta de esta investigación genera los resultados establecidos en la hipótesis. Su información será estrictamente confidencial. Se agradece por el tiempo invertido.

1. En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una “X” conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

2. Sírvase marcar con una “X” las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		


CARLOS MANUEL BARRIOS RAMIREZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198582

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

Con el objetivo de corroborar que la hipótesis de esta investigación es correcta, se le solicita realizar la evaluación siguiente:

1. ¿Considera adecuada y coherente la estructura de la propuesta?
Adecuada Poco adecuada ___ Inadecuada ___
2. ¿Considera que cada parte de la propuesta se orienta hacia el logro del objetivo planteado en la investigación?
Totalmente Un poco ___ Nada ___
3. ¿En la investigación se han considerado todos los aspectos necesarios para resolver el problema planteado?
Todos Algunos ___ Pocos ___ Ninguno ___
4. ¿Considera que la propuesta generará los resultados establecidos en la hipótesis?
Totalmente Un poco ___ Ninguno ___
5. ¿Cómo calificaría cada parte de la propuesta?

N	Aspecto/Dimensión/ Estrategia	Excelente	Buena	Regular	Inadecuada
1	1	<input checked="" type="checkbox"/>			
2	2	<input checked="" type="checkbox"/>			
3	3	<input checked="" type="checkbox"/>			
4	4	<input checked="" type="checkbox"/>			
5	5	<input checked="" type="checkbox"/>			

6. ¿Cómo calificaría a toda la propuesta?
Excelente Buena ___ Regular ___ Inadecuada ___
7. ¿Qué sugerencias le haría a los autores de la investigación para lograr los objetivos trazados en la investigación?

NINGUNA


CARLOS MANÍEL BARRIOS RAMÍREZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
Firma de Carlos Maníel Barrios Ramírez

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: BARRIOS RAMIREZ CARLOS MANUEL
- Profesión: "INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA"
- Grado académico: SUPERIOR UNIVERSITARIO
- Actividad laboral actual: MANTENIMIENTO DE TRANSMISIÓN ENSA


CARLOS MANUEL BARRIOS RAMIREZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198582

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		



CARLOS MANUEL BARRIOS RAMIREZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198582

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo (indicar el objetivo de la tesis).

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Concuerda en el tema.

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Referente al tema.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Preguntas demasiado planteadas

4. Califique los items según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.


CARLOS MANUEL BARRIOS RAMIREZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198582

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X						
2	X						
3	X						
4	X						

5. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Ninguna.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:



CARLOS MANUEL BARRIOS RAMIREZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198582

Firma del Experto

Mensaje al especialista:

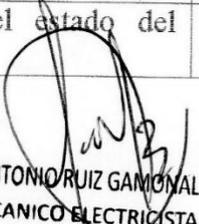
En la Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo, se está realizando una investigación dirigida a <<objetivo de la investigación>>. Por tal motivo, se requiere de su reconocida experiencia, para corroborar que la propuesta de esta investigación genera los resultados establecidos en la hipótesis. Su información será estrictamente confidencial. Se agradece por el tiempo invertido.

1. En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una “X” conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

2. Sírvase marcar con una “X” las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		


JORGE ANTONIO RUIZ GAMONAL
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198625

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

Con el objetivo de corroborar que la hipótesis de esta investigación es correcta, se le solicita realizar la evaluación siguiente:

1. ¿Considera adecuada y coherente la estructura de la propuesta?
Adecuada Poco adecuada ___ Inadecuada ___
2. ¿Considera que cada parte de la propuesta se orienta hacia el logro del objetivo planteado en la investigación?
Totalmente Un poco ___ Nada ___
3. ¿En la investigación se han considerado todos los aspectos necesarios para resolver el problema planteado?
Todos Algunos ___ Pocos ___ Ninguno ___
4. ¿Considera que la propuesta generará los resultados establecidos en la hipótesis?
Totalmente Un poco ___ Ninguno ___
5. ¿Cómo calificaría cada parte de la propuesta?

N	Aspecto/Dimensión/ Estrategia	Excelente	Buena	Regular	Inadecuada
1		<input checked="" type="checkbox"/>			
2		<input checked="" type="checkbox"/>			
3		<input checked="" type="checkbox"/>			
4		<input checked="" type="checkbox"/>			
5		<input checked="" type="checkbox"/>			

6. ¿Cómo calificaría a toda la propuesta?
Excelente Buena ___ Regular ___ Inadecuada ___
7. ¿Qué sugerencias le haría a los autores de la investigación para lograr los objetivos trazados en la investigación?

Ninguna


JORGE ANTONIO RUIZ GAMONAL
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198625

Firma del entrevistado

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: RUIZ GAMONAL JORGE ANTONIO
- Profesión: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA.
- Grado académico: SUPERIOR UNIVERSITARIO.
- Actividad laboral actual: ANALISTA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
NESTLÉ PERÚ S.A.



JORGE ANTONIO RUIZ GAMONAL
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198625

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		


JORGE ANTONIO RUIZ GAMONAL
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198625

Firma del entrevistado

Anexo: Hoja de vida.

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un Cuestionario, cuyo objetivo (indicar el objetivo de la tesis).

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: ___ No es pertinente: ___

Por favor, indique las razones:

Especificar al tema.

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes: ___

Por favor, indique las razones:

Preguntas al tema propuesto.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: ___ Inadecuadas: ___

Por favor, indique las razones:

Técnicamente bien planteados.

4. Califique los items según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.


JORGE ANTONIO RUIZ GAMONAL
ING. MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 198625

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X			X			
2	X			X			
3	X			X			
4	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Ninguna.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


JORGE ANTONIO RUIZ GAMONAL
 ING. MECANICO ELECTRICISTA
 REG. CIP. N° 198625
 Firma del Experto