



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION A 22 kV y 36 kV EN  
UN SECTOR DE GUAYAQUIL, CASO SUBESTACION DE  
DISTRIBUCION ELECTRICA BIEN PUBLICO”

**INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACION  
POTENCIA**

JUAN ANDRES ALVAREZ PAZ

KEVIN ALEJANDRO JORDAN CUADRO

GUAYAQUIL – ECUADOR

2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos primeramente a Dios por ser nuestra guía en este camino de lucha.

Nuestros más sinceros agradecimientos a los ingenieros de la ESPOL quienes con su valioso aporte académico contribuyeron a nuestra superación profesional

Al Ing. Douglas Aguirre director del proyecto quien nos ayudó durante el desarrollo del mismo.

Agradecimientos sinceros a quienes en la CNEL-EP Unidad de negocio Guayaquil nos supieron dar su apoyo.

## DEDICATORIA

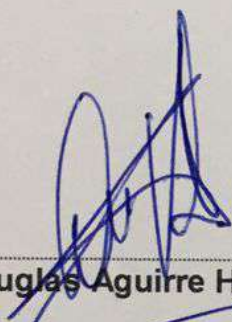
De manera muy especial a los autores intelectuales de esta meta, mis queridos padres el Sr. Aquiles Álvarez Lavayen y la Sra. Glenda Paz Cruz por su apoyo incondicional y sus acertados consejos a lo largo de mi vida universitaria. A mi hermano Marcelo, mi esposa Jean y a mi hija Isabella por ser la fuente de inspiración que me motiva a seguir adelante. Dedico también este logro a las personas que llevan un lugar muy importante en mi corazón, mi abuelita Grecia y dos grandes amigos, Alicia y Xavier. A todos sin excepción les dedico no solo mi proyecto sino mi vida profesional futura.

**Andrés**

Quiero expresar mis más sentidos agradecimientos a Dios, a la universidad ESPOL facultad FIEC por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día, también agradezco a mis padres María cristina Cuadro y Guillermo Jordán quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador , contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos. A mi enamorada Katherine Cañaz por su amor permanente cario y comprensión. Gracias...!

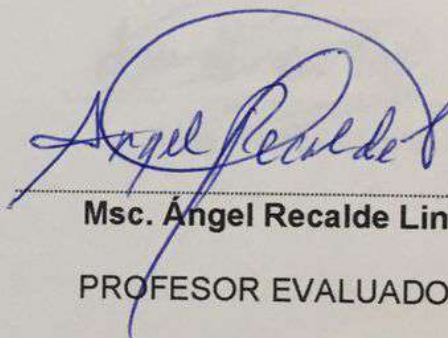
**Kevin**

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



Msc. Douglas Aguirre Hernández

PROFESOR EVALUADOR



Msc. Angel Recalde Lino

PROFESOR EVALUADOR




## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Juan Andrés Alvarez Paz



Kevin Alejandro Jordán Cuadro

## RESUMEN

El presente informe tiene como finalidad el diseño de sistemas de distribución a 22 KV y 36 KV para un sector de Guayaquil, se ha tomado como objeto de estudio la Subestación de Distribución Eléctrica Bien Público, ayudándonos de herramientas computacionales para los estudios previos de diseño, tales como el análisis de flujo de potencia y otorgándonos confianza en los resultados finales.

Cabe indicar que para el análisis con el nivel de voltaje a 22 KV nos hemos apoyado en la Homologación de las unidades de propiedad (UP) en sistemas de distribución de energía eléctrica impulsada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable; y para el nivel de voltaje a 36 KV nos hemos basado en la Norma técnica Boliviana NT CRE 004.

El capítulo 1 proporciona información estadística relevante relacionada a la infraestructura, transacciones de generación, transmisión y distribución de energía e indicadores relacionados en el Ecuador, además de datos de consumo y producción de energía de varios países de América Latina y Europa prestándose como una comparación en general.

En el capítulo 2 permite conocer los elementos principales que conforman la Subestación Bien Público, además se detallan los alimentadores, número de abonados, número de transformadores de distribución y operación actual de los alimentadores, esta información fue suministrada por la CNEL-EP Unidad de Negocio Guayaquil y será de gran importancia en el desarrollo de los capítulos siguientes.

En el capítulo 3 se presentan las normas a utilizar para el diseño de sistemas de distribución a 22kV y 36kV; dentro de cada norma se fija el esquema de montaje con sus respectivas distancias de seguridad. Adicionalmente se muestra en forma cuantitativa los elementos a cambiar para los diferentes niveles de tensiones.

En el capítulo 4 se presentan los estudios de flujo de potencia que son necesarios para definir las condiciones actuales de operación de la Subestación, tales como voltajes en las barras, potencia demandada, corriente que atraviesa los alimentadores, pérdidas eléctricas, cargabilidad del transformador de potencia tanto

para mínima y máxima demanda. Todos estos resultados fueron determinados con el software ETAP12.6, Licencia Educativa.

Finalizando con una reseña de la cantidad en dólares para la inversión inicial. Luego se tiene un breve resumen de los ahorros monetarios y energéticos -que se lograrían por trabajar a esos niveles de tensiones, logrando un análisis económico-financiero para evaluar el proyecto con los indicadores del TIR y VAN.

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador y el mundo en general tienen una fuerte dependencia de la energía eléctrica. Estando fuera de cualquier discusión lo fundamental que es el suministro de energía, que hace confortable la vida diaria en los hogares, que mueve efectivamente el comercio y que hace posible el funcionamiento de la industria.

Un sistema de distribución eléctrico tiene como objetivo transportar la electricidad hasta los centros de consumo, pasando antes por los procesos de generación y transmisión.

Pero en el Ecuador los sistemas de Distribución no han recibido el mismo tratamiento en el pasado, solo en la última década el sector eléctrico ecuatoriano ha entendido que esta parte del sistema de potencia también merece la atención, desde la planeación y el diseño hasta la operación ya que es aquí que la calidad de servicio se deteriora, donde se presenta el mayor nivel de pérdidas técnicas y donde el sistema se hace vulnerable y queda expuesto a robos, fraudes y otras pérdidas no técnicas.

Es de conocimiento público que el Ecuador está modificando su matriz energética, implementando nuevas tecnologías, realizando estudios e investigaciones; invirtiendo en sectores estratégicos para el avance económico y social del país. Parte importante de esta moción es el Plan de Mejoramiento de los Sistemas de Distribución (PMD), el cual es un conjunto de proyectos que se ejecutan en todas las empresas eléctricas de distribución del país, con el objetivo de asegurar la disponibilidad de energía eléctrica, para satisfacer la demanda actual y futura de los clientes del servicio eléctrico. Este plan se fundamenta en:

- Mejorar los niveles de calidad del servicio eléctrico en los sistemas de distribución de energía.
- Aumentar la cobertura del servicio eléctrico que prestan las empresas distribuidoras en su área de concesión.
- Reforzar el sistema de distribución con miras al Programa Nacional de Cocción Eficiente.

Una de las formas de repotenciar los sistemas de distribución es elevando la tensión de sus líneas con el fin de maximizar la potencia transportada y minimizar las

pérdidas técnicas las cuales representan una carga financiera muy pesada, pues obligan a realizar inversiones adicionales en generación para satisfacer la demanda real más el suministro de pérdidas.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA .....	v
RESUMEN .....	vi
INTRODUCCION .....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	x
CAPÍTULO 1 .....	1
1 ANTECEDENTES ESTADISTICOS ENERGETICOS. ....	1
1.1 Fuentes de energía primaria para la generación de electricidad. ....	1
1.2 Energía generada y potencia instalada.....	4
1.3 Energía per cápita.....	6
1.4 Infraestructura del sector eléctrico ecuatoriano .....	8
1.5 Producción de energía en el periodo 2010-2014. ....	10
1.6 Consumo de combustible de las empresas de generación eléctrica en el periodo 2010-2014. ....	11
1.7 Energía producida y costos de producción de energía eléctrica.....	12
CAPÍTULO 2 .....	19
2 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES.....	19
2.1 Sistema eléctrico de la empresa distribuidora. ....	19
2.2 Puntos de entrega de subtransmision y subestaciones de distribución.....	19
2.3 Ubicación geográfica de la subestación en estudio. ....	25
2.4 Subestación eléctrica Bien Público. ....	26
2.5 Descripción de la subestación.....	28

2.5.1	Patio de 69 kV.....	28
2.5.2	Aisladores y herrajes.....	29
2.5.3	Seccionador tripolar de aire con cuchillas a tierra.....	30
2.5.4	Interruptor en gas SF6 (GCB).....	31
2.5.5	Pararrayos.....	31
2.5.6	Transformador de potencia. ....	32
2.5.7	Patio de 13.8 kV.....	33
2.5.8	Equipos de compensación reactiva. ....	34
2.5.9	Reconectores de las alimentadoras. ....	35
2.6	Características generales de los alimentadores. ....	36
2.6.1	Ubicación y recorrido del alimentador Quisquis. ....	36
2.6.2	Ubicación y recorrido del alimentador José Mascote.....	36
2.7	Características técnicas de los alimentadores.....	39
2.8	Información de los transformadores de distribución. ....	39
2.8.1	Conexión Estrella-estrella aterrizada servicio 120/208 voltios, desfase angular 0°. ....	40
2.8.2	Conexión Triangulo-estrella aterrizada servicio 120/208 voltios, desfase angular 30°. ....	41
2.8.3	Estrella con neutro a tierra-triangulo servicio 120/240 voltios, desfase angular 30°. ....	42
2.8.4	Estrella abierta-triangulo abierto servicio 120/240 voltios, desfase angular 0°. ....	42
2.9	Área de servicio. ....	43
2.9.1	Población servida a través de la subestación Bien Público.43	
2.9.2	Estado operativo actual. ....	45
2.9.3	Levantamiento de la red actual. ....	46

CAPÍTULO 3 .....	50
3 <b>NORMATIVA A UTILIZAR.</b> .....	50
<b>3.1    Elementos de las estructuras.</b> .....	<b>50</b>
<b>3.1.1    Aisladores.</b> .....	<b>50</b>
<b>3.1.2    Postes.</b> .....	<b>51</b>
<b>3.1.3    Crucetas.</b> .....	<b>52</b>
<b>3.1.4    Accesorios de poste y línea.</b> .....	<b>52</b>
<b>3.1.5    Conductores.</b> .....	<b>52</b>
<b>3.2    Estructuras tipo.</b> .....	<b>53</b>
<b>3.2.1    Estructura semicentrada pasante o T simple.</b> .....	<b>53</b>
<b>3.2.2    Estructura semicentrada angular o T doble.</b> .....	<b>53</b>
<b>3.2.3    Estructura semicentrada de retención o terminal.</b> .....	<b>54</b>
<b>3.2.4    Estructura centrada de doble retención o doble terminal.</b> ..	<b>55</b>
<b>3.2.5    Estructura en volado pasante o V simple.</b> .....	<b>55</b>
<b>3.2.6    Estructura en volado angular o V doble.</b> .....	<b>56</b>
<b>3.3    Distancias mínimas de seguridad para redes a 22 kV y 36 kV</b> .....	<b>57</b>
<b>3.3.1    Distancias de seguridad de conductores a edificaciones sin desplazamiento de viento (Hr).</b> .....	<b>57</b>
<b>3.3.2    Influencia del viento y distancia mínima de seguridad (Hw).</b> ...	<b>58</b>
<b>3.3.3    Distancia de conductores a otras estructuras de soporte.</b> ..	<b>59</b>
<b>3.3.4    Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.</b> .....	<b>60</b>
<b>3.3.5    Distancia de separación entre circuitos de diferente nivel de voltaje en la misma estructura.</b> .....	<b>62</b>
<b>3.4    Normas y especificaciones técnicas aplicadas para 22 kV y 36 kV.</b>	<b>64</b>



3.4.1	Especificaciones técnicas para 22 kV.....	64
3.4.2	Especificaciones para 34.5 kV.....	64
3.5	Información de las estructuras.....	64
3.5.1	Estructura trifásica centrada-pasante o tangente (3CP).....	64
3.5.2	Estructura trifásica-en volado-pasante o tangente (3VP)....	66
3.5.3	Estructura trifásica-semicentrada-pasante o tangente (3SP). .....	68
3.5.4	Estructura trifásica-semicentrada-retención o terminal (3SP). .....	70
3.6	Elementos a reemplazar. ....	72
4	ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA.....	74
4.1	Procedimientos para reducir las pérdidas de energía.....	74
4.1.1	Corrección del factor de potencia. ....	74
4.1.2	Cambio de conductores.....	74
4.1.3	Incremento de fases. ....	75
4.1.4	Transferencia de carga a otros alimentadores. ....	75
4.1.5	Elevación de voltaje en los alimentadores.....	75
4.2	Análisis de la situación actual de carga de la subestación. ....	76
4.3	Análisis de parámetros eléctricos.....	76
4.3.1	Demanda máxima.....	77
4.3.2	Demanda mínima. ....	77
4.3.3	Demanda promedio. ....	78
4.4	Análisis de demandas en los alimentadores. ....	78
4.4.1	Parámetros eléctricos del alimentador José Mascote correspondientes al mes de octubre (Demanda máxima)..	78

4.4.2	Parámetros eléctricos del alimentador Quisquis (Demanda máxima).....	80
4.4.3	Parámetros eléctricos del alimentador José Mascote (Demanda mínima).....	81
4.4.4	Parámetros eléctricos del alimentador Quisquis. (Demanda mínima).....	83
4.5	Descripción del agrupamiento de carga.....	85
4.5.1	Metodología del agrupamiento de carga. ....	85
4.6	Introducción a la simulación de los alimentadores. ....	86
4.6.1	Representación del sistema de potencia.....	86
4.6.2	Datos del transformador de potencia.....	86
4.6.3	Datos de líneas y conductores.....	87
4.6.4	Datos de configuración de las estructuras aéreas.....	88
4.6.5	Datos de las cargas en los alimentadores.....	89
4.6.6	Análisis de cargabilidad.....	90
4.7	Simulaciones para el nivel de tensión de 13.8 kV. ....	91
4.7.1	Simulación del alimentador Quisquis al 60% de carga instalada.....	91
4.7.2	Simulación del alimentador Quisquis al 100% de carga instalada.....	93
4.7.3	Simulación del alimentador José Mascote al 60% de carga instalada.....	95
4.7.4	Simulación del alimentador José Mascote al 100% de carga instalada.....	97
4.8	Simulaciones para el nivel de tensión de 22 kV. ....	99
4.8.1	Simulación del alimentador Quisquis al 60% de carga instalada.....	99

4.8.2	Simulación del alimentador Quisquis al 100% de carga instalada.....	101
4.8.3	Simulación del alimentador José Mascote al 60% de carga instalada.....	103
4.8.4	Simulación del alimentador José Mascote al 100% de carga instalada.....	105
4.9	Simulaciones para el nivel de tensión de 36 kV. ....	107
4.9.1	Simulación del alimentador Quisquis al 60% de la carga instalada.....	107
4.9.2	Simulación del alimentador Quisquis al 100% de la carga instalada.....	109
4.9.3	Simulación del alimentador José Mascote al 60% de carga instalada.....	111
4.9.4	Simulación del alimentador José Mascote al 100% de carga instalada.....	113
4.10	Resultados y conclusiones acerca del flujo de carga. ....	115
4.11	Evaluación económica-financiera. ....	116
4.11.1	Costo de oportunidad.....	116
4.12	Criterios de evaluación. ....	117
4.12.1	Valor actual neto. ....	117
4.12.2	Tasa interna de retorno. ....	117
4.13	Inversión y estructura del financiamiento.....	118
4.13.1	Inversión. ....	118
4.13.2	Flujo de caja proyectado.....	119
4.14	Resultados de la evaluación económica. ....	120
4.14.1	Caso a) .....	120
4.14.2	Caso b). ....	122

<b>4.14.3 Caso c).</b> .....	<b>123</b>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	126
ANEXOS .....	130

## CAPÍTULO 1

### **1 ANTECEDENTES ESTADISTICOS ENERGETICOS.**

El consumo de energía eléctrica tanto en los países europeos como en los sudamericanos, evalúa la productividad de las centrales eléctricas menos las pérdidas de energía ocurridas a lo largo del sistema de potencia. Una de las principales características de la energía eléctrica es que no es almacenable, es decir se debe producir en cada instante la misma cantidad que se consume [1].

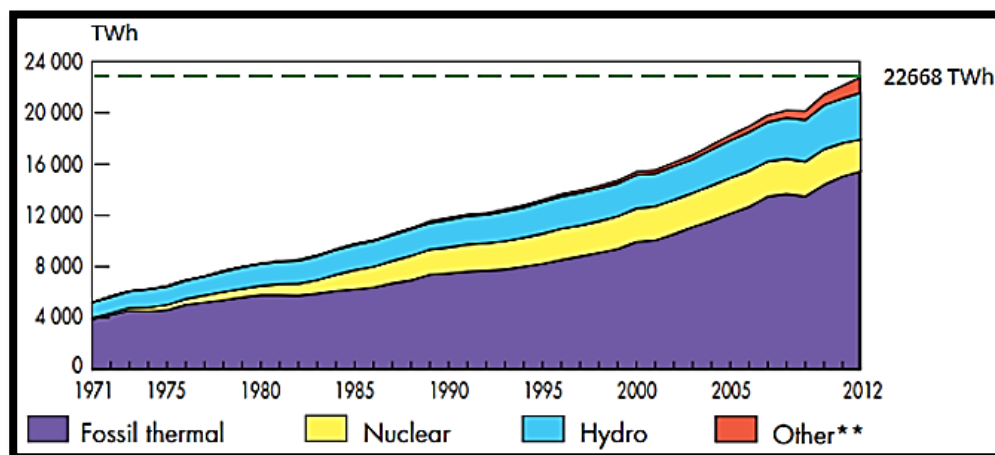
El sector eléctrico sustenta su producción de energía en la transformación de energía primaria en energía eléctrica.

Por energía primaria nos referimos a las fuentes básicas de energía que se derivan de la explotación de recursos naturales, como la energía térmica que se encuentran en los combustibles fósiles o la energía potencial del agua acumulada en el embalse de una presa, la radiación solar, la energía cinética del viento, la biomasa, etc., los cuales sirven como materia prima para la generación de energía eléctrica, entre otras.

#### **1.1 Fuentes de energía primaria para la generación de electricidad.**

En las últimas cuatro décadas, la energía primaria de mayor consumo para la generación de electricidad ha sido la proveniente de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón).

En 1973 los combustibles fósiles aportaron el 75.2% de la energía primaria necesaria para la generación de energía eléctrica y pese a que su participación ha ido decreciendo en proporción, llegando a un 70% en 2012, sigue siendo la principal fuente de energía primaria para generar electricidad en el mundo [2].



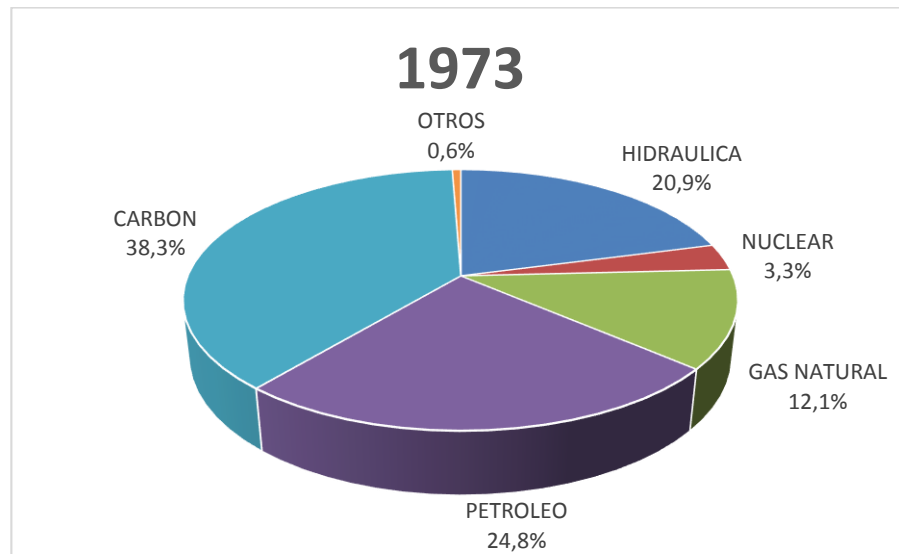
**Figura 1.1 Generación de electricidad mundial desde 1971 a 2012 por tipo de combustible [2].**

La generación de energía eléctrica basada en petróleo fue de 1510.405 TWh en 1973 representando el 24.8% del total de la energía primaria, llegando a descender hasta 1128 TWh en 2012, que represento el 5% [2].

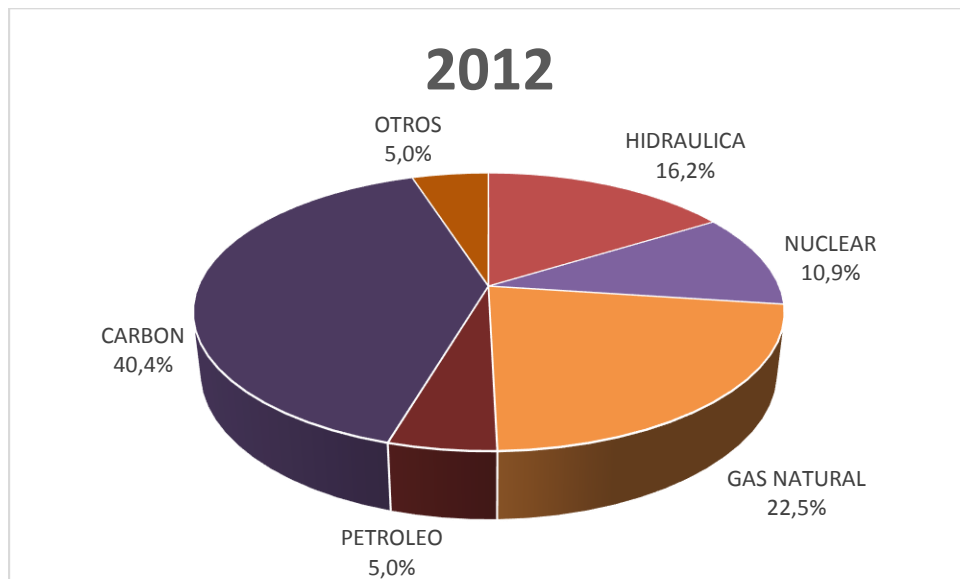
El uso de gas natural como materia prima en la generación de energía eléctrica aumento de 739.915 TWh en 1973 representando el 12.1%, a 5100 TWh en 2012, que represento 22.5 % [2].

La producción de energía con carbón se incrementó de 2342.045 TWh en 1973 representando el 38.3%, a 9168 TWh en 2012, lo que represento el 40.4% [2].

En las figuras 1.2 y 1.3 se puede apreciar mejor la evolución a través de los años en lo que respecta a participación de materias primas destinadas a la generación de electricidad.



**Figura 1.2 Participación de combustibles para generación de electricidad en 1973 [2].**



**Figura 1.3 Participación de combustibles para generación de electricidad en 2012 [2].**

## 1.2 Energía generada y potencia instalada.

En el mundo hay una generación de energía del orden de los 22668 TWh; los principales productores de energía eléctrica son China, Estados Unidos; Japón y Rusia en orden descendente, cada uno con una generación de 4768, 4048, 93 y 926 (miles de millones de KWh) respectivamente, entre estos cuatro países se genera prácticamente el 50% de toda la energía eléctrica del planeta [2].

A continuación se exponen datos de capacidad instalada, energía generada y el origen de las mismas de un conjunto de referencia compuesto por 9 países, recopilados por el Banco Mundial y los organismos reguladores del sector eléctrico de cada uno de los países sudamericanos en un boletín informativo que emitió la CIER.

- **China.**

En el año 2012 la energía eléctrica producida llegó a los 4768 TWh, siendo la capacidad instalada de 1174 GW [3].

- **Estados Unidos.**

Para el año 2012 la matriz eléctrica de EEUU tuvo una capacidad instalada total de 1063 GW. Con respecto a la energía generada se tuvieron 4048 TWh [3].

- **España.**

La potencia eléctrica instalada en España a finales de 2012 fue de 106605 MW. En términos porcentuales, el 46,9% de la potencia instalada al final de 2012 corresponde a las energías renovables y residuos, el equipo térmico convencional aporta el 39,4%, las centrales nucleares el 7,4% y la cogeneración y el tratamiento de residuos el 6,3% [4].

En el año 2012 la producción eléctrica estimada de España alcanzó la cifra de 298250 GWh. La mayor contribución a la producción total la aportó la generación térmica del régimen ordinario, con un 36,1%, seguida por la producción con energías renovables y residuos, con una cuota del 31,6%; la



energía nuclear representó el 20,6% de la producción total y la cogeneración el 11,7% [4].

- **Argentina.**

Según datos de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA), la capacidad instalada de Argentina estaba compuesta, al fin del año 2012 por 35.023 MW de los cuales 10.053 MW son de centrales hidráulicas, 24.825 MW de centrales térmicas convencionales y 1.018 MW de centrales nucleares [5].

La energía generada en 2012 y destinada al servicio público fue de 135.931 GWh y tuvo en un 65.4 % origen térmico, 29.1 % hidráulico, 4.7 % nuclear y 0.3 % procedió de la importación [5].

El principal combustible para la generación térmica es el gas natural.

- **Brasil.**

En el año 2012 el sistema de generación de Brasil tenía una potencia instalada y en operación de 120.973 MW y una generación anual de 552.499 GWh [5].

De la potencia instalada y en operación 84.294 MW (65.9%) corresponden a centrales hidroeléctricas, 22.947 (17,7%) a termoeléctricas que queman combustibles fósiles, 9.993 MW (8,1%) a termoeléctricas que queman biomasa (principalmente bagazo de caña), 1.845 MW (1,4%) a termoeléctricas que queman otros tipos de combustibles, 2.007 MW (1.7%) a dos centrales nucleares, 1.886 MW (1.6%) a centrales eólicas y 8 MW (0,4%) a centrales de generación de energía solar fotovoltaica [5].

- **Colombia.**

El sistema de generación colombiano tiene una capacidad instalada de 14.478 MW. En el año 2012, el 69.7% de la capacidad de generación fue de origen hidráulico y el resto principalmente de centrales térmicas a gas natural (24.2% de la capacidad instalada) y carbón (4.9% de la capacidad instalada). La energía eléctrica generada fue de 59.995 GWh [5].

- **Perú.**

En el año 2012, el 58% de la energía generada en Perú fue de origen hidroeléctrico. Siendo la potencia de generación instalada de 9.699 MW, la energía eléctrica generada a bornes del generador a fue de 41020 GWh [5].

- **Ecuador.**

En el año 2014 la potencia instalada fue de 5.744,96 MW. La energía bruta (incluida la importación) fue de 25.143,95 GWh, la energía disponible fue 24.629,45 GWh, de los cuales el 87,24 % (21.485,91 GWh) se entregó para servicio público y el 12,76 % (3.143,54 GWh) al servicio no público [6].

- **Bolivia.**

La capacidad de generación en el Sistema Interconectado Nacional a fines del año 2012 a nivel de bornes de generador, alcanzo a 1.654 MW; de los cuales 484 MW (34.4%) corresponden a centrales hidroeléctricas, 1.149 MW (65.6%) corresponden a centrales termoeléctricas [5].

Del total de energía inyectada en nodos del STI durante la gestión 2012 (7.661 GWh), el 67% (5.245 GWh) corresponden a generación térmica y el 33% (2.352 GWh) a generación hidroeléctrica [5].

### 1.3 Energía per cápita.

El consumo de energía eléctrica per cápita hace mención a la energía que una persona consume habitualmente en un periodo de tiempo determinado. En la tabla 1 se detalla el consumo de energía eléctrica per cápita, la población y el consumo eléctrico total para el año 2012 para nuestro conjunto de referencia.

Países	Consumo de energía eléctrica (kWh/hab.)	Población total	Consumo eléctrico (GWh)
China	3.475	1.350.695.000	4.693.665
EEUU	12.954	314.112.078	4.069.008
España	5.573	46.773.055	260.66

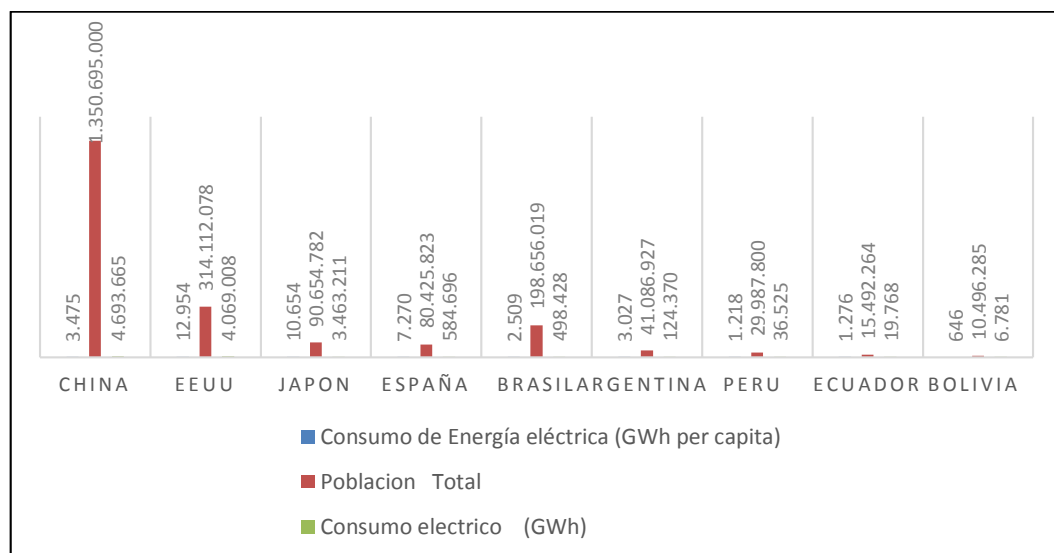
Brasil	2.987	198.656.019	498.428
Argentina	3.496	41.086.927	124.370
Colombia	1.242	47.704.427	53.9
Perú	1.370	29.987.800	36.525
Ecuador	1.487	15.492.264	19.768
Bolivia	744	10.496.285	6.781

**Tabla 1: Consumo de energía eléctrica per cápita**

Para nuestro conjunto de referencia, China tiene la mayor población, y a su vez es el que mayor demanda de energía requiere (4.693.665 GWh), seguido de Estados Unidos y Japón que son los grandes consumidores en cuanto a energía eléctrica se refiere. El país con menor consumo energético es Bolivia con 6.782 GWh además de tener el menor número de habitantes con 10.496.285 habitantes, lo que indica que el consumo de energía de un país está relacionado con el número de habitantes y el nivel de desarrollo.

Ecuador a nivel mundial con respecto a consumo de energía eléctrica ocupa el lugar 75 con un consumo de 14.92 (miles de millones de KWh), y en comparación con el consumo total del mundo representa apenas 0.079%.

En la figura 1.4 se aprecia de mejor manera la población, consumo de energía per cápita y el consumo de energía total de nuestro conjunto de referencia.



**Figura 1.4 Consumo de energía del conjunto referencial.**

#### 1.4 Infraestructura del sector eléctrico ecuatoriano

En este subcapítulo se presenta un análisis comparativo multianual de las potencias nominal o instalada y efectiva de las centrales de generación de energía eléctrica del país. Además se las clasifica por el tipo de energía renovable y no renovable. A continuación en la tabla 2 se presenta la potencia nominal y efectiva en el periodo 2010-2014.

Año	Tipo de Empresa	Potencia Nominal <sup>1</sup> (MW)	Potencia Efectiva <sup>2</sup> (MW)
2010	Autogeneradora	911,87	711,56
	Distribuidora	501,03	452,48
	Generadora	3.724,78	3.593,35
Total		5.137,68	4.757,39
2011	Autogeneradora	918,28	712,35
	Distribuidora	503,54	455,18
	Generadora	3.759,41	3.628,15
Total		5.181,24	4.795,69
2012	Autogeneradora	947,79	739,58
	Distribuidora	473,04	430,51
	Generadora	4.033,57	3.892,85
Total		5.454,40	4.795,69
2013	Autogeneradora	1.003,06	794,37
	Distribuidora	475,22	432,28
	Generadora	4.017,94	3.876,77
Total		5.496,23	5.103,42
2014	Autogeneradora	1.084,90	865,35
	Distribuidora	464,25	420,55
	Generadora	4.195,81	4.004,20
Total		5.744,96	5.290,11

**Tabla 2: Potencia nominal y efectiva por tipo de empresa [6].**

En el 2014 la potencia nominal se ha incrementado en un 10.6% y la potencia efectiva en un 10.1% con respecto al año 2010.

<sup>1</sup> **Potencia nominal:** Es la potencia establecida en los datos de placa de un generador.

<sup>2</sup> **Potencia efectiva:** Es la potencia máxima que se puede obtener de una unidad generadora bajo condiciones normales de operación.

En la tabla 3 se presenta la potencia nominal en el periodo 2010-2015 clasificada según el tipo de tecnología de generación.

Fuente de energía	Tipo de central	Potencia Nominal (MW)				
		2010	2011	2012	2013	2014
Renovable	Hidráulica	2.242,42	2.234,41	2.263,89	2.263,89	2.261,63
	Biomasa	101,30	101,30	101,30	101,30	144,30
	Eólica	2,40	2,40	2,40	18,90	21,15
	Solar	0,02	0,04	0,08	3,90	26,41
Total Renovable		2.346,14	2.338,15	2.367,67	2.387,99	2.453,49
No Renovable	Térmica	2.791,55	2.843,08	3.086,73	3.108,23	3.291,48
Total No Renovable		2.791,55	2.843,08	3.086,73	3.108,23	3.291,48
Total		5.137,69	5.181,23	5.454,40	5.496,22	5.744,97

**Tabla 3: Potencia nominal por tipo de central del sector eléctrico ecuatoriano [6].**

En el año 2014 la potencia nominal del sector eléctrico Ecuatoriano presenta un incremento con respecto al año 2013 de 4.53 % y con respecto al 2010 de 11.82%, dando un total de 5.744,97 MW de potencia instalada a bornes de generador.

En la tabla 4 se presenta la potencia efectiva en el periodo 2010-2015 clasificada según el tipo de tecnología de generación.

Fuente de energía	Tipo de central	Potencia Efectiva (MW)				
		2010	2011	2012	2013	2014
Renovable	Hidráulica	2.215,19	2.207,17	2.236,62	2.236,62	2.234,63
	Biomasa	93,40	93,40	93,40	93,40	136,40
	Eólica	2,40	2,40	2,40	19,56	21,15
	Solar	0,02	0,04	0,08	3,87	26,37
Total Renovable		2.311,01	2.303,01	2.332,50	2.353,45	2.418,55
No Renovable	Térmica	2.446,38	2.492,67	2.730,44	2.749,96	2.871,55
Total No Renovable		2.446,38	2.492,67	2.730,44	2.749,96	2.871,55
Total		4.757,39	4.795,68	5.062,94	5.103,41	5.290,10

**Tabla 4: Potencia efectiva por tipo de central del sector eléctrico ecuatoriano [6].**

### 1.5 Producción de energía en el periodo 2010-2014.

En el Ecuador las transacciones de importación de energía eléctrica a los países vecinos son consideradas en la energía bruta.

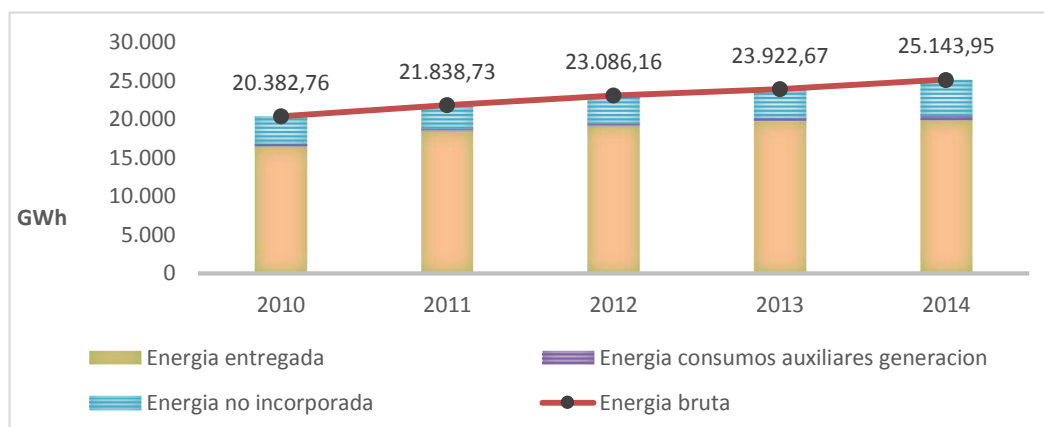
Año	Energía bruta	Energía disponible	Energía entregada	Energía entregada para servicio público	Energía no entregada para servicio público	Energía consumos auxiliares generación	Energía no incorporada
	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
2010	20.382,76	20.082,07	16.482,89	17.376,37	2.705,70	300,69	3.599,18
2011	21.838,73	21.538,81	18.449,03	18.612,88	2.925,93	299,92	3.089,78
2012	23.086,16	22.706,95	19.077,38	19.399,50	3.307,45	379,21	3.629,57
2013	23.922,67	23.505,36	19.706,45	20.158,54	3.347,09	417,04	3.799,19
2014	25.143,95	24.629,45	19.868,81	21.485,91	3.143,54	514,50	4.760,64

**Tabla 5: Energía producida en el sector eléctrico Ecuatoriano [6].**

En la tabla 5 se observa que la energía bruta tuvo un crecimiento de 23%, al pasar de 20.382,76 GWh en 2010, a 25.143,95 GWh en el 2014, los años de mayor crecimiento fueron el 2011 y 2012 con 8% y 6% en relación al año anterior respectivamente.

En la figura 1.5 se aprecia de mejor manera la energía producida en el periodo 2010 – 2014.

Durante el año 2014 la energía entregada al sistema eléctrico fue de 19.868,81 GWh que ocupa el 79 % de la energía bruta , mientras que el 19% y 2% se encuentran divididas entre la energía no incorporada y la energía para el consumo auxiliar de generación (4.760.4 GWh y 514,50 GWh) tal como se muestra en la figura 1.5.



**Figura 1.5 Energía producida en el sector eléctrico Ecuatoriano [6].**

### 1.6 Consumo de combustible de las empresas de generación eléctrica en el periodo 2010-2014.

El combustible usado para generación térmica depende del tipo de tecnología empleada en la central.

Las empresas generadoras, distribuidoras y autogeneradoras de energía, en sus centrales térmicas, disponen de motores de combustión interna (MCI), unidades turbovapor o unidades turbogas, las mismas que para su funcionamiento utilizan diversos combustibles, como son: fuel oil, diésel, nafta, gas natural, crudo, residuo y bagazo de caña, siendo considerado este último como una fuente de energía renovable. En algunas de estas se consume un tipo de combustible para el arranque de la central y otro por lo general más económico, para la producción de energía eléctrica.

En el Ecuador, los combustibles más utilizados en la generación termoeléctrica son:

- **Diésel 2:** utilizado como combustible principal en motores de combustión interna y algunas turbinas a gas, y para el arranque de unidades de turbovapor y motores de combustión interna que utilizan combustibles pesados (residuo, fuel oil) como materia prima.
- **Fuel Oil:** empleado como combustible principal de centrales con turbinas a vapor y motores de combustión interna.
- **Nafta:** usado como combustible principal en algunas unidades a gas.

- **Residuo:** se lo utiliza como combustible principal de turbinas a vapor y motores de combustión interna.
- **Gas Natural:** empleado en centrales con turbinas a gas.

En la Tabla 6 se muestran los totales de los diferentes tipos de combustible consumidos en el 2014.

Combustible	Unidad	Consumo
Fuel Oil	Millones gal	366,78
Diésel	Millones gal	185,56
Nafta	Millones gal	-
Gas Natural	Millones Kpc	26,65
Residuo	Millones gal	36,24
Crudo	Millones gal	77,09
GLP	Millones gal	6,34
Bagazo de Caña	Millones Ton	1,33

**Tabla 6: Consumo de combustible utilizado en generación eléctrica [6].**

### 1.7 Energía producida y costos de producción de energía eléctrica.

La producción de energía del sistema eléctrico ecuatoriano se basa en el aporte proveniente de centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, eólicas y fotovoltaicas.

De acuerdo al contenido de la Tabla 7, del total de energía bruta a nivel nacional, el 47,54 % corresponde a energía producida por fuentes renovables, el 49,13 % a energía de fuentes no renovables y el 3,33% a importación de energía.

Tipo Energía	Tipo de Central	Energía Bruta	
		GWh	%
Renovable	Hidráulica	11.457,90	45,57
	Térmica Turbovapor <sup>3</sup>	399,47	1,59
	Eólica	79,74	0,32
	Fotovoltaica	16,48	0,07
<b>Total Renovable</b>		<b>11.953,59</b>	<b>47,54</b>
	Térmica MCI	6.343,86	25,23

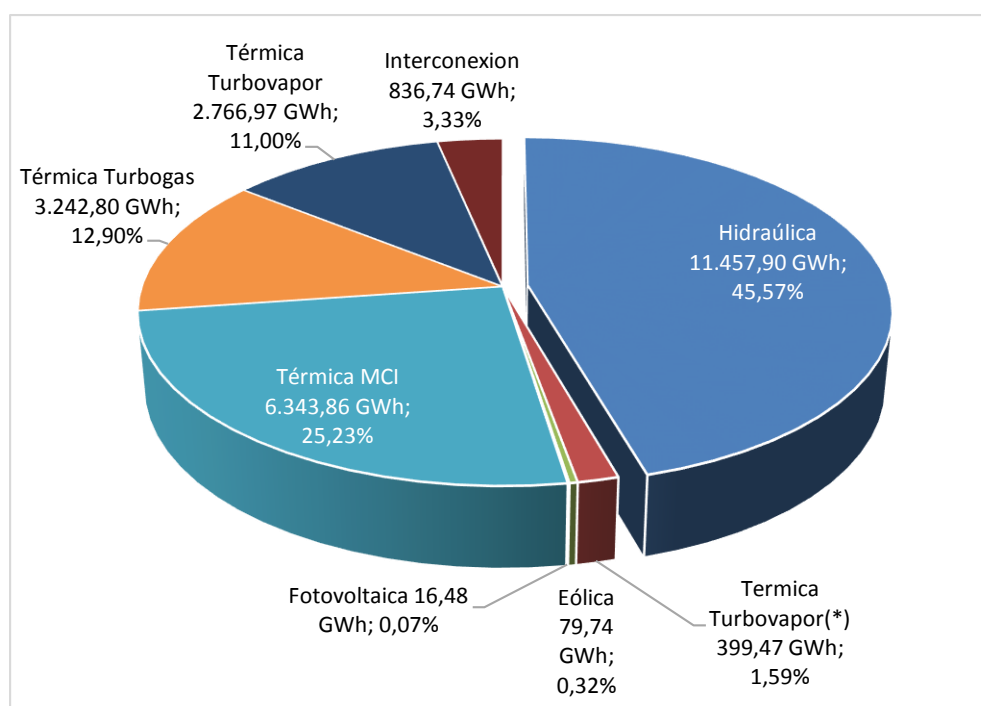
<sup>3</sup> Corresponde a generación cuyo combustible es Biomasa (Bagazo de caña).



No Renovable	Térmica Turbogas	3.242,80	12,90
	Térmica Turbovapor	2.766,97	11,00
<b>Total No Renovable</b>		<b>12.353,63</b>	<b>49,13</b>
Interconexión	Interconexión	836,74	3,33
<b>Total Interconexión</b>		<b>836,74</b>	<b>3,33</b>
<b>Total</b>		<b>25.143,96</b>	<b>100</b>

**Tabla 7: Producción bruta por tipo de energía y central [6].**

En la Figura 1.6, se aprecian los valores de energía bruta en GWh y porcentajes de participación de cada tipo de central disponible en el país más el aporte por interconexión.



**Figura 1.6 Producción de energía bruta por tipo de central [6].**

Las empresas generadoras, distribuidoras y autogeneradoras de energía, en sus centrales térmicas, disponen de motores de combustión interna (MCI), unidades turbovapor o unidades turbogas, las mismas que para su funcionamiento utilizan diversos combustibles, como son: fuel oil, diésel,

nafta, gas natural, crudo, residuo y bagazo de caña, siendo considerado este último como un tipo de biocombustible

Para establecer una aproximación del valor que le cuesta al Ecuador producir 1 KWh el estudio se enfocara en el consumo de combustible de los principales procesos de generación termoeléctrica, para lo cual se tomaron 3 empresas representativas en lo que se refiere a generación térmica.

El consumo de combustible se obtuvo a partir de la energía vendida y el rendimiento promedio de cada unidad de generación de las empresas generadoras en mención.

Los detalles se presentan en la tabla 8.

Empresa Generadora	Tipo de Central	Combustible	Energía vendida (GWh)	Rendimiento (kWh /galón)	Galones
ELECTROQUIL S.A.	Térmica MCI	Diésel	286,66	13,9	19317634,37
CELEC TERMOGAS MACHALA	Térmica Turbogas	Gas natural	1597,5	10843,7	147320,09
TERMOGUAYAS GENERATION S.A.	Térmica Turbovapor	Fuel oil	623,18	15,17	41093306,96

**Tabla 8: Consumo de combustible en galones de las centrales generadoras en estudio.**

Para el análisis se utilizó información pública del Servicio de Rentas Internas correspondiente al impuesto a la renta de las empresas generadoras privadas como lo son Electroquil S.A. y Termoguayas Generation S.A., con el cual se derivó la utilidad. Al ser una entidad pública CELEC Termogas Machala no registra información en el portal del SRI, por lo cual se procederá a realizar un análisis que obviara estos parámetros.

A continuación en la tabla 9 se presentan los ingresos por energía vendida, la utilidad y los egresos de las centrales generadoras.

Empresa Generadora	Energía vendida (GWh)	Precio energía vendida (USD ¢/kWh)	Ingresos (USD)	Utilidad (USD)	Egresos (USD)
TERMOGUAYAS GENERATION S.A	623,18	8,63	53.780.434,00	2.540.166,24	51.240.267,76
ELECTROQUIL S.A.	268,66	14,22	38.203.452,00	8.522.689,36	29.680.762,64
CELEC TERMOGAS MACHALA	1597,5	4,61	73.644.750,00	-	-

**Tabla 9: Ingresos por energía vendida, egresos y utilidades de las centrales generadoras en estudio**

Los costos variables nacen de la multiplicación entre la energía vendida (GWh) y el costo promedio variable de producción (USD ¢//kWh) y los costos fijos de la diferencia entre los egresos totales y los costos variables.

Los resultados de estas operaciones se muestran en la tabla 10.

Empresa Generadora	Energía vendida (GWh)	Costo promedio variable de producción (USD ¢/kWh)	Costos variables (USD)	Costos fijos (USD)
TERMOGUAYAS GENERATION S.A	623,18	6,9	42.999.420,00	8.240.847,76
ELECTROQUIL S.A.	268,66	14,22	22.245.048,00	7.435.714,64
CELEC TERMOGAS MACHALA	1597,5	3,54	56.551.500,00	-

**Tabla 10: Costos fijos y variables de las centrales generadoras en estudio.**

El cálculo de los costos del combustible para el sector eléctrico lo realiza anualmente PETROECUADOR en su normativa “Cálculos de Precios Terminal”, la que detalla una serie de procedimientos para el cálculo del precio de los productos derivados del petróleo para cada sector del mercado (petrolero, minero, eléctrico, marítimos, etc.)

En la tabla 11 se indica el precio al que se expende el combustible para la generación eléctrica, así como su costo referencial.

Combustible comercializado por PETROECUADOR	Precio Nacional (USD/gal) [7]	Precio Internacional (USD/gal) [8]
Nafta	0,7332	2,691
Diésel 2	0,9007	3,079
Fuel Oil 4	0,5376	2,801
Residuo	0,2933	2,275
Gas Natural	2,6315	3,22

**Tabla 11: Precio de combustibles para generación eléctrica.**

A continuación en la tabla 12 se aprecia el costo al comprar los combustibles en el medio internacional y un equivalente de costo al precio al que se expenden los mismos en el medio local.

Empresa Generadora	Galones	Costo al precio internacional (USD)	Costo al precio local (USD)
TERMOGUAYAS GENERATION S.A	41093306,96	76.433.550,94	40.682.373,89
ELECTROQUIL S.A.	19317634,37	39.214.797,77	19.897.163,40
CELEC TERMOGAS MACHALA	147320,09	60.830.302,10	-

**Tabla 12: Costo de combustibles al precio local e internacional**

En la tabla 13 se presenta el precio asociado al transporte del combustible y el dinero que desembolsa el país al distribuir dichos combustibles a las empresas generadoras. Se entiende por desembolso del país al monto gastado al comprar el combustible en el medio internacional, más los costos fijos de cada una de las empresas, tales como sueldos, más los costos asociados a la logística y transporte del combustible.

Además se adicionara un porcentaje de ganancia como lo indica la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Ganancia} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Egresos}} \quad (1.1)$$

Empresa Generadora	Precio asociado a transporte (USD)	Desembolso del país (USD)	Ganancia (%)	Costo Real (USD)
TERMOGUAYAS GENERATION S.A	2.317.046,11	86.991.444,81	0,05	91.341.017,05
ELECTROQUIL S.A.	2.347.884,60	48.998.397,01	0,29	63.207.932,14
CELEC TERMOGAS MACHALA	2.332.465,36	63.162.767,46	-	63.162.767,46

**Tabla 13: Costo real desembolsado por las empresas generadoras en estudio**

En la tabla 14 se muestra el precio de producir energía (USD/kWh) por tipo de central.

Empresa Generadora	Central	Energía vendida (GWh)	Costo real (USD)	Precio (USD/kWh)
TERMOGUAYAS GENERATION S.A	Térmica Turbovapor	623,18	91.341.017,05	0,15
ELECTROQUIL S.A.	Térmica MCI	268,66	63.207.932,14	0,24
CELEC TERMOGAS MACHALA	Térmica Turbogás	1597,5	63.162.767,46	0,04

**Tabla 14: Precio de la energía vendida de las empresas generadoras en estudio**

A continuación en la tabla 15 se presentan los precios en USD/KWh de cada tecnología de generación con sus respectivas participaciones en el porcentaje total de la energía bruta generada en el país.

Central	Combustible	USD/kWh	Porcentaje de participación	Precio de venta (USD/kWh)
Hidráulica	-	0.02	49.28%	0.009856
Térmica MCI	Diésel	0,24	25.23%	0,060552
Térmica Turbogas	Gas natural	0,04	12.9%	0,00516
Térmica Turbovapor	Fuel oil	0,15	12.59%	0,018885
<b>Total</b>				<b>0,094453</b>

**Tabla 15: Precio de venta de la energía según el tipo de tecnología de generación.**

## CAPÍTULO 2

### 2 DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

El diseño de sistemas de distribución a 22 kV y 36 kV se llevará a cabo en la subestación eléctrica Bien Publico forma parte de CNEL-Unidad de Negocio Guayaquil y brinda servicio eléctrico a una parte del centro de la ciudad, donde la mayor parte de su carga es del tipo residencial.

La Corporación Nacional de electricidad considera la subestación Bien Público como una subestación de distribución.

#### 2.1 Sistema eléctrico de la empresa distribuidora.

El área geográfica al que le da cobertura CNEL- Unidad de Negocio Guayaquil es de 1.052,61 Km<sup>2</sup>, que representa el 6.26% de la superficie de la provincia del Guayas cuya área es de 16.803 Km<sup>2</sup>, en donde se encuentra incluido el 100% de la extensión territorial de la ciudad de Guayaquil.

#### 2.2 Puntos de entrega de subtransmision y subestaciones de distribución.

La ciudad de Guayaquil con CNEL- Unidad de Negocio Guayaquil posee los siguientes puntos de entrega con sus respectivas líneas de subtransmision a 69 kV como se detalla en la tabla 16.

PUNTOS DE ENTREGA	SUBTRANSMISION 69 [kV]
<b>1. SALITRAL</b>	1. Chambers 2. Portete 3. Sur 4. Garay 5. Norte 6. Ceibos 7. Prosperina 8. Cemento 9. S. Eduardo 10. C. Azul
<b>2. POLICENTRO</b>	11. Orellana

	12. Piedrahita 13. Tres Cerritos 14. Cristavid
<b>3. TRINITARIA</b>	15. Guasmo 16. P. Canales 17. Pradera 18. La Universal
<b>4. HOLCIM</b>	19. Holcim
<b>5. PASCUALES</b>	20. Vergeles 21. Cervecería
<b>6. NUEVA PROSPERINA</b>	22. Nueva Prosperina 2 23. Nueva Prosperina 3

**Tabla 16: Puntos de entrega y líneas de subtransmisión dentro de la ciudad de Guayaquil.**

Dentro de la ciudad de Guayaquil funcionan 33 subestaciones de distribución con 155 alimentadores que permiten suplir de energía a los sectores residencial, comercial e industrial. Los transformadores de distribución instalados en los alimentadores primarios tienen una relación de transformación 13800 V/120-240 V, este es el nivel de voltaje que llega a los abonados residenciales.

A continuación en la tabla 17 se enuncian las subestaciones de distribución con sus alimentadoras.

<b>SUBESTACIONES 13.8 [kV]</b>	<b>ALIMENTADORAS</b>
<b>1. PORTUARIA</b>	1. Cartonera 2. 25 de Julio 3. Abdón Calderón 4. Portuaria 4
<b>2. GUASMO</b>	5. Acerías 6. Unión de Bananeros 7. Cuba 8. Guasmo Sur 9. Floresta 10. Guasmo Centro 11. Las Tejas



<b>3. ISLA TRINITARIA</b>	12. Trinitaria Sur 13. Trinitaria Norte 14. Trinitaria 4
<b>4. PADRE CANALES</b>	15. Suburbio 2 16. Suburbio 5 17. Suburbio 1 18. Suburbio 4 19. Suburbio 6 20. Suburbio 3
<b>5. PRADERA</b>	21. Mall del Sur 22. Del Maestro 23. Coven 24. Valdivia 25. Los Esteros 26. Fertisa 27. Reserva
<b>6. EL UNIVERSO</b>	28. El Universo 29. Domingo Comín 30. La Saiba 31. Fadesa
<b>7. ESMERALDAS</b>	32. Trujillo 33. Tulcán 34. Av. Del Ejercito 35. Acacias 36. Francisco Segura 37. 4 Noviembre 38. Antepara 39. Venezuela
<b>8. PUERTO LISA</b>	40. Barrio Lindo 41. La Chala 42. El Cisne
<b>9. LAS TORRES</b>	43. La Torre 1 44. La Torre 2 45. La Torre 3 46. La Torre 4 47. La Torre 5 48. La Torre 6
<b>10. AYACUCHO</b>	49. Calixto Romero

	50. Luque 51. Pichincha 52. Centro Park
<b>11. ASTILLERO</b>	53. Alfaro 54. Esmeralda 55. Coronel 56. Reserva 57. Chile 58. El Oro 59. Rumichaca 60. Reserva
<b>12. BOYACA</b>	61. Padre Solano 62. Malecón 63. Nueva Boyaca 64. Mendiburo 65. Córdova 66. La Previsora 67. Panamá 68. Rocafuerte
<b>13. GARAY</b>	69. Colon 70. Aguirre 71. Hurtado 72. El Salado 73. Delta 74. 10 de Agosto 75. Huancavilca 76. Velez
<b>14. LOS CEIBOS</b>	77. Carlos Julio Arosemena 78. Miraflores 79. Norte 80. Los Ceibos 81. Urdesa 82. Las Lomas
<b>15. AMERICAS</b>	83. Kennedy 84. Plaza Dañin 85. Por Olimpo 86. M.H. Alcivar
<b>16. BIEN PUBLICO</b>	87. Quisquis

	88. JoseMascote
<b>17. ATARAZANA</b>	89. Atarazana 1 90. Atarazana 2 91. Atarazana 3
<b>18. KENEDY NORTE</b>	92. Plaza del Sol 93. Urdenor 94. Jose Castillo 95. WorldTrade Center 96. Centrum 97. Las Cámaras 98. San Marino
<b>19. CUMBRES</b>	99. Celoplast 100. Sta. Cecilia 101. Ceibos Norte 102. Cumbres 4
<b>20. GARZOTA</b>	103. Gran Manzana 104. Garzota 105. Aeropuerto 106. Agustín Freire
<b>21. ALBORADA 2</b>	107. Comegua
<b>22. BELO HORIZONTE</b>	108. Belo Horizonte
<b>23. MAPASINGUE</b>	109. Mapasingue 1 110. Mapasingue 2 111. Mapasingue 3 112. Mapasingue 4 113. Mapasingue 5 114. Mapasingue 6 115. Mapasingue 7 116. Mapasingue 8
<b>24. ALBORADA 1</b>	117. Tanca Marengo 118. Benjamín Carrion 119. Alborada 120. Salitrón
<b>25. GUAYACANES</b>	121. Guayacanes 1 122. Guayacanes 2 123. Guayacanes 3 124. Guayacanes 4
<b>26. SAMANES</b>	125. Samanes

	126. Juan Montalvo 127. Samanes 3 128. Samanes 4
<b>27. PARQUE CALIFORNIA</b>	129. California 1 130. California 2 131. Parque California
<b>28. CERRO BLANCO</b>	132. Chongón 133. Puerto Hondo 134. Cerro Blanco
<b>29. VERGELES</b>	135. Bastión 136. Teniente Hugo Ortiz 137. Los Rosales 138. Camino a los Vergeles
<b>30. ORQUIDEAS</b>	139. Los Ranchos 140. Orquídeas 141. Mucho Lote
<b>31. EL SAUCE</b>	142. Sauce 1 143. Sauce 2 144. Sauce 3 145. Sauce 4 146. Sauce 5
<b>32. FLOR DE BASTION</b>	147. Flor de Bastión Este 148. Flor de Bastión Oeste 149. Flor de Bastión 4 150. Flor de Bastión 5 151. Fortín
<b>33. GERMANIA</b>	152. Pascuales 153. La Toma 154. Rosavin 155. Cobre

**Tabla 17: Subestaciones de distribución y Alimentadoras CNEL-Unidad de Negocio Guayaquil.**

Las subestaciones mencionadas anteriormente alimentan a todo tipo de cargas: residencial, comercial, industrial, etc. La Subestación Bien Público a la que se le

hará el estudio de cambio de voltaje primario de 13.8 kV a 22 kV y 36 kV se irán detallando en los siguientes subcapítulos.

### 2.3 Ubicación geográfica de la subestación en estudio.

La subestación Bien Público se encuentra localizada en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, sector céntrico de la ciudad, en las calles García Moreno y Piedrahita. La subestación cuenta con una área de aproximadamente 0.0526 hectáreas a una altitud de 10 m.s.n.m., cuyas coordenadas geográficas en grados decimales son: latitud Sur -2.183551 y longitud Oeste -79.889901.

La temperatura del lugar y de Guayaquil en sí, en promedio, oscila entre los 25 y 28° C.

En la figura 2.1 se presenta una descripción física que contiene la ubicación exacta de la subestación eléctrica Bien Público.

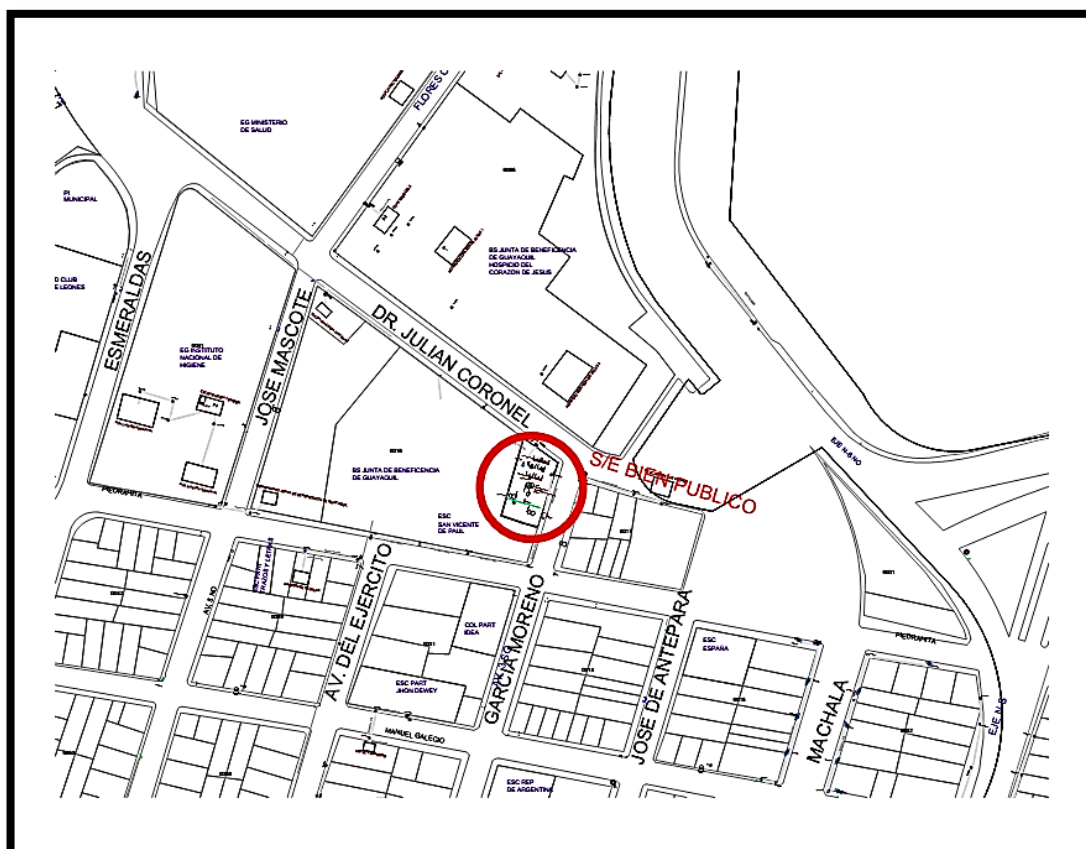


Figura 2.1: Ubicación geográfica de la subestación Bien Público.

#### **2.4 Subestación eléctrica Bien Público.**

La subestación Bien Público abastece de energía eléctrica a parte del centro de la ciudad de Guayaquil y es propiedad de la CNEL-EP Unidad De Negocio Guayaquil.

Esta subestación se encarga de reducir el nivel de voltaje, con el objetivo de suministrar energía a las diferentes clases de usuarios.

La subestación Bien Público se encuentra alimentada a través de la línea de subtransmisión Norte a nivel de 69 kV la cual proviene de la subestación Salitral, cuya longitud es de 10.4 Km.

Para aumentar la confiabilidad, la subestación Bien Público tiene una configuración de barra principal y de transferencia la misma que cumple un papel fundamental en la continuidad del servicio. Esta subestación dispone de 2 salidas para alimentadores primarios cada una protegida mediante reconectores.

El terreno donde se sitúa la subestación es de forma rectangular rodeado con un cerramiento de concreto. Posee una superficie de 526 m<sup>2</sup> y cuenta con un cuarto de operador de 9.5 m<sup>2</sup> y un patio de maniobras cubierto de piedra chispa.

La subestación cuenta con un transformador de potencia de 8/10/12 MVA, OA/AF/OF.

El esquema unifilar de la subestación Bien Público se detalla a continuación en la figura 2.2.

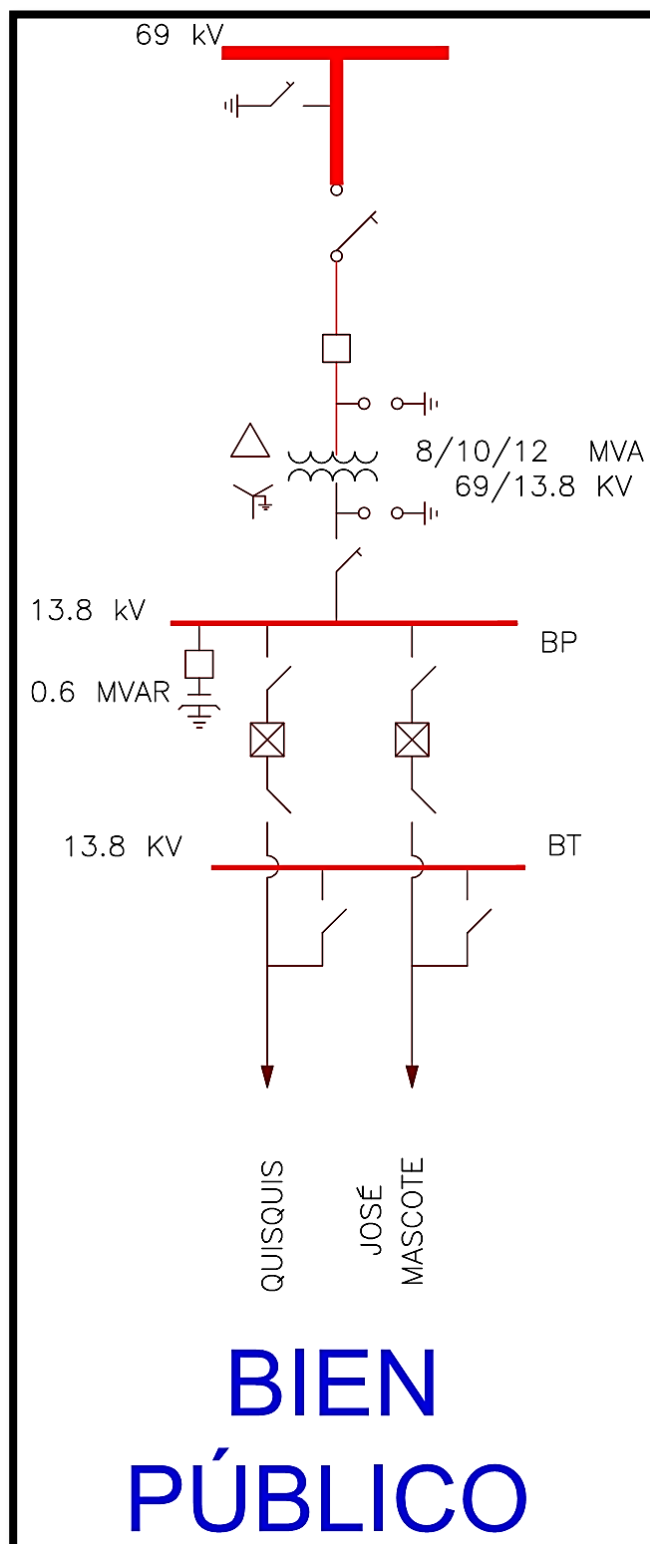


Figura 2.2: Diagrama unifilar de la subestación Bien Público.

## 2.5 Descripción de la subestación.

La subestación Bien Publico cuenta con las tensiones nominales de 69 kV en su lado de media tensión y 13.8 kV en su lado de baja tensión. A continuación se detallan los equipos principales utilizados en cada patio.

### 2.5.1 Patio de 69 kV.

La estructura del patio de 69 kV está formada básicamente por torres separadas de 7.25 m de altura, unidas con una bandeja en su parte superior con soportes para un seccionador tripolar de operación manual, unidas a un pórtico de tubo de hierro de 6" de diámetro, con soportes para los portafusibles y bases para los pararrayos en las tiras de unión. Las estructuras descansan sobre bases de hormigón armado, y están sujetas con pernos de acero empotrados. En la figura 2.3 se aprecian las estructuras de 69 kV de la subestacion Bien Público.

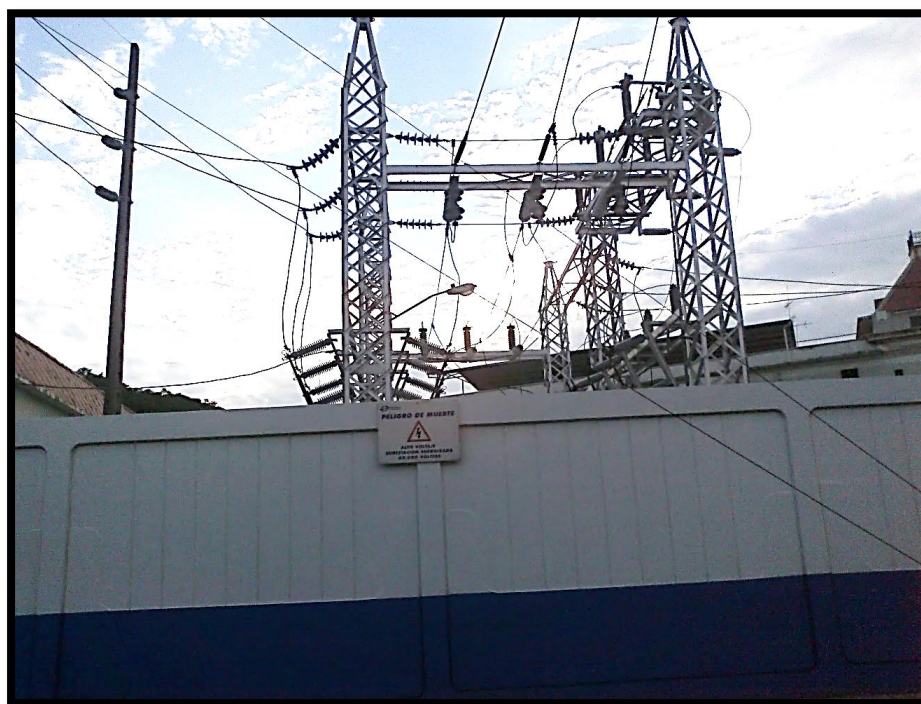


Figura 2.3 Estructura de 69 kV de la subestación Bien Publico



### 2.5.2 Aisladores y herrajes.

Los aisladores son los encargados de aislar eléctricamente el conductor de estructuras a tierra y de otros conductores, resistiendo tensiones en operación normal y sobretensiones cuando se presente alguna falla o descarga atmosférica.

También cumplen con la función de dar soporte rígido o flexible a los conductores, cada aislador debe ser asegurado con su correspondiente herraje, en la tabla 18 se detallan los aisladores que se utilizan en el patio de 69 kV.

DESCRIPCION	CANTIDAD
Aisladores 69 kV tipo pin para estructura tangente	3
Cadena de aisladores 69 kV de 6 discos para estructura terminal	6

**Tabla 18: Aisladores de 69 kV de la subestación Bien Público.**

Las cadenas de aisladores en detalle se muestran en la figura 2.4.



**Figura 2.4 Cadena de aisladores de suspensión de 69 kV.**

### 2.5.3 Seccionador tripolar de aire con cuchillas a tierra.

Los seccionadores son equipos utilizados con la finalidad de conectar y desconectar una parte del sistema eléctrico de la subestación, ya sea para dar mantenimiento o realizar alguna maniobra. Los tramos de la subestación a desconectar deben estar sin corriente, es decir sin carga, ya que estos equipos no son capaces de abrir un circuito energizado, siendo esta la principal diferencia con un interruptor de potencia.

La subestación Bien Publico emplea 3 cuchillas seccionadoras tripolares. Los seccionadores de entrada y de salida se emplean para conectar o desconectar la línea de subtransmision a 69 kV. Además se tiene un juego de seccionadores de bypass que son útiles en caso de falla o mantenimiento del interruptor principal.

Por último se tienen las cuchillas de puesta a tierra empleadas para poner la subestación a tierra e impedir algún accidente debido a malas maniobras u otras causas. En figura 2.5 se observa el seccionador tripolar instalado en la subestacion Bien Público.



**Figura 2.5 Seccionador tripolar de aire con cuchillas para conexión a tierra.**

#### 2.5.4 Interruptor en gas SF6 (GCB).

El interruptor o disyuntor junto al transformador de potencia, es considerado uno de los dispositivos de mayor importancia dentro de la configuración de una subestación eléctrica, ya que permite conectar o desconectar un circuito energizado y además ser capaz de interrumpir corrientes de falla.

Debido a la importancia del transformador a proteger, se utilizan interruptores con hexafluoruro de azufre (SF6) como medio de extinción de arco. En la figura 2.6 se observa uno de los interruptores de 69 kV de la subestación Bien Público.



Figura 2.6: Interruptor en gas SF6 de 69 kV.

#### 2.5.5 Pararrayos.

Los pararrayos son la primera línea de protección de la subestación contra sobrevoltaje por descargas atmosféricas o por maniobras, su principio de funcionamiento se basa en la característica fuertemente no lineal de las

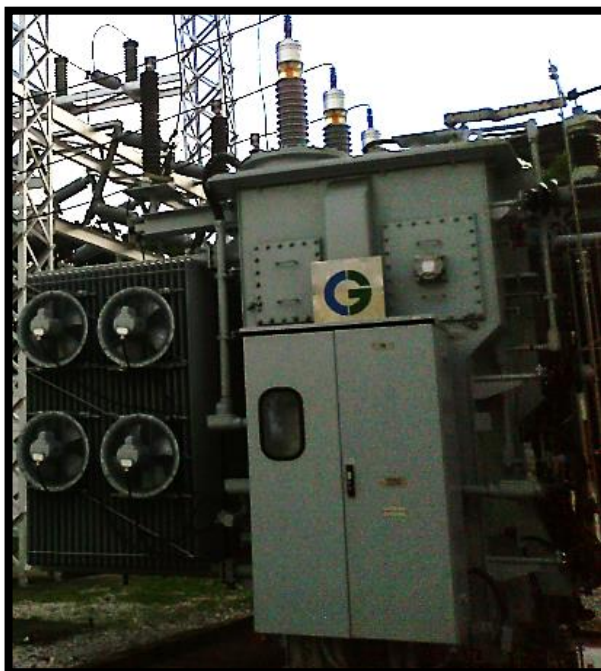
varistancias. Esta no linealidad es tal que la resistencia pasa de  $10\text{ M}\Omega$  a  $15\ \Omega$  entre la tensión de servicio y la tensión con la corriente nominal de descarga [9].

Se los ubica a la entrada y salida de cada línea que de la subestación, y cerca del equipo principal de la subestación a proteger, en este caso el transformador de potencia.

La subestación Bien Publico dispone de pararrayos en cada una de las fases del lado de alto voltaje.

### 2.5.6 Transformador de potencia.

Se dispone de un transformador de potencia con relación de transformación  $69\text{ kV}/13.8\text{ kV}$ , conexión delta – estrella sólidamente aterrizado, con capacidad  $8/10/12\text{ MVA}$ , la capacidad varía según el tipo de refrigeración que usa el equipo al momento de operar pudiendo ser este OA/AF/OF. La figura 2.7 muestra una vista lateral del transformador de potencia instalado actualmente.



**Figura 2.7: Transformador de potencia T1 G subestación Bien Público.**



### 2.5.7 Patio de 13.8 kV.

En este patio se sitúa la estructura de baja tensión a 13.8 kV, la estructura está conformada por 6 pórticos metálicos circulares de 6" de diámetro, de hierro, ubicados formando cuadrados de 4 m.

Los pórticos verticales se conectan entre sí mediante estructuras horizontales constituidos por tubos de hierro de 6", de tal forma que se constituye en una estructura sólida en la parte superior; en la parte inferior, las estructuras descansan sobre una base de hormigón, sujetas con pernos de acero a través de una placa de apoyo metálica.

La subestación tiene alimentadoras: Quisquis y José Mascote las que se encuentran operando actualmente.

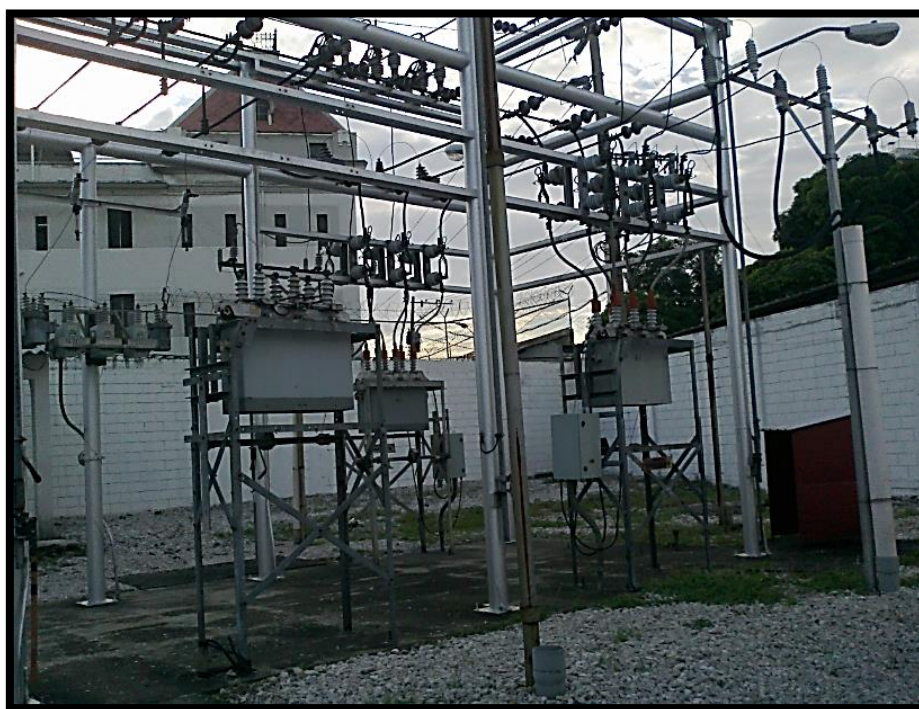


Figura 2.8: Patio de 13.8 kV de la subestación Bien Público.

### 2.5.8 Equipos de compensación reactiva.

Los capacitores tienen la función de inyectar potencia reactiva al sistema e incrementar la tensión en el punto de conexión.

En los interiores de la subestación Bien Público y en el recorrido de sus alimentadoras se tienen instalados bancos de capacitores. En la tabla 19 se muestra la capacidad y ubicación de los bancos de capacitores pertenecientes a la subestación Bien Público.

Subestación	Alimentador	Capacidad (Kvar)	Ubicación
Bien publico	Quisquis	900	Manuel Galecio y Lorenzo de Garaycoa
	José Mascote	600	José Mascote entre Piedrahita y Manuel Galecio
	Barra 13.8 kV	600	Subestación Barra 13.8 kV

**Tabla 19: Ubicación y capacidad de bancos de capacitores pertenecientes a la subestación Bien Público.**



**Figura 2.9: Banco de capacitores ubicado en la barra de 13.8 kV**

### 2.5.9 Reconectores de las alimentadoras.

Como medida de protección de las alimentadoras se dispone de reconectores, los cuales tienen capacidad de detectar fallas y abrir sus contactos y después de un tiempo programado reconectar la alimentadora, comprobando si la falla ha sido temporal o permanente, en caso de que la falla continúe, se abren sus contactos definitivamente desconectando la alimentadora, caso contrario la alimentadora queda conectada en servicio continuo. En la figura 2.10 se muestra uno de los reconectores marca Cooper utilizado para la protección del alimentador José Mascote.



Figura 2.10: Vista del reconector Cooper con su respectivo controlador.

## **2.6 Características generales de los alimentadores.**

### **2.6.1 Ubicación y recorrido del alimentador Quisquis.**

El alimentador Quisquis inicia su recorrido desde La subestación Bien Público que se encuentra localizada entre las calles Julián Coronel y García Moreno y va recorriendo parte del centro de la ciudad de Guayaquil. El límite topológico de esta alimentadora está dado al norte por la calle Julián Coronel; al sur por la calle Primera de mayo; al este por la calle Boyacá y al Oeste por la calle José macote.

En la figura 2.11 Se aprecia como más detalles del alimentador Quisquis.

### **2.6.2 Ubicación y recorrido del alimentador José Mascote.**

El alimentador José Mascote inicia su recorrido desde La subestación Bien Público que se encuentra localizada entre las calles Julián Coronel y García Moreno y va recorriendo parte del centro de la ciudad de Guayaquil. El límite topológico de esta alimentadora esta dado al norte por la calle Flores Ontaneda; al sur se encuentra limitado por la calle Primero de Mayo; al este por la calle Machala; y, al oeste se encuentra limitado por la calle Tungurahua.

En la figura 2.12 se aprecia con más detalles el recorrido del alimentador José Mascote.







## 2.7 Características técnicas de los alimentadores.

Los Alimentadores Quisquis y José Macote tienen una topología de red tipo radial ramificada donde las troncales de las alimentadoras terminan en switches de aire que son puntos potenciales de interconexión con otros alimentadores, con un nivel de tensión nominal 13,8 GrdY/7.96 KV a la salida de subestación, con una disposición de red trifásica a cuatro conductores, tres fases y un neutro corrido que es multiaterrizado durante el recorrido.

Los conductores de las fases son del tipo ASCR, con calibres 336.3 MCM para el arranque del alimentador y trayectos posteriores utilizan 3/0 AWG y 1/0 AWG, para el neutro son 1/0 AWG y 2 AWG. Los conductores de la red secundaria de baja tensión están variando continuamente ya que depende de la densidad de demanda que exista en el sector como también la longitud a cubrir por lo general siempre suelen ser de 2/0 para las fases y 1/0 para el neutro.

En la tabla 20 se resumen las principales características de los alimentadores Quisquis y José Mascote.

Subestación	Alimentadores	Longitud (km)	Potencia Instalada (KVA)	Nivel de tensión (kV)	Ubicación
Bien Público	Quisquis	2,50	3605	13,8 GrdY/7,96	Centro Urbano
	Mascote	3,16	5442		

**Tabla 20: Potencia instalada y longitud de los alimentadores.**

## 2.8 Información de los transformadores de distribución.

Los centros de transformación en los alimentadores “Quisquis” y “José Mascote” están constituidos casi en su totalidad por estaciones monofásicas aéreas y en menor proporción por centros de transformación en Y abierto/Delta abierto, además de algunos transformadores (particulares en su mayoría) tipo convencional en cámara o padmounted, las cuales cubren toda el área de servicio urbano en el centro de la ciudad.

La carga total instalada en el alimentador Quisquis es de 3605 KVA correspondiente a 75 transformadores, lo cual representa el 33.62% del total de

la carga instalada de la subestación eléctrica Bien Público. El detalle de los transformadores del alimentador Quisquis se presenta en la tabla 21.

Detalle de transformadores en el alimentador "Quisquis"		
Transformadores	Cantidad	Potencia instalada (Kva)
Monofásicos	72	3317.5
Trifásicos	3	287.5
Total	75	3605

**Tabla 21: Potencia instalada del alimentador Quisquis.**

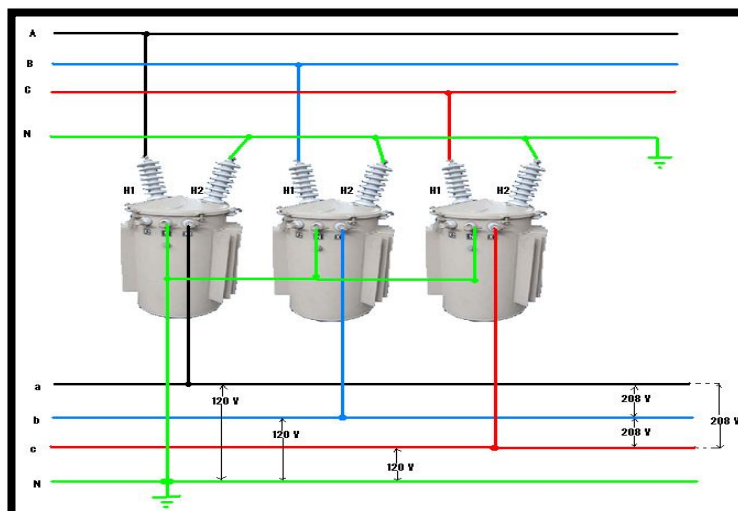
La carga total instalada en el alimentador José Mascote es de 7116 KVA correspondiente a 105 transformadores, lo cual representa el 66.37% del total de la carga instalada de la subestación eléctrica Bien Público. El detalle de los transformadores del alimentador José Mascote se presenta en la tabla 22.

Detalle de transformadores en el alimentador "José Mascote"		
Transformadores	Cantidad	Potencia instalada (Kva)
Monofásicos	97	6338.5
Trifásicos	8	777.5
Total	105	7116

**Tabla 22: Potencia instalada del alimentador José Mascote.**

### **2.8.1 Conexión Estrella-estrella aterrizada servicio 120/208 voltios, desfase angular 0°.**

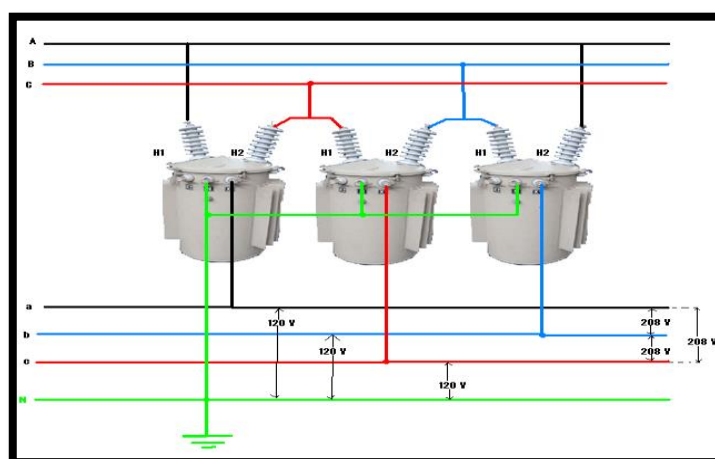
Los bancos Y-Y pueden alimentar cargas monofásicas y trifásicas. Se recalca que el neutro de los transformadores debe estar bien conectado al neutro del sistema ya que pueden ocurrir sobrevoltajes en el circuito secundario. Si la carga trifásica es desequilibrada, parte de la corriente de carga pasar por el neutro del primario.



**Figura 2.13: Conexión estrella con neutro a tierra-estrella**

### 2.8.2 Conexión Triangulo-estrella aterrizada servicio 120/208 voltios, desfase angular 30°.

Los bancos  $\Delta$ -Y tienen en particular que el neutro del sistema secundario esta aterrizado. Las cargas monofásicas están conectadas entre las fases y el neutro, a diferencia de las cargas trifásicas que están entre las fases. Las ventajas de este tipo de conexión se deben al hecho de que las cargas monofásicas pueden equilibrarse en las tres fases en cada banco por sí mismas.



**Figura 2.14: Conexión triangulo-estrella aterrizada.**

### 2.8.3 Estrella con neutro a tierra-triángulo servicio 120/240 voltios, desfase angular 30°.

Este tipo de servicio se usa cuando existe una mayor proporción de cargas trifásicas a servicio 240 voltios. Este tipo de conexión evita problemas con los componentes de tercera armónica de corriente, quedando estos circulando en el lado del primario (triángulo). Esta conexión es más estable bajo carga balanceada, ya que la delta reparte parcialmente cualquier desequilibrio que presente.

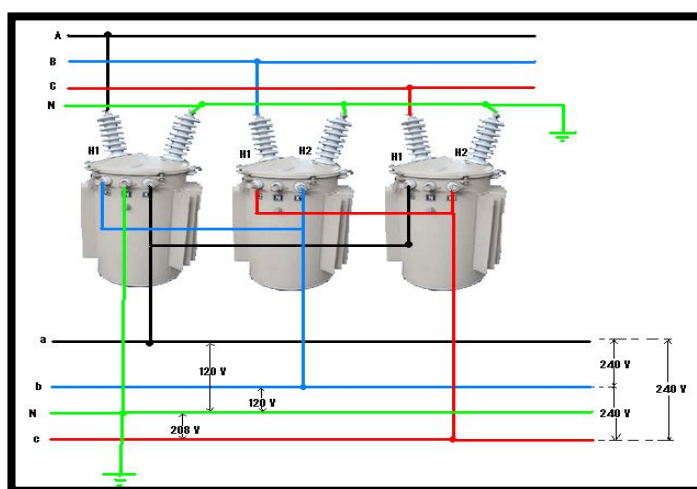
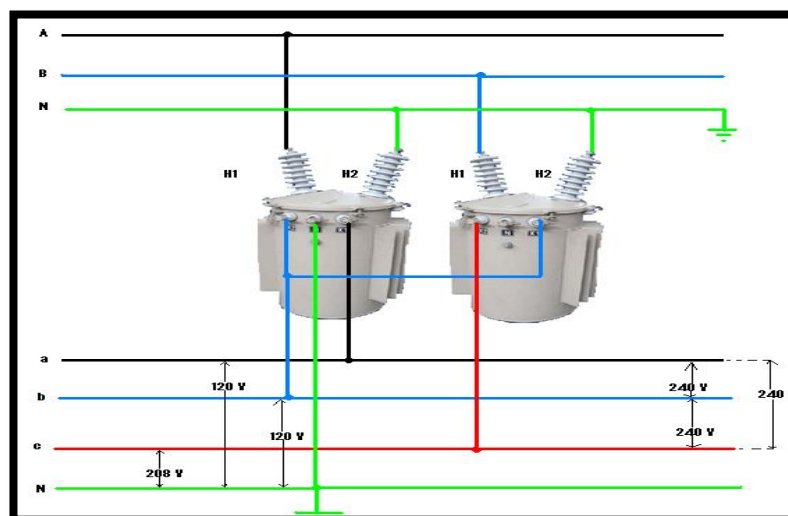


Figura 2.15: Conexión estrella con neutro a tierra-triángulo.

### 2.8.4 Estrella abierta-triángulo abierto servicio 120/240 voltios, desfase angular 0°.

Este tipo de conexión se utiliza cuando se requiere alimentar cargas trifásicas en poca proporción. Por lo general en nuestros alimentadores se lo utiliza con transformadores de capacidades distintas. No es muy acertada cuando predominan las cargas trifásicas ya que la capacidad es solo del 86.6% de la correspondiente a dos unidades que forman el banco trifásico. La capacidad de este banco es solamente el 57.7% de un banco trifásico cerrado de tres unidades.



**Figura 2.16: Conexión estrella abierta-triángulo abierto.**

## 2.9 Área de servicio.

El área servida actualmente por la subestación Bien Publico integra parte del centro urbano de la ciudad de Guayaquil que comprende alrededor de 0.47 Km<sup>2</sup> (47 Hectáreas).

### 2.9.1 Población servida a través de la subestación Bien Público.

La subestación Bien Público en la actualidad presta servicio a una población aproximada de 25000 habitantes del centro de Guayaquil, concentrado en edificaciones, locales comerciales, residenciales y administrativos.

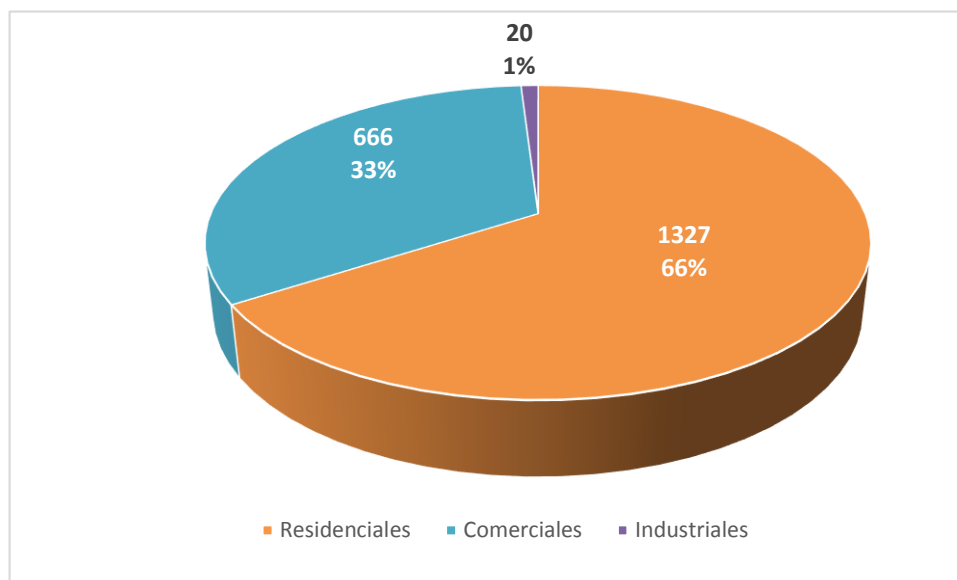
A continuación en la tabla 23 muestra el número de abonados de la subestación Bien Público y el tipo de cliente al cual se sirve con energía eléctrica.

Subestación Bien Publico		
Tipo de Cliente	Abonados (#)	Porcentaje (%)
Residenciales	1327	66%
Comerciales	666	33%
Industriales	20	1%
Total	2013	100%

**Tabla 23: Número de abonados por tipo de cliente.**



En la figura 2.17 se aprecia de mejor manera el porcentaje de clientes residenciales, comerciales e industriales pertenecientes a la subestación Bien Público.



**Figura 2.17: Número de abonados por tipo de cliente.**

En la tabla 24 se muestra como están divididos los abonados de la subestación Bien Público en sus respectivos alimentadores.

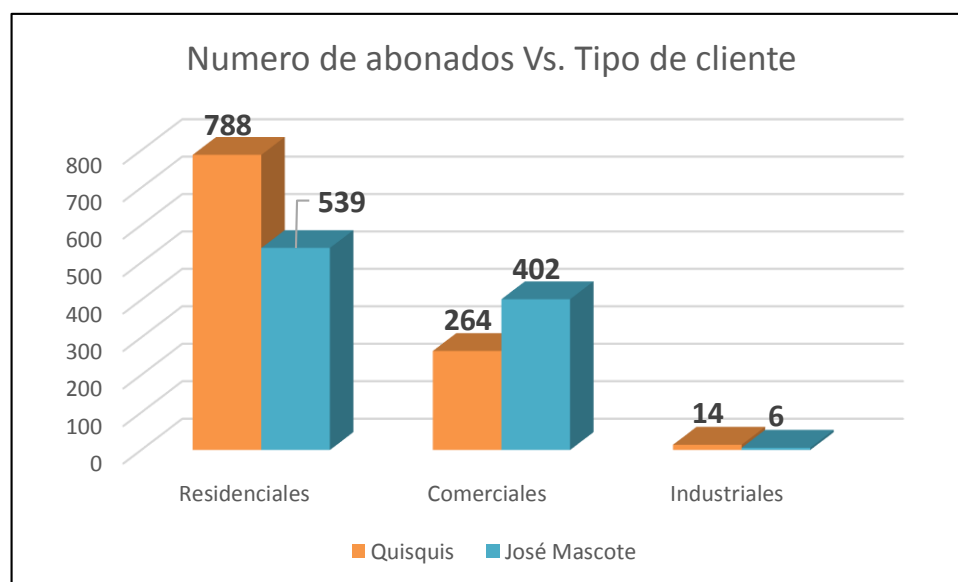
Subestación Bien Publico				
Tipo de cliente	Quisquis		José Mascote	
	Abonados (#)	Abonados (%)	Abonados (#)	Abonados (%)
Residenciales	788	73,92%	539	56,92%
Comerciales	264	24,77%	402	42,45%
Industriales	14	1,31%	6	0,63%
TOTAL	1066	100,00%	947	100,00%

**Tabla 24: Número de abonados por alimentador.**

En el alimentador Quisquis los clientes residenciales poseen el 74% del total de abonados a diferencia del alimentador José Mascote que posee un 56% de clientes residenciales del total de abonados.



En la figura 2.18 se puede apreciar mejor el número de abonados por el tipo de cliente de cada alimentador.



**Figura 2.18: Número de abonados por alimentador.**

### 2.9.2 Estado operativo actual.

La situación actual de los alimentadores Quisquis y José Mascote se caracteriza por:

- Imagen urbana un poco deteriorada, existen cruzamientos entre redes aéreas primarias y secundarias, redes aéreas telefónicas, salvo pocas excepciones; existen partes del recorrido donde las redes primarias son de tipo subterráneo.
- Una red con muchos años de servicio, aún existen crucetas de madera.
- En ciertos tramos de las alimentadoras existe cercanía de las redes a las edificaciones.
- Incremento progresivo de la demanda, debido al crecimiento comercial del sector.
- Poca posibilidad de ampliación de la red debido a la falta de espacio.

- Existen zonas que requieren desbroce de la vegetación.



**Figura 2.19: Estado actual de las redes de media tensión de la subestación Bien público.**

### 2.9.3 Levantamiento de la red actual.

Los alimentadores Quisquis y José Mascote actualmente operan a un nivel de voltaje de 13.8 kV. A continuación en las tablas 25 y 26 se detallan los elementos que forman parte de los alimentadores antes mencionados.

ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD
<b>ESTRUCTURAS</b>		
Estructura 3F centrada retención (3cr)	c/u	2
Estructura 3F volado retención (3vr)	c/u	22
Estructura 3F volado pasante (3vp)	c/u	47
Estructura 3F en volado angular (3va)	c/u	7
Estructura 3F en volado doble retención (3vd)	c/u	10
Estructura 3F centrada pasante (3cp)	c/u	1
Estructura 1F centrada retención (1cr)	c/u	8
Estructura F centrada pasante (1cp)	c/u	5
Estructura 1F en volado angular(1va)	c/u	1
<b>ELEMENTOS DE PROTECCION ELECTRICA</b>		
Pararrayo polimérico 10 KV	c/u	127

Seccionador fusible unipolar tipo abierto 15 KV-100 Amp.	c/u	37
Seccionador tipo barra para Bypass 15 KV-600 A	c/u	1
<b>ELEMENTO DE COMPENSACION DE POTENCIA</b>		
Banco de capacitores 3x300 KVAR	c/u	1
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION AUTOPROTEGIDOS</b>		
Transformador 25 kVA	c/u	3
Transformador 37.5 kVA	c/u	2
Transformador 50 kVA	c/u	9
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION CONVENCIONALES</b>		
Transformador 10 kVA	c/u	6
Transformador 15 kVA	c/u	3
Transformador 25 kVA	c/u	6
Transformador 37,5 kVA	c/u	5
Transformador 50 kVA	c/u	23
Transformador 75 kVA	c/u	11
Transformador 100 kVA	c/u	3
<b>TRANSFORMADORES TRIFASICOS CONVENCIONALES</b>		
Transformador trifásico convencional 75 kVA	c/u	1
Transformador trifásico convencional 100 kVA	c/u	1
<b>TRANSFORMADORES PADMOUNTED</b>		
Transformador trifásico Padmounted 112,5 kVA	c/u	1
<b>AISLADORES Y POSTES</b>		
Aislador (espiga) pin, porcelana, 15 KV	c/u	92
Aislador de suspensión, porcelana 15 KV	c/u	225
Poste 11 metros (350kg)	c/u	73
Postes 12 metros (500kg)	c/u	12

**Tabla 25: Levantamiento del alimentador Quisquis.**

<b>ELEMENTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>ESTRUCTURAS</b>		
Estructura 3F centrada doble retención (3cd)	c/u	2
Estructura 3F centrada retención (3cr)	c/u	6
Estructura 3F volado retención (3vr)	c/u	17
Estructura 3F volado pasante (3vp)	c/u	56
Estructura 3F en volado angular (3va)	c/u	1
Estructura 3F en volado doble retención (3vd)	c/u	9

Estructura 3F centrada pasante (3cp)	c/u	4
Estructura 1F centrada retención (1cr)	c/u	22
Estructura 1F centrada pasante (1cp)	c/u	12
Estructura 1F en volado angular(1va)	c/u	0
<b>ELEMENTOS DE PROTECCION ELECTRICA</b>		
Pararrayo polimérico 10 KV	c/u	162
Seccionador fusible unipolar tipo abierto 15 KV-100 Amp.	c/u	78
Seccionador tipo barra para Bypass 15 KV-600 A	c/u	3
<b>ELEMENTO DE COMPENSACION DE POTENCIA</b>		
Banco de capacitores 3x200 KVAR	c/u	1
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION AUTOPROTEGIDOS</b>		
Transformador 25 kVA	c/u	4
Transformador 37.5 kV	c/u	1
Transformador 50 kVA	c/u	19
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION CONVENCIONALES</b>		
Transformador 10 kVA	c/u	4
Transformador 15 kVA	c/u	5
Transformador 25 kVA	c/u	9
Transformador 37,5 kVA	c/u	2
Transformador 50 kVA	c/u	19
Transformador 75 kVA	c/u	11
Transformador 100 kVA	c/u	8
Transformador 167 kVA	c/u	9
Transformador 333 kVA	c/u	1
<b>TRANSFORMADORES TRIFASICOS CONVENCIONALES</b>		
Transformador trifásico convencional 75 kVA	c/u	1
Transformador trifásico convencional 100 kVA	c/u	2
Transformador trifásico convencional 150 kVA	c/u	1
<b>TRANSFORMADORES PADMOUNTED</b>		
Transformador monofásico Padmounted 50 kVA	c/u	1
Transformador monofásico Padmounted 75 kVA	c/u	1
Transformador monofásico Padmounted 100 kVA	c/u	3
Transformador trifásico Padmounted 15 kVA	c/u	1
Transformador trifásico Padmounted 75 kVA	c/u	1
Transformador trifásico Padmounted 112,5 kVA	c/u	1
Transformador trifásico Padmounted 150 kVA	c/u	1
<b>AISLADORES Y POSTES</b>		

Aislador (espiga) pin, porcelana, 15 kV	c/u	213
Aislador de suspensión, porcelana, 15 kV	c/u	302
Poste 11 metros (350kg)	c/u	92
Postes 12 metros (500kg)	c/u	16

**Tabla 26: Levantamiento del alimentador José Mascote.**

## CAPÍTULO 3

### 3 NORMATIVA A UTILIZAR.

Para el diseño de sistemas de distribución, al pasar de 13.8 kV a 22 kV y 36 kV respectivamente, debido al aumento del nivel de voltaje, se requiere aumentar el nivel de aislamiento de los elementos que forman las estructuras, las distancias mínimas de seguridad y una diversidad de equipos de protección y seccionamiento para que puedan operar en estas nuevas condiciones.

Para el nivel de 22 kV se ha tomado como base la Homologación de las Unidades de Propiedad (UP) impulsada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

Para el nivel de 36 kV se ha tomado como base la norma técnica Boliviana NT CRE 004 de la Cooperativa Rural de Electrificación, siendo esta una entidad que distribuye electricidad a unos 300.000 clientes en la ciudad de Santa Cruz y en comunidades rurales al sudeste de Bolivia.

#### 3.1 Elementos de las estructuras.

Con la finalidad de establecer claras diferencias entre las estructuras y sus respectivos componentes, se detallaran cuadros comparativos entre los diferentes elementos del sistema de distribución para cada nivel de voltaje.

##### 3.1.1 Aisladores.

Las estructuras para líneas de distribución pueden utilizarse en cualquier voltaje entre 13.2 y 36 kV debiendo solamente ponerse atención al tamaño del aislador tipo espiga o al número y tamaño de los aisladores para las cadenas de suspensión a utilizarse suponiendo que sean estos de porcelana o las especificaciones técnicas asumiendo que sean de material sintético según el voltaje nominal de la línea.

De manera general se puede utilizar el siguiente aislamiento, con referencia a las designaciones ANSI. Véase la tabla 27.

Voltaje nominal	Aislador espiga (pin)	Aisladores de suspensión polimérico	Aisladores de suspensión tipo disco	
			52-1 (6")	52-4 (10")
13,8 kV	55-5	DS-15	2 c/u	-
22 kV	56-1	DS-28	3 c/u	2 c/u
36 kV	56-3	DS-35	4 c/u	3 c/u

**Tabla 27: Aisladores utilizados en redes de media tensión.**

Para el conductor neutro se utilizara el aislador tipo carrete ANSI 53-2

En las estructuras normalizadas de redes de distribución con voltaje primario de 13.8 kV, en condiciones normales se utilizara el aislador espiga (PIN) ANSI 55-5 y dos aisladores de suspensión tipo discos ANSI 52-1 o un en su defecto un aislador de suspensión polimérico ANSI DS-15.

En las estructuras normalizadas de redes de distribución con voltaje primario de 22 kV, en condiciones normales se utilizara el aislador espiga (PIN) ANSI 56-1 y tres aisladores de suspensión tipo discos ANSI 52-1 o un en su defecto un aislador de suspensión polimérico ANSI DS-28.

En las estructuras normalizadas de redes de distribución con voltaje primario de 36 kV, en condiciones normales se utilizara el aislador espiga (PIN) ANSI 56-3 y cuatro aisladores de suspensión tipo discos ANSI 52-1 o un en su defecto un aislador de suspensión polimérico ANSI DS-35.

### **3.1.2 Postes.**

Las estructuras tipo para líneas de distribución para los niveles de 13.8 kV, 22 kV y 36 kV en base a sus respectivas normas serán de hormigón de sección rectangular o circular con agujeramiento apropiado para fijación de los elementos mediante pernos pasantes a través del poste.

Las longitudes adecuadas de los postes para las estructuras normalizadas en líneas de distribución, considerando los vanos y según las distancias libres al suelo del conductor más bajo son 10, 11 y 12 metros.

### **3.1.3 Cruquetas.**

Este elemento que sirve para soportar conductores de línea y redes eléctricas está compuesto de los siguientes materiales:

- Acero estructural de baja aleación laminada en caliente.
- Plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV).

Para los niveles de 13.8 kV, 22 kV y 36 kV se utilizarán cruquetas de acero galvanizado, universal, perfil "L" (75 x 75 x 6 mm) de dos metros cuarenta de longitud en conformidad a la respectiva normativa.

### **3.1.4 Accesorios de poste y línea.**

Para los niveles de 13.8 kV, 22 kV y 36 kV, las grapas de suspensión, las grapas de retención, los conectores de compresión etc., cuyas dimensiones dependen del tamaño de del conductor que soportan, deberán ser definidos de acuerdo a este.

La longitud de los pernos de rosca corrida, pernos máquina, pernos de ojo, pernos "U" se determinarán según el diámetro del poste en el punto de fijación.

### **3.1.5 Conductores.**

Eléctricamente se calcula el calibre en función de la carga por alimentar y la distancia de la fuente a la carga analizando regulación y pérdidas de energía por conducción. Empleando como mínimo 31.76 mm<sup>2</sup> (4 AWG), 160.83 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), hasta 263.02 mm<sup>2</sup> (336.4 MCM).

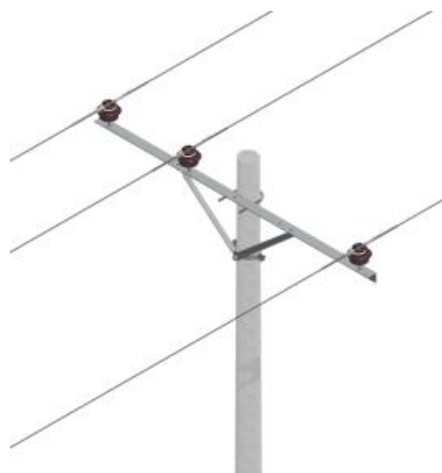
Se consideran como secciones normalizadas las de 336.4 MCM, 4/0, 2/0, 2 y 4 AWG en ACSR y sus equivalentes en aleación de aluminio y cobre, para las fases, y de 3/0, 4/0, 1/0 y 2 AWG en ACS para el neutro.



## 3.2 Estructuras tipo.

### 3.2.1 Estructura semicentrada pasante o T simple.

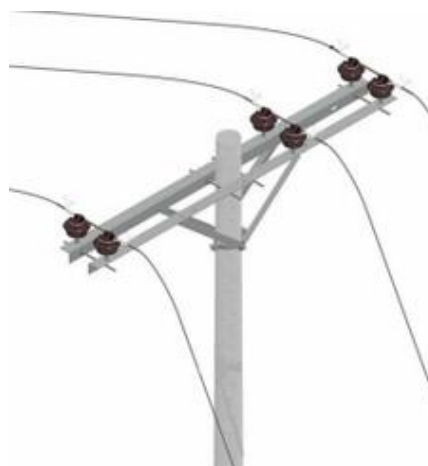
Sirven para soportar conductores de media tensión sin absorber el esfuerzo de la tensión mecánica, solo los debidos al efecto del viento o alguna pequeña deflexión. Esta estructura se utiliza en líneas de media tensión urbana o rural siempre y cuando se cumpla con la separación horizontal y vertical a edificaciones cercanas.



**Figura 3.1: Estructura semicentrada pasante (3SP [10]).**

### 3.2.2 Estructura semicentrada angular o T doble.

Esta estructura se utilizara en líneas construidas con estructuras pasantes, para deflexiones mayores a las permitidas por las estructuras pasantes. La estructura semicentrada angular permite una deflexión máxima horizontal de  $30^\circ$ , la cual representa el ángulo máximo de cambio de dirección en la trayectoria de la línea. La cruceta debe estar colocada en la bisectriz del ángulo que forma la trayectoria de la línea.



**Figura 3.2: Estructura semicentrada angular (3SD) [10].**

### **3.2.3 Estructura semicentrada de retención o terminal.**

Esta estructura se usa para rematar los conductores donde inicia o termina la línea además soporta las cargas verticales, transversales y longitudinales que transmiten los cables. El remate de los conductores se hace en la cruceta.

La capacidad de carga de esta estructura depende fundamentalmente de la resistencia de la cruceta así como el conjunto de retenida (ancla, perno de anclaje y empotramiento).



**Figura 3.3: Estructura semicentrada de retención (3SR) [10].**

### 3.2.4 Estructura centrada de doble retención o doble terminal.

Esta estructura también es llamada de anclaje, tiene como función aislar mecánicamente una línea con trayectoria recta, cambio de calibre y pequeñas deflexiones. En líneas rectas debe existir una estructura de anclaje cada 1 km cuando menos.



Figura 3.4: Estructura centrada de doble retención (3CD) [10].

### 3.2.5 Estructura en volado pasante o V simple.

Esta estructura es típicamente urbana y se utiliza para dar libramiento horizontal a edificaciones o a algún tipo de obstáculo como anuncios. La cruceta debe quedar a  $90^\circ$  con respecto a la cara del poste.

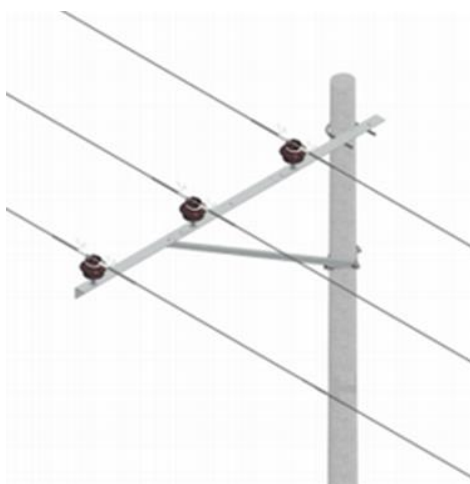


Figura 3.5: Estructura en volado pasante (3VP) [10].

### 3.2.6 Estructura en volado angular o V doble.

La estructura en volado angular permite una deflexión máxima horizontal de  $30^\circ$ , la cual representa el ángulo máximo de cambio de dirección en la trayectoria de la línea. Esta estructura se instalara en un poste con carga de rotura horizontal de 500 Kg.



Figura 3.6: Estructura en volado angular (3VA) [10].

### **3.3 Distancias mínimas de seguridad para redes a 22 kV y 36 kV**

Determinan la separación entre conductores y partes energizadas que los rodean, básicamente para salvaguardar la integridad de las personas. En todos los casos las distancias aquí presentadas son medidas de superficie a superficie y las separaciones son de centro a centro.

En Ecuador la regulación 002/10 del CONELEC establece las distancias de seguridad entre las redes eléctricas y edificaciones, a fin de limitar el contacto y acercamiento de las personas, basándose para esto en las normas establecidas en el National Electrical Safety Code, ANSI-C2, a continuación se presentará esta normativa.

- a) Distancias de Seguridad de Conductores a Edificaciones sin desplazamiento de viento.
- b) Distancia de conductores y partes energizadas a edificios, anuncios, carteleras, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones excepto puentes, bajo viento.
- c) Distancia de Conductores a otras estructuras de soporte.
- d) Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.
- e) Distancias de separación entre circuitos de diferente nivel de voltaje en la misma cruceta.

Alrededor del mundo en el asunto de distancias de seguridad las normas NESC son las de mayor reputación, siendo una referencia. En Ecuador se utilizan estas normas para establecer las distancias de separación a diferentes objetos y bajo diferentes circunstancias.

#### **3.3.1 Distancias de seguridad de conductores a edificaciones sin desplazamiento de viento (Hr).**

En la tabla 28 se presentan las distancias mínimas de seguridad (Hr), las cuales no consideran la influencia del viento, siendo estas menores que cuando si se considera el viento.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD (Hr)		Conductores 0 a 750 V.	Conductores 750 V-22 kV.	Conductores 22 kV-36 kV <sup>4</sup>	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 0V-750 V.	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 750V-22kV,	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 22 kV- 36 kV <sup>4</sup>
		m	m	m	m	m	m
Edificios	Horizontal a paredes, ventanas y áreas accesibles a personas	1.7(A, B)	2.3 (A, B)	2.44 (A, B)	1.5 (A)	2.0 (A)	2.14 (A)
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas no accesibles a personas	3.2	3.8	3.94	3.0	3.6	3.74
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas accesibles a personas y vehículos, además de vehículos pesados.	3.5	4.1	4.24	3.4	4.0	4.14
	Vertical arriba de techos accesibles al tránsito de vehículos pesados.	5.0	5.6	5.74	4.9	5.5	5.64
Anuncios, chimeneas	<b>Horizontal</b>	1.7 (A,,B)	2.3 (A,,C)	2.44 (A,,C)	1.5 (A)	2.0 (A)	2.14(A)
	Vertical arriba o abajo de cornisas y otras superficies sobre las cuales pueden caminar personas	3.5	4.1	4.24	3.4	4.0	4.14
	Vertical arriba o abajo de otras partes de tales instalaciones	1.8 (A)	2.3	2.44	1.7	2.45	2.6

**Tabla 28: Distancias mínimas de seguridad en redes de medio voltaje a edificaciones y otras instalaciones sin desplazamiento del viento [11].**

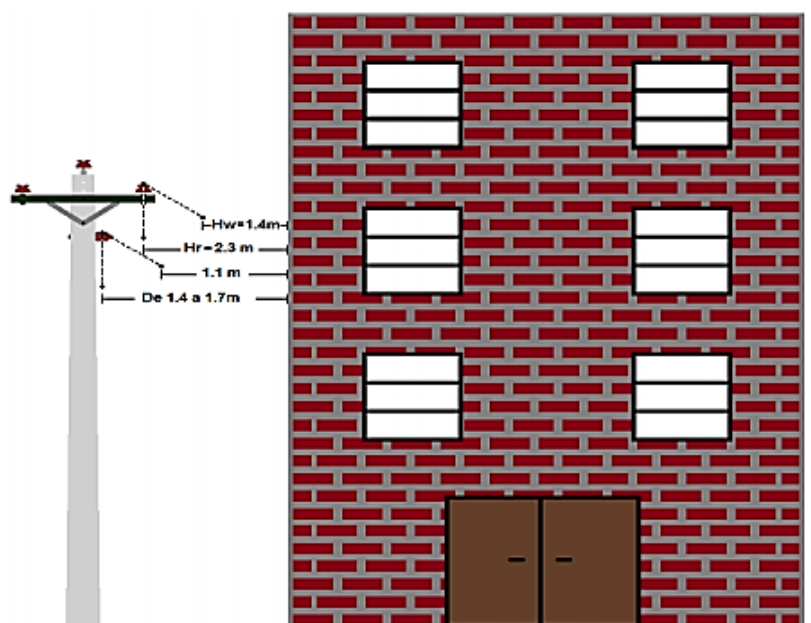
### 3.3.2 Influencia del viento y distancia mínima de seguridad (Hw).

La distancia Hw se refiere a las distancias mínimas de seguridad de conductores y cables a edificios, anuncios, carteles, chimeneas, antenas de radio y televisión y otras instalaciones, bajo la influencia del viento, debido a esta condición los conductores son desplazados y la distancia se debe considerar tomando en cuenta este desplazamiento, de esta

<sup>4</sup> Para tensiones entre superiores a 22 kV hasta 470 kV, la distancia de los conductores especificada en la Tabla 29 deberá incrementarse 0.01 m por cada kV en exceso de 22 kV.

forma es posible reducir la distancia. Considerando una presión de viento de 29 kg/m<sup>2</sup> las distancias no deberán ser inferiores a:

- 1.4 m para conductores o cables con un nivel de voltaje de 750 V a 22 kV.
- 1.1m para conductores o cables con un nivel de voltaje de 0 V a 750 V.
- A carteles, chimeneas, antenas tanques u otras instalaciones que no requieran que personas estén pasando en medio de los conductores y edificios se puede reducir la distancia a 0.6 m.



**Figura 3.7: Distancia de seguridad de conductores a edificaciones con y sin influencia del viento [12].**

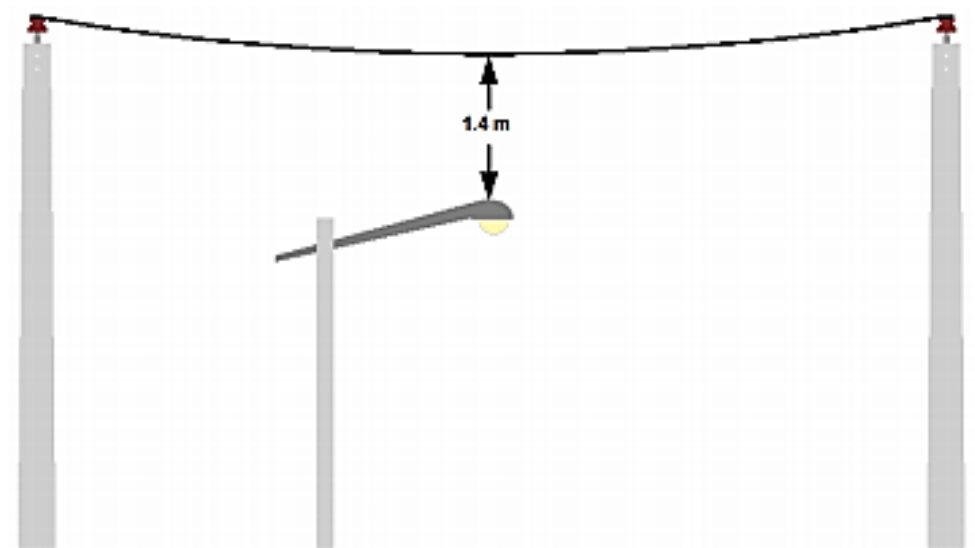
### 3.3.3 Distancia de conductores a otras estructuras de soporte.

Se refiere a la distancia mínima entre conductores o cables que en su recorrido se cruzan con estructuras utilizadas para el alumbrado público, estructuras que soportan semáforos o de soporte de una segunda línea.

Las distancias mínimas de seguridad entre conductores y otras estructuras de soporte se muestran en la tabla 29.

	Con viento		Sin viento
Distancia Horizontal (m)	0- 750 V	22 kV	Hasta 50 kV
	1.1	1.4	1.5 <sup>5</sup>
Distancia Vertical (m)	0 – 22 kV		22- 50 kV
	1.4 <sup>6</sup>		1.7

**Tabla 29: Distancias de seguridad de conductores a otras estructuras de soporte [11].**



**Figura 3.8: Distancias de seguridad vertical de conductores a otras estructuras de soporte [12].**

### 3.3.4 Distancias de seguridad verticales de conductores sobre el nivel del suelo, carreteras, vías férreas y superficies con agua.

Se refieren a la separación vertical mínima que deben tener los conductores o cables de líneas aéreas de media tensión, respecto al suelo, agua y parte superior de rieles de vías férreas. Las distancias están

<sup>5</sup> Para cables cubiertos o aislados de hasta 300 V la distancia se reduce a 0.9 m.

<sup>6</sup> Para cable cubiertos o aislados de hasta 300 V la distancia se reduce a 0.6 m.



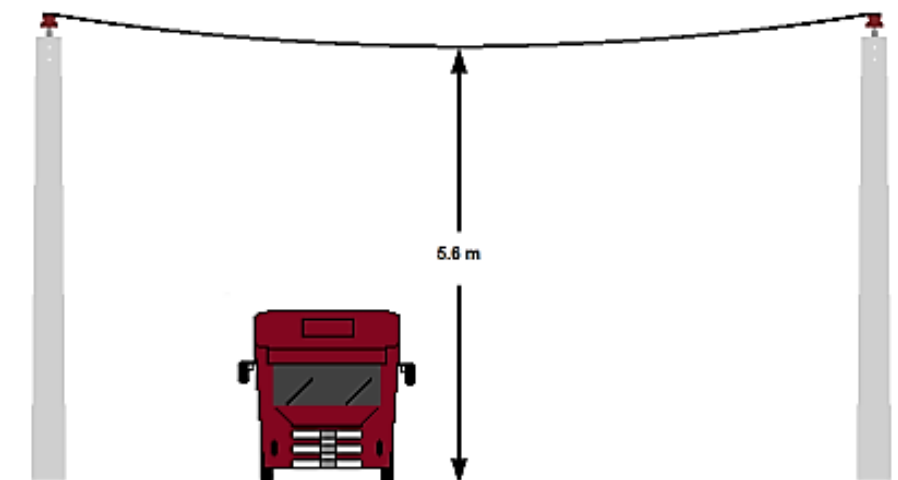
sujetas a la condición que ocasione la mayor flecha final: temperatura en los conductores de hasta 50°C, sin desplazamiento de viento, o la temperatura máxima del conductor para la cual fue diseñada. A continuación en la tabla 30 se muestran las distancias verticales entre conductores y vías férreas, el suelo o agua.

Naturaleza de la Superficie bajo los conductores	Conductores de 0 a 750 V	Conductores de 750 V a 22 kV	Conductores de 22 kV a 33 kV <sup>7</sup>
Vías férreas	7.5	8.1	9.0
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito	5.0	5.6	7.0
Aceras o caminos accesibles sólo a peatones	3.8	4.4	6.0
Aguas donde no está permitida la navegación	4.6	5.2	5.5
Aguas navegables incluyendo lagos, ríos, estanques, arroyos y canales con un área de superficie sin obstrucción de:			
a) Hasta 8 Km <sup>2</sup>	5.6	6.2	6.5
b) Mayor a 8 hasta 80 Km <sup>2</sup>	8.1	8.7	9.5
c) Mayor de 80 hasta 800 Km <sup>2</sup>	9.9	10.5	11.6
d) Arriba de 800 Km <sup>2</sup>	11.7	12.3	13.0

**Tabla 30: Distancias mínimas de seguridad verticales de conductores sobre vías férreas, el suelo o agua [11].**

En la figura 3.9 se aprecia mejor la distancia de separación vertical entre conductores de media tensión sobre el nivel del suelo en carreteras.

<sup>7</sup> Para tensiones superiores a 22 kV, la altura básica de los conductores deberá incrementarse 0.01m por cada kV en exceso de 22 kV.



**Figura 3.9 Distancia de seguridad de conductores en carreteras [12].**

### **3.3.5 Distancia de separación entre circuitos de diferente nivel de voltaje en la misma estructura.**

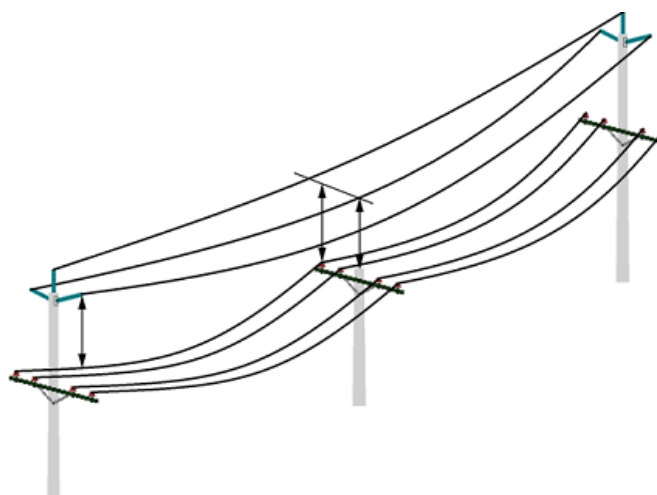
Las distancias verticales que deben mantenerse para conductores y cables desnudos ubicados en diferentes niveles en una misma estructura solo si se cumplen uno o más de las siguientes condiciones:

- Si los circuitos ocupan posiciones sobre lados opuestos de la estructura.
- Si las distancias permiten los adecuados espacios para escalar y poder darle mantenimiento a las líneas.
- Si los conductores del circuito de mayor tensión ocupan la posición externa y los conductores del circuito de menor tensión ocupan la posición interna.

En la tabla 31 se presentan las distancias mínimas de separación entre circuitos de diferente voltaje montados en la misma estructura.

CONDUCTORES Y CABLES EN NIVELES INFERIORES	CONDUCTORES CABLES EN NIVELES SUPERIORES		
	Conductores de Suministro Abierto		
	De 0 a 8.7 kV (m)	Más de 8.7kV a 50 kV (m)	
		Misma Empresa (m)	Diferente Empresa (m)
De Comunicación En general	1	1	1 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Eléctricos con voltaje entre conductores de:			1 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Hasta 750 V	0.41 (Para diferentes empresas, una distancia vertical no menor a 1 m es recomendada)	0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	1 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Más de 750 V Hasta 8.7 kV	0.41 (Para diferentes empresas, una distancia vertical no menor a 1 m es recomendada)	0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	1 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Más de 8.7 kV a 22 kV Si se trabaja con línea energizada		0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	1 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Si no se trabaja con línea			0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.
Más de 22 kV sin exceder 50 kV		0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.	0.41 más 0.01 por kV de exceso de 8.7 kV.

**Tabla 31: Distancias verticales de seguridad entre conductores en sus soportes [11].**



**Figura 3.10: Distancia de separación entre conductores en una misma estructura [12].**

### **3.4 Normas y especificaciones técnicas aplicadas para 22 kV y 36 kV.**

#### **3.4.1 Especificaciones técnicas para 22 kV.**

Para el nivel de 22 kV se ha tomado como base la Homologación de las Unidades de Construcción (UC) impulsada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

Esta iniciativa nace debido a la necesidad de estandarizar y homologar los materiales y equipos que conforman las unidades de construcción, con la finalidad de disminuir y optimizar el levantamiento de información, los inventarios de las empresas eléctricas, entre otros procesos.

Esta homologación se ha realizado a las unidades constructivas de mayor frecuencia de uso dentro de los Sistemas Aéreos de Distribución.

#### **3.4.2 Especificaciones para 34.5 kV.**

Para el nivel de 36 kV se ha tomado como base la norma técnica Boliviana NT CRE 004 de la Cooperativa Rural de Electrificación.

### **3.5 Información de las estructuras.**

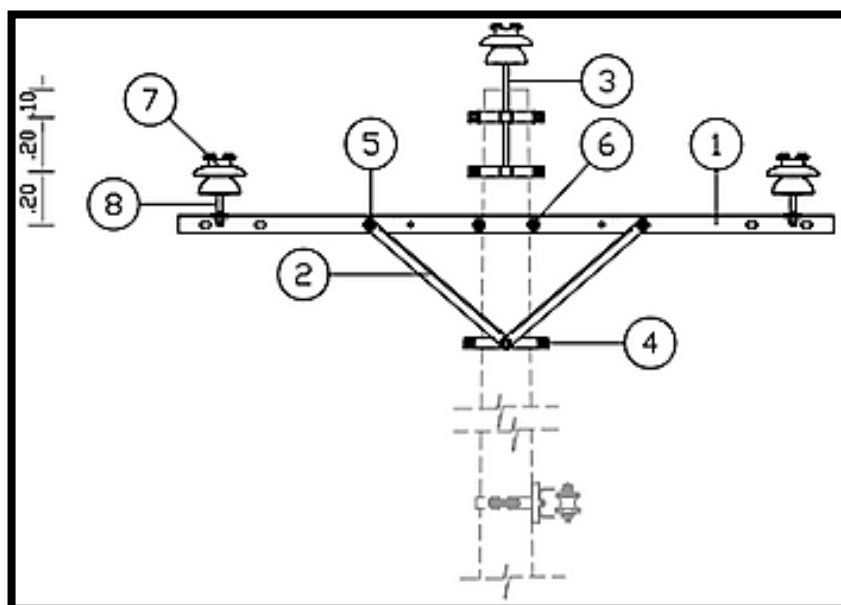
Existen varias estructuras presentes en los alimentadores primarios “Quisquis” y “José Mascote” de la Subestación Eléctrica Bien Público, sin embargo se han considerado únicamente las estructuras principales. Las estructuras están compuestas por perfiles de acero galvanizado, montadas en postes de hormigo armado de 10, 11 y 12 metros. Para el análisis, se han considerado las estructuras más representativas en todo el alimentador y siendo predominantes las estructuras de tipo CP, VP y SP.

#### **3.5.1 Estructura trifásica centrada-pasante o tangente (3CP).**

Esta estructura se utiliza con un vano máximo de 80 m, en caso de ángulo, el conductor será fijado al aislador lateralmente y se utilizara tensor.

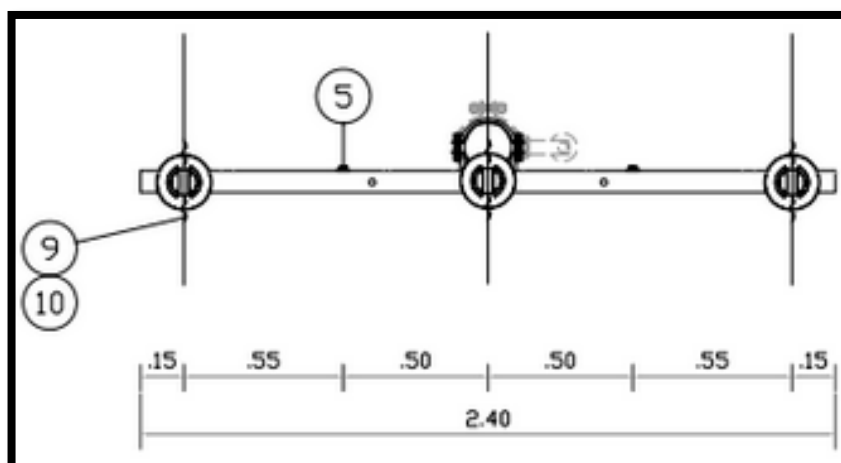
La lista de los materiales que conforman esta estructura se puede visualizar en la sección de Anexos.

El montaje de la estructura a 22 kV se muestra en la figura 3.11.



**Figura 3.11: Esquema de montaje de estructura trifásica centrada-pasante a 22 kV [10].**

Las principales distancias normalizadas en metros para 22 kV de una estructura trifásica en volado pasante se muestran en la figura 3.12.



**Figura 3.12: Distancias principales de la estructura trifásica centrada-pasante a 22 kV [10].**

El montaje y las principales distancias en metros de la estructura trifásica en volado pasante a 36 kV se muestran en la figura 3.13.

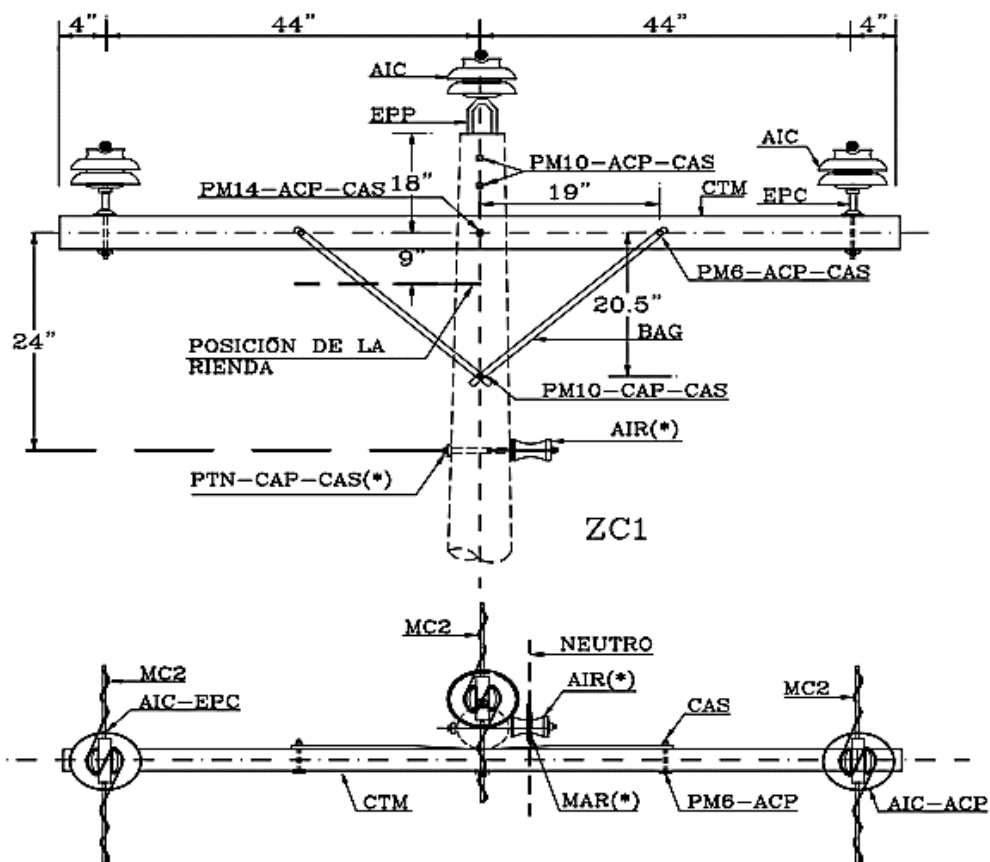


Figura 3.13: Esquema de montaje y distancias principales de la estructura trifásica centrada-pasante a 36 kV [13].

### 3.5.2 Estructura trifásica-en volado-pasante o tangente (3VP).

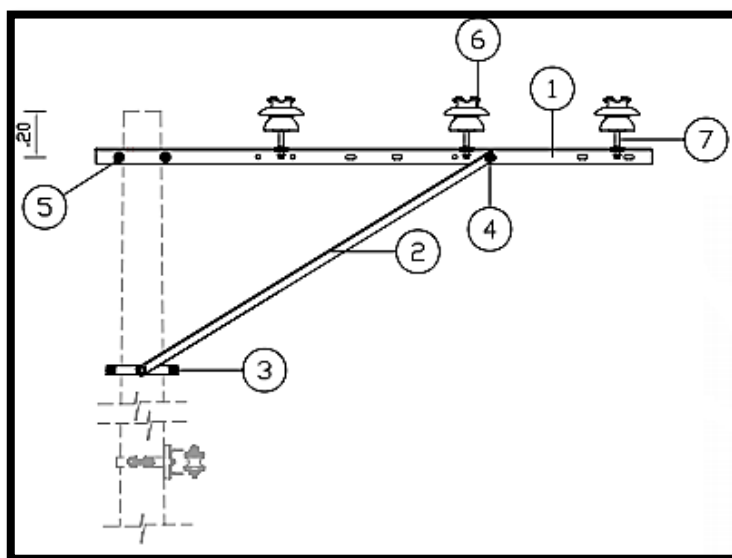
Esta estructura se utiliza con un vano máximo de 40 m, en caso de ángulo, el conductor será fijado al aislador lateralmente y se utilizara tensor.

CONDUCTORES		ANGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	0° - 20°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0° - 10°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	0° - 5°

Tabla 32: Conductores utilizados en función de ángulos [10].

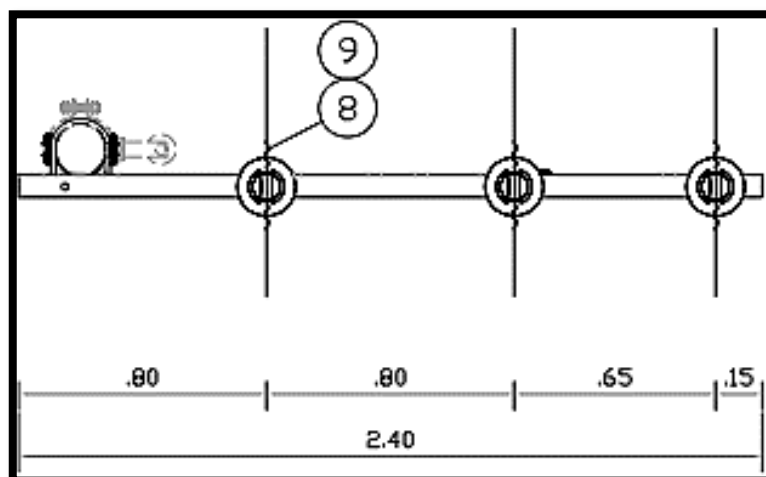
La lista de los materiales que conforman esta estructura se puede visualizar en la sección de Anexos.

El montaje de la estructura a 22 kV se muestra en la figura 3.11.



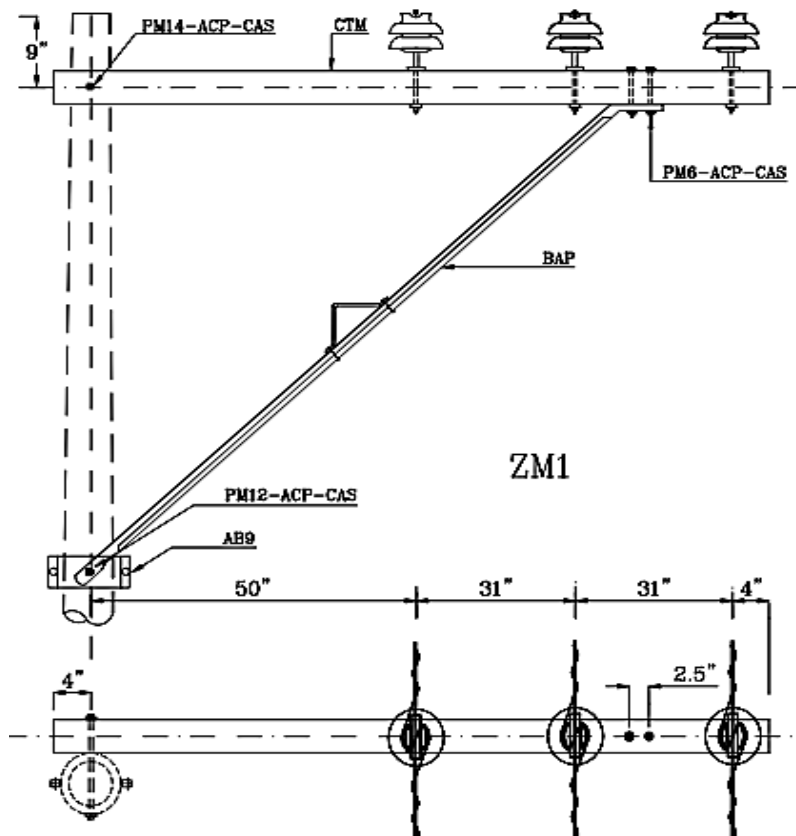
**Figura 3.11: Esquema de montaje de estructura trifásica en volado-pasante a 22 kV [10].**

Las principales distancias normalizadas en metros para 22 kV de una estructura trifásica en volado pasante se muestran en la figura 3.12.



**Figura 3.12: Distancias principales de la estructura trifásica en volado-pasante a 22 kV [10].**

El montaje y las principales distancias en metros de la estructura trifásica en volado pasante a 36 kV se muestran en la figura 3.13.



**Figura 3.13: Esquema de montaje y distancias principales de la estructura trifásica en volado-pasante a 36 kV**

### 3.5.3 Estructura trifásica-semicentrada-pasante o tangente (3SP).

Esta estructura se utiliza en tangentes y/o ángulos para vanos entre 80 y 150 metros, en caso de ángulo, el conductor será fijado al aislador lateralmente y se utilizara tensor.

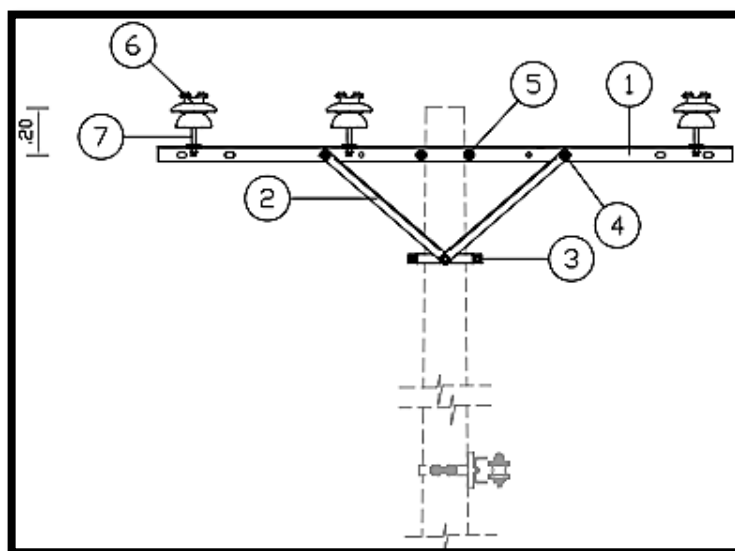
CONDUCTORES		ANGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	0° - 20°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0° - 10°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	0° - 5°

**Tabla 33: Conductores utilizados en función de ángulos.**



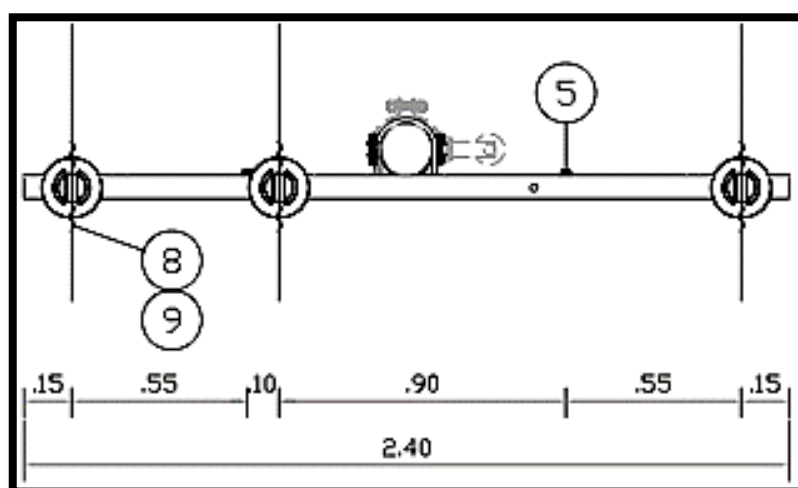
La lista de los materiales que conforman esta estructura se puede visualizar en la sección de Anexos.

El montaje de la estructura a 22 kV se muestra en la figura 3.14.



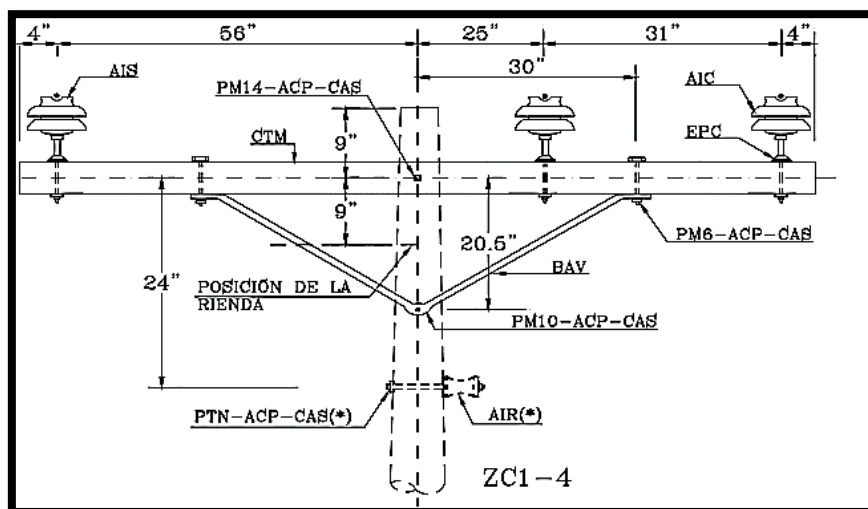
**Figura 3.14: Esquema de montaje de estructura trifásica en semicentrada-pasante a 22 kV [10].**

Las principales distancias normalizadas en metros para 22 kV de una estructura trifásica semicentrada pasante se muestran en la figura 3.15.



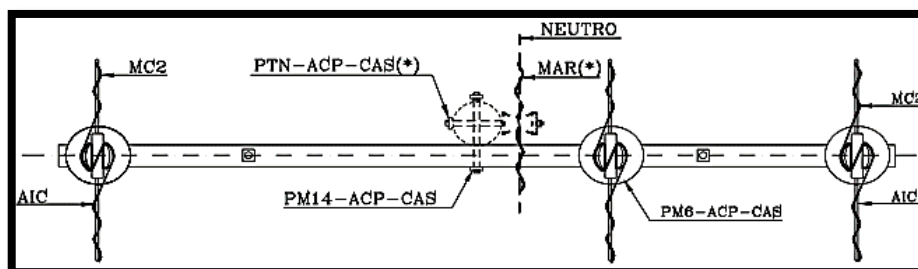
**Figura 3.15: Distancias principales de la estructura trifásica en semicentrada-pasante a 22 kV [10].**

El montaje de la estructura a 36 kV se muestra en la figura 3.16.



**Figura 3.16: Esquema de montaje de estructura trifásica en semicentrada-pasante a 36 kV [13].**

Las principales distancias estandarizadas en metros para 36 kV de una estructura trifásica semicentrada pasante se muestran en la figura 3.17.



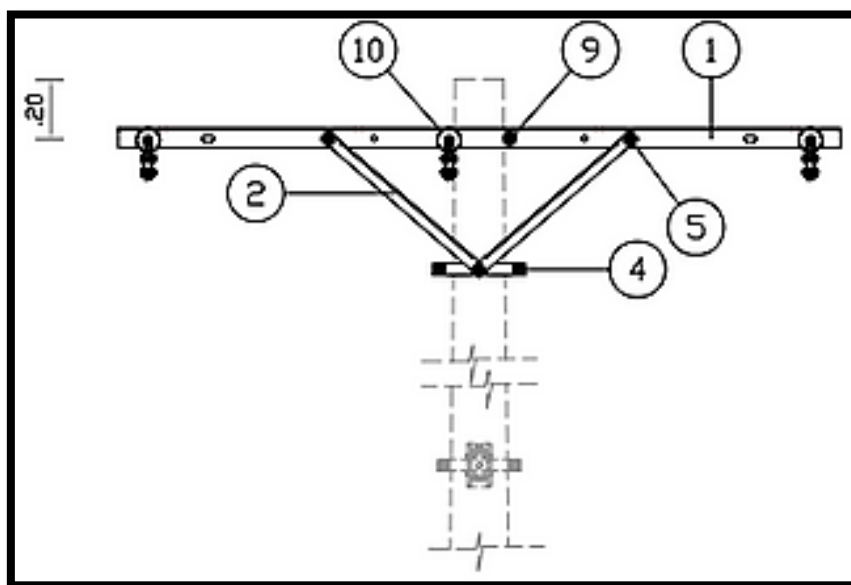
**Figura 3.17: Distancias principales de la estructura trifásica en semicentrada-pasante a 36 kV [13].**

### 3.5.4 Estructura trifásica-semicentrada-retención o terminal (3SP).

Esta estructura se utiliza para un vano máximo de 150 metros y se utilizara tensor.

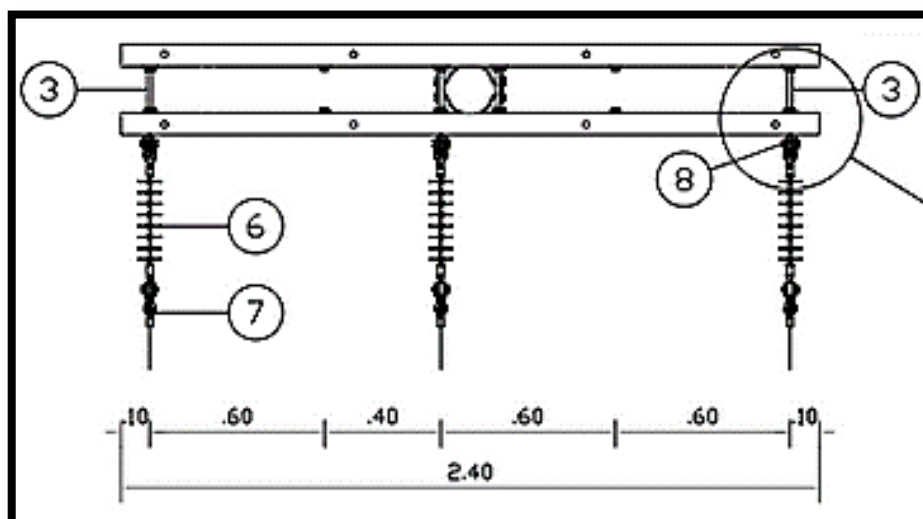
La lista de los materiales que conforman esta estructura se puede visualizar en la sección de Anexos.

El montaje de la estructura a 22 kV se muestra en la figura 3.18.



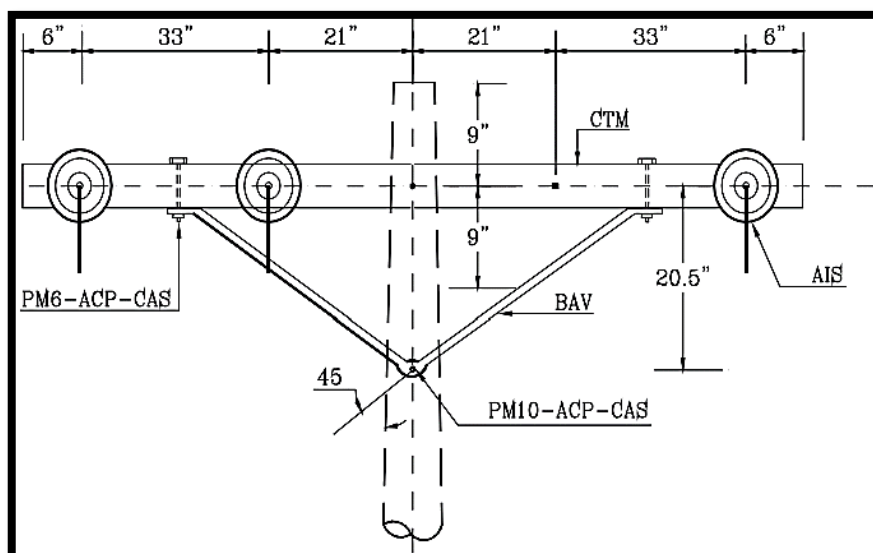
**Figura 3.18: Esquema de montaje de estructura trifásica en semicentrada-retención a 22 kV [10].**

Las principales distancias normalizadas en metros para 22 kV de una estructura trifásica semicentrada pasante se muestran en la figura 3.19.



**Figura 3.19: Distancias principales de la estructura trifásica en semicentrada-retención a 22 kV [10].**

El montaje y las principales distancias en metros de la estructura trifásica en volado pasante a 36 kV se muestran en la figura 3.13.



**Figura 3.20: Distancias principales de la estructura trifásica en semicentrada-retención a 36 kV [13].**

### 3.6 Elementos a reemplazar.

Debido a la elevación del voltaje en los alimentadores pasando de 13.8 kV a 22 kV y 36 kV respectivamente, se deberá reforzar el aislamiento de las estructuras y en si los equipos de transformación, protección y compensación para que puedan operar al nuevo voltaje nominal.

A continuación en la tabla 34, se presenta la cantidad total de elementos a reemplazar para los alimentadores Quisquis y José Mascote.

ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD
<b>ELEMENTOS DE PROTECCION ELECTRICA</b>		
Pararrayo polimérico	c/u	289
Seccionador fusible unipolar tipo abierto	c/u	115
Seccionador tipo barra para Bypass	c/u	4
<b>ELEMENTO DE COMPENSACION DE POTENCIA</b>		
Banco de capacitores 3x300 KVAR	c/u	1
Banco de capacitores 3x200 KVAR	c/u	3
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION AUTOPROTEGIDOS</b>		

Transformador 25 kVA	c/u	7
Transformador 37.5 kVA	c/u	3
Transformador 50 kVA	c/u	28
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION CONVENCIONALES</b>		
Transformador 10 kVA	c/u	10
Transformador 15 kVA	c/u	8
Transformador 25 kVA,	c/u	15
Transformador 37,5 kVA	c/u	7
Transformador 50 kVA	c/u	42
Transformador 75 kVA	c/u	22
Transformador 100 kVA	c/u	11
Transformador 167 kVA	c/u	9
Transformador 333 kVA	c/u	1
<b>TRANSFORMADORES TRIFASICOS CONVENCIONALES</b>		
Transformador trifásico convencional 75 kVA	c/u	2
Transformador trifásico convencional 100 kVA	c/u	3
Transformador trifásico convencional 150 kVA	c/u	1
<b>TRANSFORMADORES PADMOUNTED</b>		
Transformador monofásico Padmounted 50 kVA	c/u	2
Transformador monofásico Padmounted 75 kVA	c/u	1
Transformador monofásico Padmounted 100 kVA	c/u	3
Transformador trifásico Padmounted 15 kVA	c/u	1
Transformador trifásico Padmounted 75 kVA	c/u	1
Transformador trifásico Padmounted 112,5 kVA	c/u	1
Transformador trifásico Padmounted 150 kVA	c/u	1
<b>AISLADORES Y POSTES</b>		
Aislador (espiga) pin, porcelana	c/u	305
Aislador de suspensión, caucho siliconado	c/u	264
<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA</b>		
Transformador trifásico 8/10/12 MVA, 69kV/; Dyn5	c/u	1
<b>ELEMENTOS DE SUBESTACION</b>		
Seccionador tripolar principal	c/u	1
Seccionador tripolar de interconexión,	c/u	4
Cuchillas de mantenimiento, monopolares	c/u	24
Reconectores	c/u	2

**Tabla 34: Equipos y elementos a reemplazar en la subestación y los alimentadores.**

## CAPITULO 4

### 4 ESTUDIOS DE FLUJO DE CARGA.

En este Capítulo se realizara el estudio de flujo de carga tanto para las condiciones de máxima y mínima carga .Con la ayuda de la herramienta computacional ETAP 12.6 con licencia educacional, se pretende simular la red de distribución de la subestación Bien Público.

Con este estudio se tendrá una perspectiva de las condiciones actuales y futuras de las subestación, tanto a mediano y largo plazo por el aumento de carga y como también por el cambio de nivel de tensión en los alimentadores primario de esta manera se podrá determinar parámetros eléctricos muy relevantes como es: potencia consumida y suministrada, voltajes en las barras y perdidas en el sistema.

#### 4.1 Procedimientos para reducir las pérdidas de energia.

##### 4.1.1 Corrección del factor de potencia.

Entiéndase por esto a elevar el factor de potencia hasta que se aproxime a la unidad. Los equipos eléctricos necesitan de potencia activa medida en watts que está relacionada directamente con el trabajo útil desarrollado, pero también existen aparatos eléctricos como motores, transformadores que necesitan de potencia reactiva medida en vars para producir el flujo necesario para la conversión de las potencias a través del campo magnético. Al elevar el factor de potencia el consumo de corriente decrece lo que a su vez produce menores perdidas de energia por calentamiento del conductor, además de incurrir en mayores caídas de tensión en la red.

El uso de bancos de capacitores fijos o desconectables a lo largo de los alimentadores primarios eleva el factor de potencia y mejora el voltaje desde ese punto en adelante.

##### 4.1.2 Cambio de conductores.

Debido al incremento de la demanda las dimensiones de los conductores escogidos en la fase de planificación del sistema ya no resulten óptimos.

Debido a esto el cambio de los conductores se hace necesario, aumentando la sección de los mismos lo que conlleva a disminuir los valores de resistencia, hasta que las condiciones sean las apropiadas. se deberá realizar un análisis económico que justifique esta inversión con los beneficios que darían.

#### **4.1.3 Incremento de fases.**

Es usado generalmente para cambios de circuitos monofásicos a trifásicos, redistribuyendo la corriente que antes circulaba por una fase a las tres fases del nuevo sistema, reduciendo las pérdidas y la caída de voltaje.

#### **4.1.4 Transferencia de carga a otros alimentadores.**

Esta es una forma de reconfiguración de las redes, esta solución liberará carga de las redes que lo requieran, no teniendo la ventaja eléctrica de la creación de nuevas redes para evitar un mayor tiempo las sobrecargas, pero si la ventaja económica del gran ahorro al no tener que realizar la inversión en las nuevas redes. La transferencia debe realizarse con el alimentador adyacente más cercano, una de las mayores desventajas es el no poder realizar la transferencia de carga con otro alimentador debido a que este ya no pueda recibir más carga.

#### **4.1.5 Elevación de voltaje en los alimentadores.**

Este es un proceso recomendable cuando se tienen alimentadores con un extenso recorrido, al realizar la reconfiguración en el valor de voltaje, se puede efectuar un mayor transporte de potencia para una misma corriente, reduciendo las pérdidas, además de reducir la necesidad de regulación de voltaje. Los costos por cambios del transformador de potencia y transformadores de distribución además de materiales son la principal dificultad que presenta esta solución.

La elevación de voltaje en los alimentadores es la solución que se pretende implementar en este estudio.

La CNEL-EP Unidad de Negocio Guayaquil proporcionó información acerca de los datos históricos de potencia y energía de la subestación como también de las alimentadoras. Con aquella información se obtendrán curvas diarias de carga, para así obtener las máximas y mínimas demandas con lo cual se tendrá una visión de cómo va estar operando actualmente dicha subestación.

#### 4.2 Análisis de la situación actual de carga de la subestación.

Para este análisis se tomara como información la ubicación geográfica y las características de temperatura y tiempo en el que se desarrollara el diseño de sistemas de distribución de 22 y 36 kV.

La tabla 35 muestra la Información otorgada por CNEL-Unidad de negocio Guayaquil de los datos históricos de la subestación Bien Público (Véase en anexos), estos valores representan valores máximos de potencia aparente (MVA) de 8 meses del año 2014.

Subestación Bien Publico			
Capacidad Instalada: 8/10/12 MVA			
Meses	MVA	MWh	Cargabilidad
abr-14	5,32	1610,90	66,6%
may-14	5,17	1597,55	64,6%
jun-14	3,71	1464,30	46,3%
jul-14	5,95	1435,76	74,4%
ago-14	3,33	1298,43	41,7%
sep-14	4,65	1282,42	58,1%
oct-14	6,66	1338,51	83,3%
nov-14	3,39	1293,30	42,4%
dic-14	5,25	1461,45	65,6%

**Tabla 35: Historial de Potencia y Energía de la subestación Bien Público.**

#### 4.3 Análisis de parámetros eléctricos.

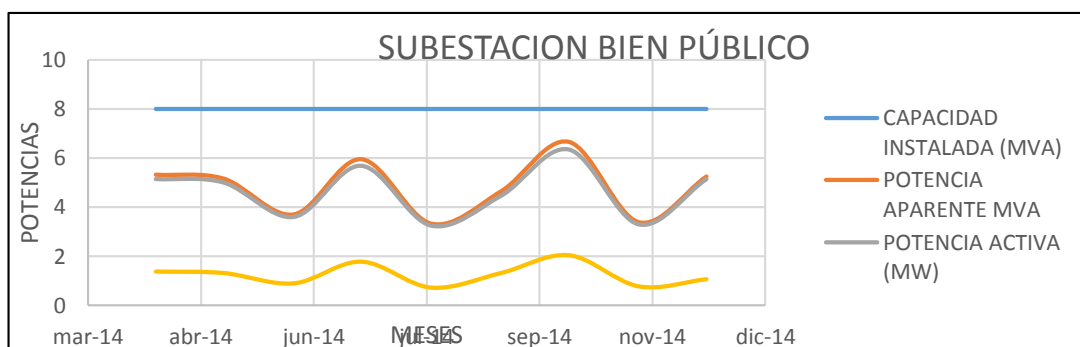
En la tabla 36 se muestran los valores mínimos y máximos de los principales parámetros eléctricos obtenidos de las mediciones que registradas por CNEL-EP Unidad de Negocio Guayaquil, con intervalos de 15 minutos.



Subestación Bien Público					
Mediciones totales					
Desde	01/04/2014				
Hasta	31/12/2014				
Mediciones (#)	26784				
Demanda	MW	MVAR	MVA	FP	MES
Máxima	6,34	2,03	6,66	0,95	OCTUBRE
Mínima	3,25	0,72	3,33	0,97	AGOSTO
Promedio	4,54	1,64	4,83	0,96	--

**Tabla 36: Demanda mínima y máxima de la subestación Bien Público.**

En la figura 4.1 se aprecia mejor demanda máxima, mínima y promedio de la subestación Bien Público.



**Figura 4.1: Curva de demanda anual de la subestación Bien Público.**

#### 4.3.1 Demanda máxima.

La demanda máxima ocurrió el día 09/10/2014 a las 6:00 pm hasta las 8:45 pm llegando a la potencia máxima de 6.66 MVA y ocupando el 83.3% de la cargabilidad del transformador de potencia con factor de potencia de 0.95.

#### 4.3.2 Demanda mínima.

La demanda mínima ocurre el día 09/08/2014 a las 6:00 am hasta las 8:45 am llegando a la potencia máxima de 3.33 MVA y ocupando el 41.3% de la cargabilidad del transformador de potencia con un factor de potencia 0.97.

### 4.3.3 Demanda promedio.

La demanda promedio que se tendrá como referencia para análisis posteriores será de 4,54 MVA y ocupa el 56.7% de cargabilidad del transformador de potencia con un factor de potencia de 0.96.

## 4.4 Análisis de demandas en los alimentadores.

En esta sección se presentaran las curvas de carga de los alimentadores para los meses donde ocurrieron las demandas máximas y mínimas, para así tener una mejor comprensión de lo que sucede en cada alimentador.

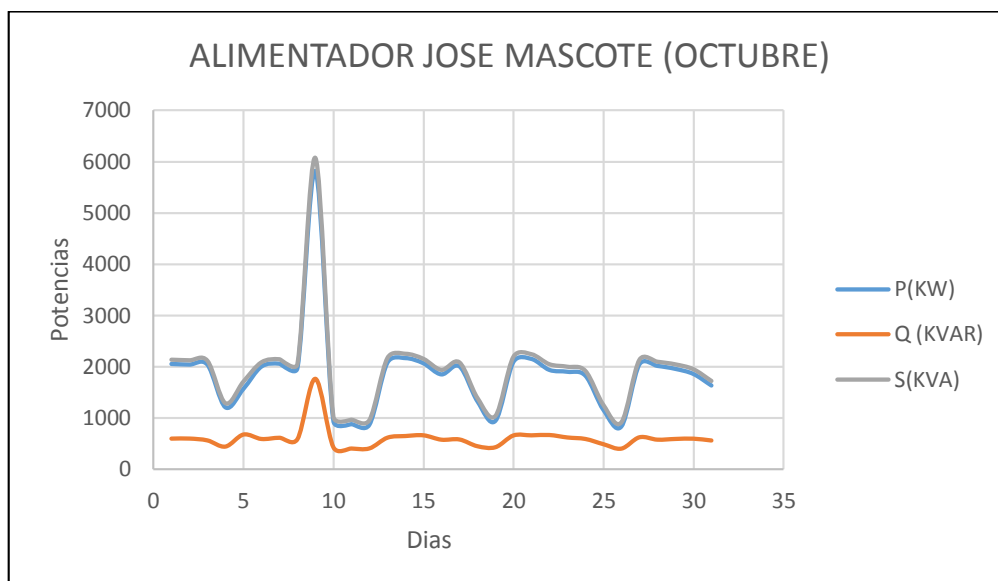
### 4.4.1 Parámetros eléctricos del alimentador José Mascote correspondientes al mes de octubre (Demanda máxima).

En la siguiente tabla se muestran los valores mínimos, máximos y promedios de demandas del mes de octubre registrada por CNEL-EP Unidad de Negocio Guayaquil, en intervalos de 15 minutos.

Alimentador José Mascote					
Medidas totales					
Desde		01/10/2014			
Hasta		31/10/2014			
Mediciones (#)		2976			
Demanda	KW	KVAR	KVA	FP	DÍA
Máxima	5810,72	1765,02	6072,93	0,96	09/10/2014
Mínima	832,29	405,28	913,56	0,91	26/10/2014
Promedio	1845,70	614,80	1940,26	0,95	-----

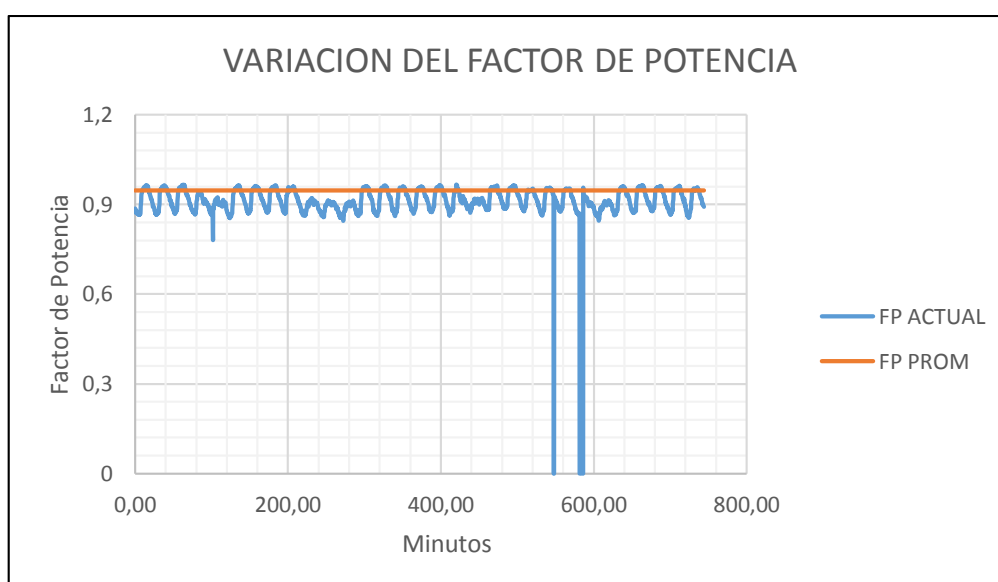
**Tabla 37: Demanda mínima, máxima y promedio del alimentador José Mascote.**

La figura 4.2 muestra la curva de carga mensual correspondiente al mes de Octubre del alimentador José Mascote, se observa una demanda mínima y máxima de 0.913 MVA y 6.072 MVA en los días 26/10/2014 y 09/10/2014 respectivamente; dichas demandas poseen un 14% y 75% de la capacidad total instalada en la subestación.



**Figura 4.2: Curva de demanda mensual (Octubre) del alimentador José Mascote.**

En la figura 4.3 se observa que el alimentador José Macote posee un factor de potencia promedio de 0.95 lo cual cumple con el factor potencia exigido. También podemos recalcar que el alimentador tuvo dos fuera de servicio los días 23/10/2014 a las 19:45 pm y 28/10/2014 desde las 5:45 hasta 10:00 am probablemente pudo haber ocurrido por alguna falla en el sistema.



**Figura 4.3: factor de potencia mensual (Octubre) del alimentador José Mascote.**

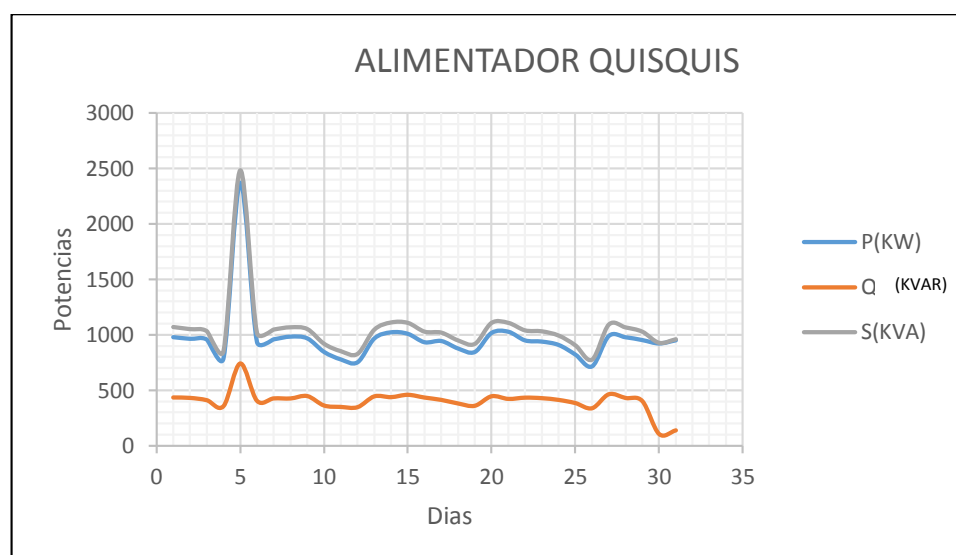
#### 4.4.2 Parámetros eléctricos del alimentador Quisquis (Demanda máxima).

En la tabla 38 se muestran los valores mínimos, máximos y promedios de demandas del mes de octubre registrados por la CNEL-EP Unidad de Negocio Guayaquil en intervalos de 15 minutos.

Alimentador Quisquis					
Medidas totales					
Desde		01/10/2014			
Hasta		31/10/2014			
Mediciones (#)		2976			
Demanda	KW	KVAR	KVA	FP	DÍA
Máxima	2370,70	740,51	2483,69	0,95	05/10/2014
Mínima	715,82	336,13	776,91	0,92	26/10/2014
Promedio	969,68	339,17	1048,56	0,92	-----

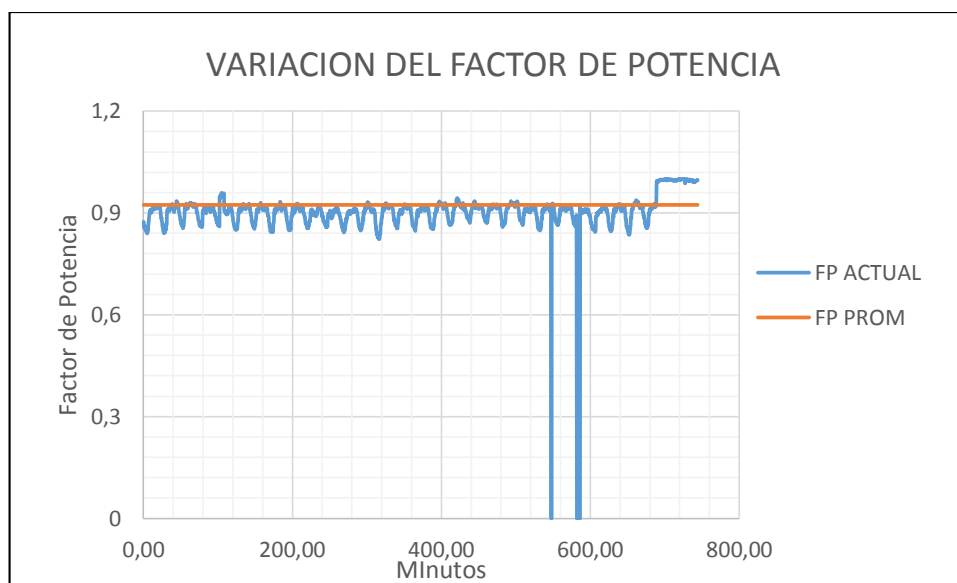
**Tabla 38: Demanda mínima, máxima y promedio del alimentador Quisquis.**

La figura 4.4 muestra la curva de carga mensual correspondiente al mes de octubre del alimentador Quisquis, se observa una demanda mínima y máxima de 0.776 MVA y 2.483 MVA en los días 26/10/2014 y 05/10/2014 respectivamente; dichas demandas representan un 9.7% y 31% de la capacidad total en la subestación.



**Figura 4.4: Curva de carga mensual (Octubre) del alimentador Quisquis.**

La figura 4.5 se observa que el alimentador Quiquis posee un factor de potencia promedio de 0.92 estando al límite del factor de potencia exigido. El alimentador presento dos interrupciones de servicio los días 23/10/2014 a las 19:45 hasta las 20:00 pm y 25/10/2014 desde las 6:00 hasta 10:15 am, probablemente ocasionadas por alguna falla en el sistema.



**Figura 4.5 Factor de potencia mensual (Octubre) del alimentador Quisquis.**

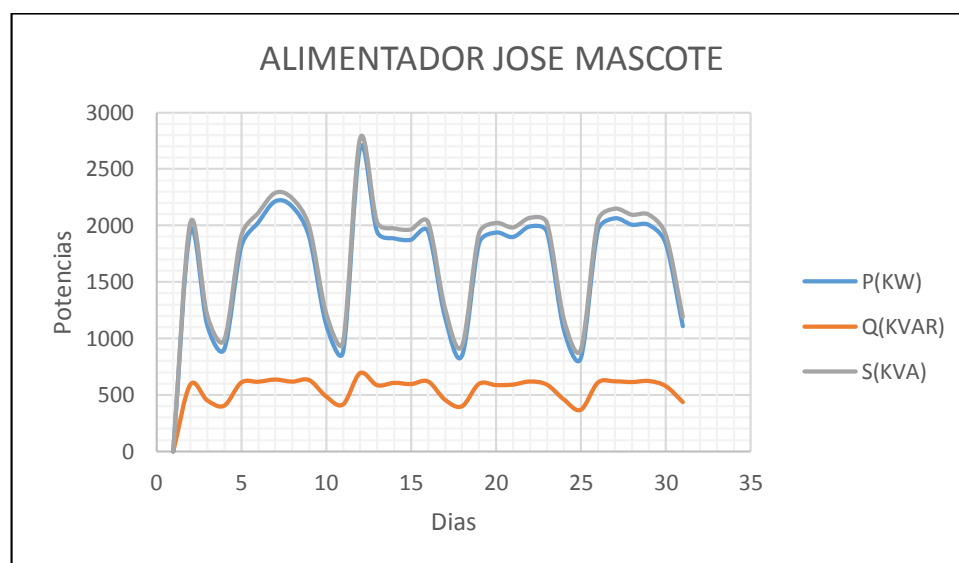
#### **4.4.3 Parámetros eléctricos del alimentador José Mascote (Demanda mínima).**

En la tabla 39 se muestran los valores mínimos, máximos y promedios de demandas del mes de agosto registrados por la CNEL-EP Unidad de Negocio Guayaquil en intervalos de 15 minutos.

Alimentador José Mascote					
Mediciones totales					
Desde			01/08/2014		
Hasta			31/08/2014		
Mediciones (#)			2976		
Demanda	KW	KVAR	KVA	FP	DÍA
Máxima	2682,64	691,90	2770,46	0,96	11/08/2014
Mínima	827,94	368,23	903,21	0,91	24/08/2014
Promedio	1671,69	541,71	1757,27	0,95	-----

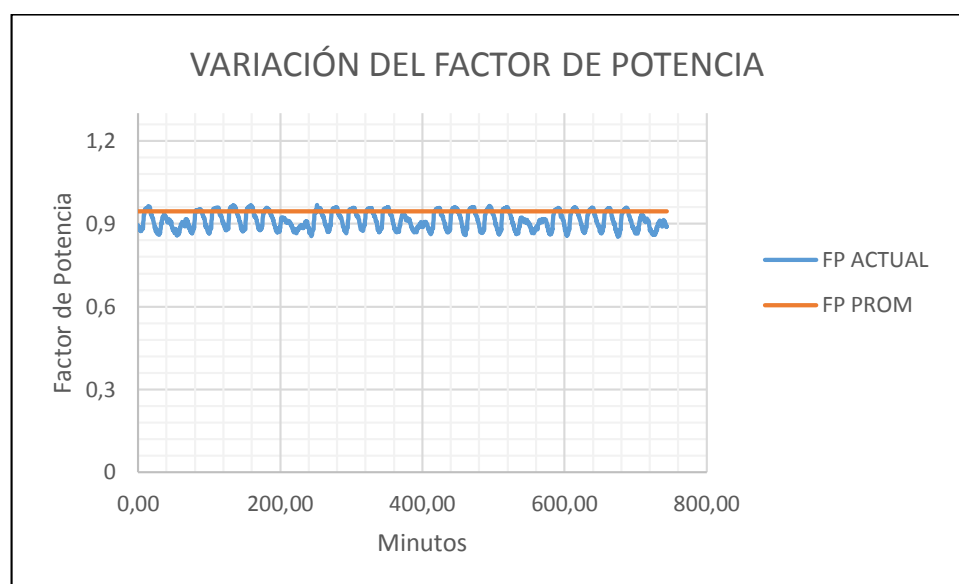
**Tabla 39: Demanda mínima, máxima y promedio del alimentador José Mascote.**

La figura 4.6 muestra la curva de carga mensual correspondiente al mes de agosto del alimentador José Mascote, se observa una demanda mínima y máxima 0.903 MVA y 2.770 MVA en los días 24/08/2014 y 11/08/2014 respectivamente; dichas demandas poseen un 11.28% y 34.6% de la capacidad total instalada en la subestación.



**Figura 4.6: Curva de carga mensual (Agosto) del alimentador José Mascote.**

A continuación en la figura 4.7 se observa que el alimentador José Mascote posee un factor de potencia promedio de 0.95 cumpliendo con el factor de potencia exigido, reflejando el buen uso de la potencia.



**Figura 4.7: Factor de potencia mensual (Agosto) del alimentador José Mascote.**

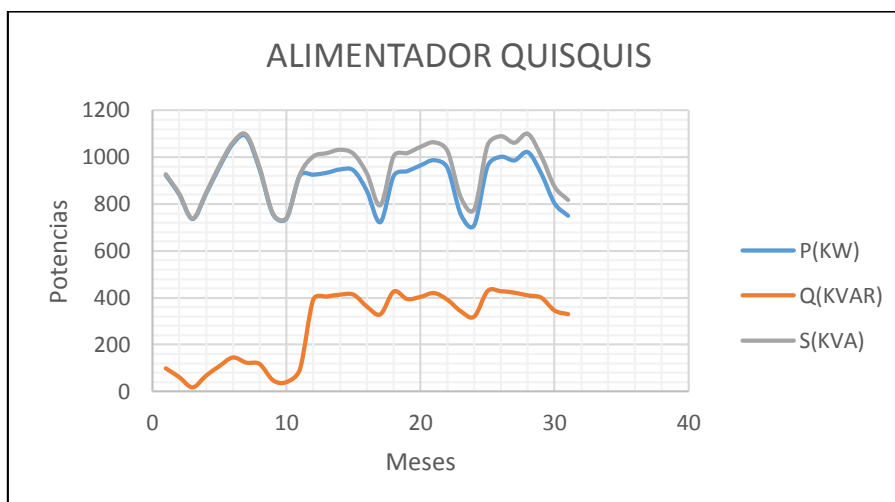
#### 4.4.4 Parámetros eléctricos del alimentador Quisquis. (Demanda mínima).

En la tabla 40 se muestran los valores mínimos, máximos y promedios de demandas del mes de agosto registrados por la CNEL-EP Unidad de Negocio Guayaquil, en intervalos de 15 minutos.

Alimentador Quisquis					
Medidas totales					
Desde	01/08/2014				
Hasta	31/08/2014				
# Mediciones	2976				
Demanda	KW	KVAR	KVA	FP	DÍA
Máxima	1022,33	409,670	1100,415	0,997	28/08/2014
Mínima	737,3	16,610	737,360	0,903	03/08/2014
Promedio	898,67814	306,91	949,034321	0,94	-----

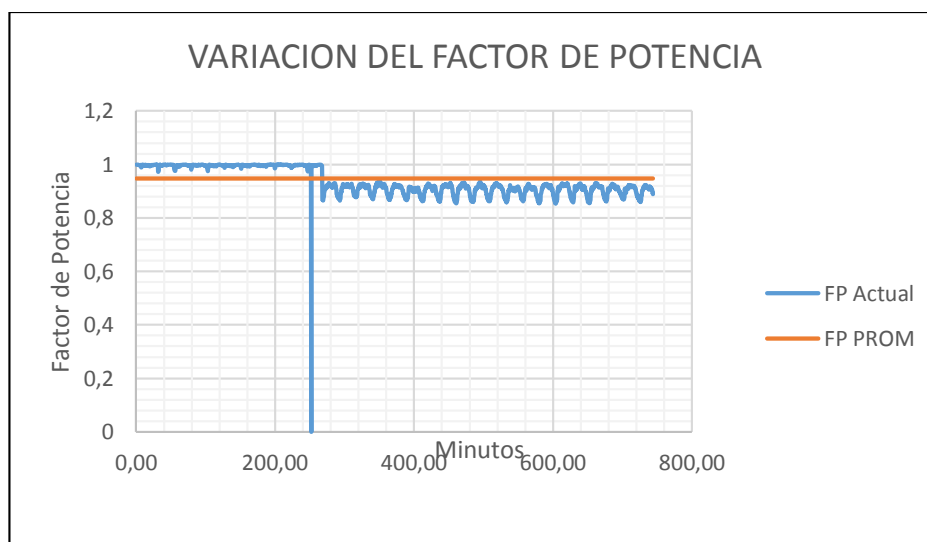
**Tabla 40: Demanda mínima, máxima y promedio del alimentador Quisquis.**

La figura 4.8 muestra la curva de carga mensual correspondiente al mes de agosto del alimentador Quisquis, en la cual observamos una demanda mínima y máxima 0.737 MVA y 1.1 MVA en los días 24/08/2014 y 11/08/2014 respectivamente; dichas demandas representan el 9.2% y 13.75% de la capacidad total de la subestación.



**Figura 4.8: Curva de carga mensual (Agosto) del alimentador Quisquis.**

A continuación en la figura 4.9 se observa que el alimentador Quisquis posee un factor de potencia promedio de 0.94, cumpliendo con el factor de potencia exigido por las regulaciones. El factor de potencia durante los primeros días fue aproximadamente uno nos quiere decir que toda la energía consumida fue transformada en trabajo. En el día 11/08/2014 a las 12:00 am hubo una interrupción de servicio en el alimentador, ocasionado probablemente por una falla o mantenimiento de algún equipo de protección.



**Figura 4.9: Factor de potencia mensual (Agosto) del alimentador Quisquis.**



#### 4.5 Descripción del agrupamiento de carga.

En esta sección se describirá brevemente como se realizó el agrupamiento de carga para los alimentadores Quisquis y José Mascote de la subestación Bien Público, Esta metodología se llevó a cabo debido a las limitaciones de memoria que se tienen con el simulador ETAP 12.6 versión estudiantil y para tener en consideración la caída de voltaje en los ramales más distantes con referencia a la subestación.

##### 4.5.1 Metodología del agrupamiento de carga.

La metodología adoptada para el agrupamiento de cargas se llevó a cabo de la siguiente manera:

- 1.-Se escogerá un punto de concentración de cargas teniendo en cuenta la distancia a la troncal más cercana ( $D_t$ ).
- 2.-Se medirá la longitud hasta la carga más distante desde el punto de concentración ( $D_{r\max}$ ).
- 3.-Se sumaran todas las cargas que se encuentra cercanas al punto de concentración ( $D_1$ ).
- 4.-Se dejara aislada la carga más distante del punto de concentración ( $A_2$ )

En la figura 4.10 se observa el modelo que se llevara a cabo en las alimentadoras de la subestación Bien Público.

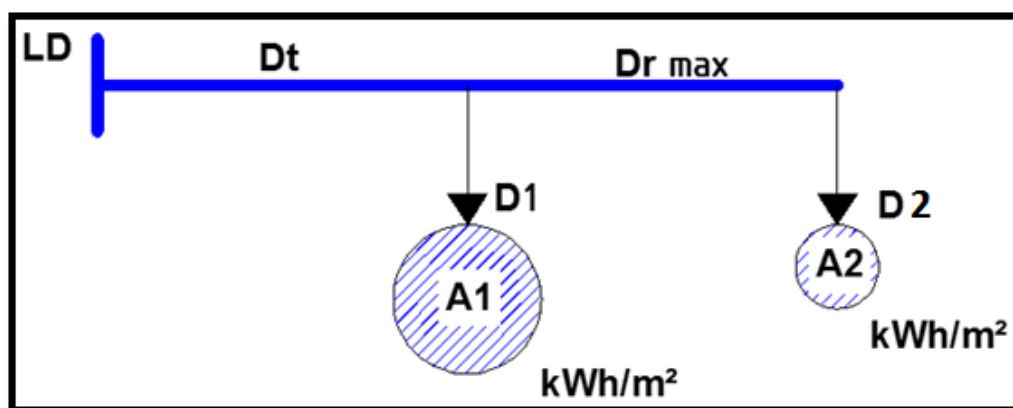


Figura 4.10: Esquema de concentración de carga.

#### 4.6 Introducción a la simulación de los alimentadores.

Esta sección se presenta los parámetros eléctricos de los componentes del sistema de distribución de la subestación Bien Público necesarios para realizar el estudio de flujo de potencia en los alimentadores.

##### 4.6.1 Representación del sistema de potencia.

Para el estudio de flujo de carga se representa el sistema de Potencia de CNEL-EP Unidad de Negocio Guayaquil como un equivalente de Thevenin visto desde la barra de 69 kV de la subestación Bien Público.

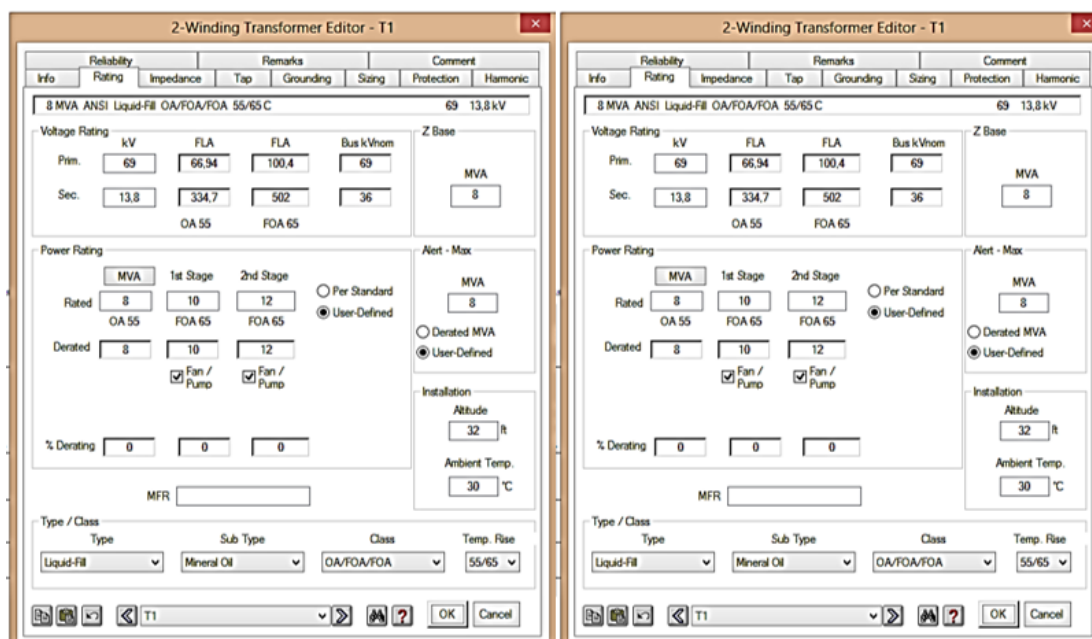
Al representar un sistema de potencia, la capacidad de cortocircuito es la corriente de falla expresada en MVA, al voltaje nominal de la barra de falla. A continuación en la tabla 41 se muestran las magnitudes de los diferentes de tipos de fallas a nivel de la barra de 69kV de la subestación Bien Público para máxima generación.

Capacidad de Cortocircuito en Máxima Generación							
kV Pre-falla	Ángulo	Tipo falla	Potencia de falla	Ia	Ib	Ic	In
			[MVA]	[kA]	[kA]	[kA]	[kA]
69	0	LLL	768	6,42	6,42	6,42	0
69	0	LG	374	3,13	0	0	3,13
69	0	LL	665	0	5,56	5,56	0
69	0	LLG	689	0	5,55	5,77	2,06

**Tabla 41: Capacidad de cortocircuito en máxima generación de la subestación Bien Público.**

##### 4.6.2 Datos del transformador de potencia.

En la figura 4.11 se muestran los datos de temperatura ambiente y altitud , además de parámetros eléctricos como: potencia en kVA, relación de transformación, datos típicos de impedancia y relación X/R ingresados en el programa ETAP 12.6, los cuales fueron necesarios para ejecutar las simulaciones.



**Figura 4.11: Datos del transformador de potencia ingresados en el simulador ETAP.**

#### 4.6.3 Datos de líneas y conductores.

Los calibres de los conductores más utilizados en las troncales y en los ramales se presentan en la tabla 42.

Alimentador	Troncal	Ramales
Quisquis	ACSR 336,4 MCM	ACSR: 3/0, 2/0, 2, 4 AWG
José Mascote		

**Tabla 42: Conductores utilizados en los alimentadores.**

A continuación en la tabla 43 se muestran los parámetros eléctricos de los conductores utilizados en los alimentadores primarios de la subestación Bien Público.

Calibre	Hilos	Diámetro	GMR	Peso	Resistencia	Reactancia
		mm	mm	kg/km	ohm/km	ohm/km
6	7	5,04	1,62	53,74	2,1	0,3948
4	7	6,36	2,05	85,53	1,3	0,3772
2	7	8,01	2,58	136	0,829	0,3597
1/0	7	10,11	3,25	216,4	0,521	0,3423

2/0	7	11,35	3,65	272,7	0,413	0,3335
3/0	7	12,74	4,1	343,7	0,328	0,3248
4/0	7	14,31	4,61	433,5	0,26	0,3161
336,4	33	18,3	7,43	689,5	0,165	0,28

**Tabla 43: Parámetros eléctricos de conductores utilizados en los alimentadores.**

#### 4.6.4 Datos de configuración de las estructuras aéreas.

Como parte del proceso de simulación de los alimentadores Quisquis y José Mascote, se asumió que las estructuras tengan una configuración horizontal semicentrada. A continuación en la figura 4.12 se muestra una demostración del ingreso de los datos en el simulador ETAP 12.6

The screenshot shows the 'Transmission Line Editor - Line5' window. It has several tabs: Protection, Sag & Tension, Ampacity, Reliability, Remarks, Comment, Info, Parameter, Configuration, Grouping, Earth, and Impedance. The 'Configuration' tab is active. The 'Configuration Type' is set to 'Horizontal' with a GMD of 4,434 ft. Under 'Phase', the 'Height' is 36,089 ft. The 'Spacing' values are AB: 2,417 ft, BC: 4,917 ft, and CA: 7,334 ft. In the 'Ground Wires' section, the 'Number of Ground Wires' is 1 and the 'CG' is -4,75 ft. The 'Conductors' section has 'Transposed' unchecked, 'Separation' at 0 inch, and 'Conductors/phase' at 1. A 'Layout' diagram shows three phase conductors (A, B, C) and a ground wire (G) relative to a centerline (CG). The 'Height' is indicated as the vertical distance from the ground to the phase conductors. The bottom of the window has a toolbar with icons for help, undo, redo, and a dropdown menu showing 'Line5', along with 'OK' and 'Cancel' buttons.

**Figura 4.12: Parámetros eléctricos de las líneas de media tensión ingresados en el simulador ETAP.**

#### 4.6.5 Datos de las cargas en los alimentadores.

Una vez simplificado el esquema de los alimentadores con la metodología de reducción de cargas detallada anteriormente, se ingresaron las cargas agrupadas en el simulador.

En la tabla 44 se detallan las cargas ingresadas por cada fase en el alimentador Quisquis a una cargabilidad de 60% y 100%.

BARRA	CARGA (kVA)			CARGA (kVA)		
	60%			100%		
	A	B	C	A	B	C
3			22,5			37,5
4			45			75
5		30			50	
6			60			100
7		30			50	
8	201	148,8	285	335	248	475
9	64,8			108		
10			30			50
11		30			50	
12	39,348	39,348	19,998	65,58	65,58	33,33
13		30			50	
14	47,838	77,838		79,73	129,73	
15	15			25		
16	30			50		
17	30			50		
18		45			75	
19			22,5			37,5
20	30,96			51,6		
21		60			100	
22				BARRA DE PASO		
23	30,96			51,6		
24				BARRA DE PASO		
25			52,5			87,5
26	30	30		50	50	
27	137,4	168	82,8	229	280	138

**Tabla 44: Cargas del alimentador Quisquis ingresadas en el simulador ETAP.**

A continuación en la tabla 45 se detallan las cargas ingresadas por cada fase en el alimentador José Mascote a una cargabilidad de 60% y 100%.

BARRA	CARGA (kVA)			CARGA (kVA)		
	60%			100%		
	A	B	C	A	B	C
3	39			65		
4	15			25		
5	19,998	19,998	19,998	33,33	33,33	33,33
6	142,2	142,2	120	237	237	200
7	250,2	280,2	250,2	417	467	417
8			45			75
9				CAPACITOR		
10	30	30		50	50	
11	90,6	60,6	123	151	101	205
12			15			25
13	31,2			52		
14	452,76	400,08	352,86	754,6	666,8	588,1
15	30			50		
16	60	30		100	50	
17	25,98	55,98	165	43,3	93,3	275
18		45			75	
19	15	120	45	25	200	75
20		30			50	
21	75,6	95,4	79,8	126	159	133
22	15	30	90	25	50	150

**Tabla 45: Cargas del alimentador José Mascote ingresadas en el simulador ETAP.**

#### 4.6.6 Análisis de cargabilidad.

En base a los datos analizados, actualmente la subestación Bien Público tiene una demanda promedio de 4.83 MVA el cual se considerara como caso base a 13.8 kV representando el 60% de cargabilidad del transformador de potencia.

Debido que la demanda en el Ecuador se incrementara en un 5% tal como lo manifiesta el Plan Maestro de Electrificación periodo 2014-2022,

se estima que en aproximadamente 10 años la subestación Bien Publico trabajaría al 100% de su capacidad nominal.

#### 4.7 Simulaciones para el nivel de tensión de 13.8 kV.

A continuación se presentan las simulaciones para el nivel de tensión de 13.8 kV, con una cargabilidad de 60% y 100% en los alimentadores Quisquis y José Mascote.

##### 4.7.1 Simulación del alimentador Quisquis al 60% de carga instalada.

En la tabla 46 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 13,8kv						
Cargabilidad : 60%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	76.3	0,687	-0,239	0,727	0,081	0,050
B	86.9	0,616	-0,167	0,638	(0,077)	0
C	73.9	0,590	-0,264	0,646	0	-0,009
Total		1,893	-0,670	2,011	0,004	0,041

**Tabla 46: Perdidas del alimentador Quisquis con cargabilidad de 60% a 13.8 kV.**

##### OBSERVACIONES:

- La caída de voltaje en las barras más lejanas, que son las barras 9 y 28 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 10.6 A entre las fases A-B, 13 A entre las fases B-C y 2.4 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 79 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en un 3.75% entre las fases A-B, en un 1.37% entre las fases B-C y en un 5.12% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 1.89 MW.
- Las pérdidas activas del alimentador fueron de 0.004 MW.
- El Alimentador aporta en un 25.1% a la cargabilidad del transformador de potencia.

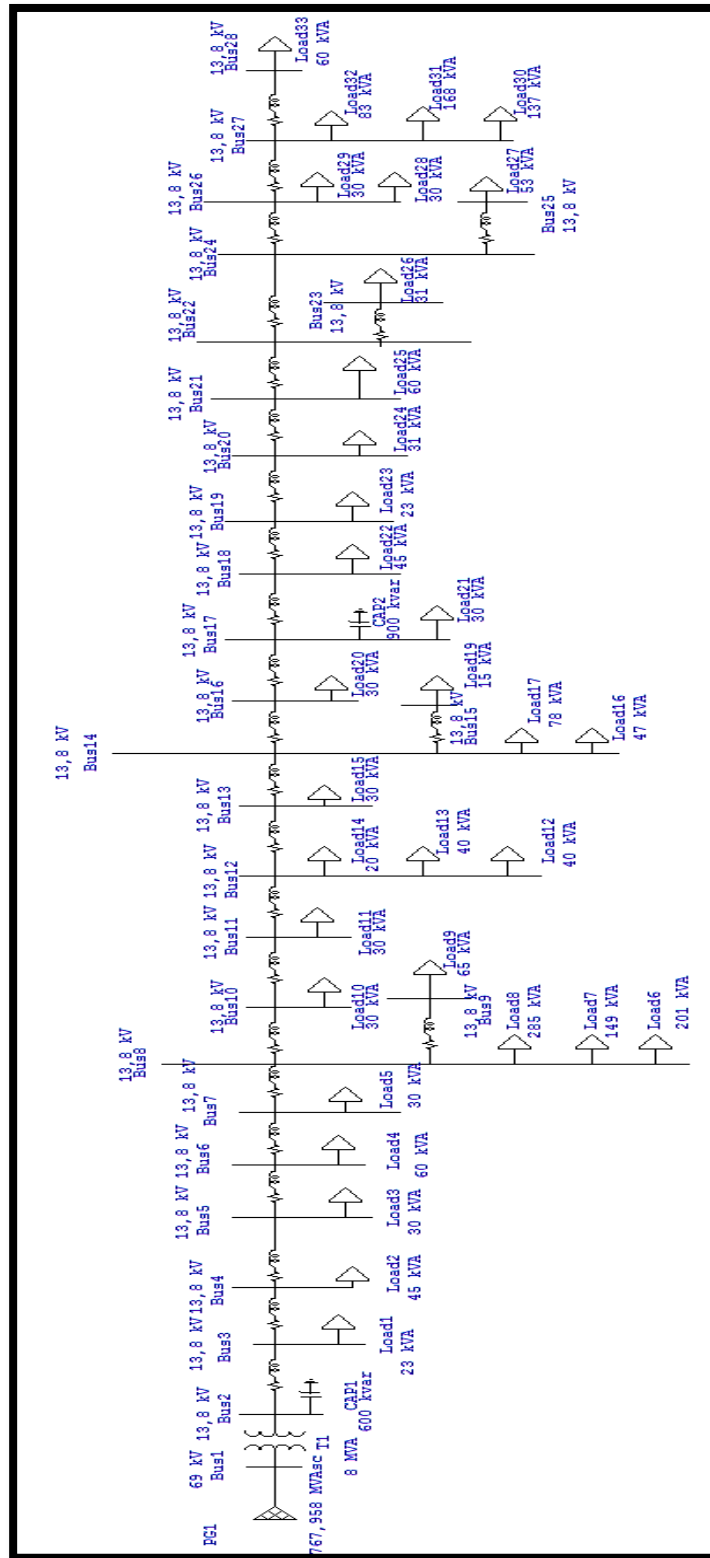


Figura 4.13: Flujo de carga del alimentador Quisquis al 60% de carga instalada.



#### 4.7.2 Simulación del alimentador Quisquis al 100% de carga instalada.

En la tabla 47 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 13,8kv						
Cargabilidad : 100%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	125,5	1,129	-0,046	1,130	0,131	0,096
B	146,7	1,009	0,067	1,011	(0,124)	0,013
C	122,4	0,972	-0,093	0,976	0,004	-0,005
Total		3,110	-0,072	3,117	0,011	0,104

**Tabla 47: Perdidas del alimentador Quisquis con cargabilidad de 100% a 13.8 kV.**

#### OBSERVACIONES:

- Durante la simulación se observó que la caída de voltaje en las barras más lejanas que son la barra 9 y 28 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 21.2 A entre las fases A-B, 24.3 A entre las fases B-C y 3.1 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 131.5 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en un 3.85% entre las fases A-B, en un 1.19% entre las fases B-C y en un 5.05% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 3.11 MW.
- Las pérdidas de potencia activa totales del alimentador fueron de 0.011 MW.
- El Alimentador aporta en un 39% a la cargabilidad del transformador de potencia.

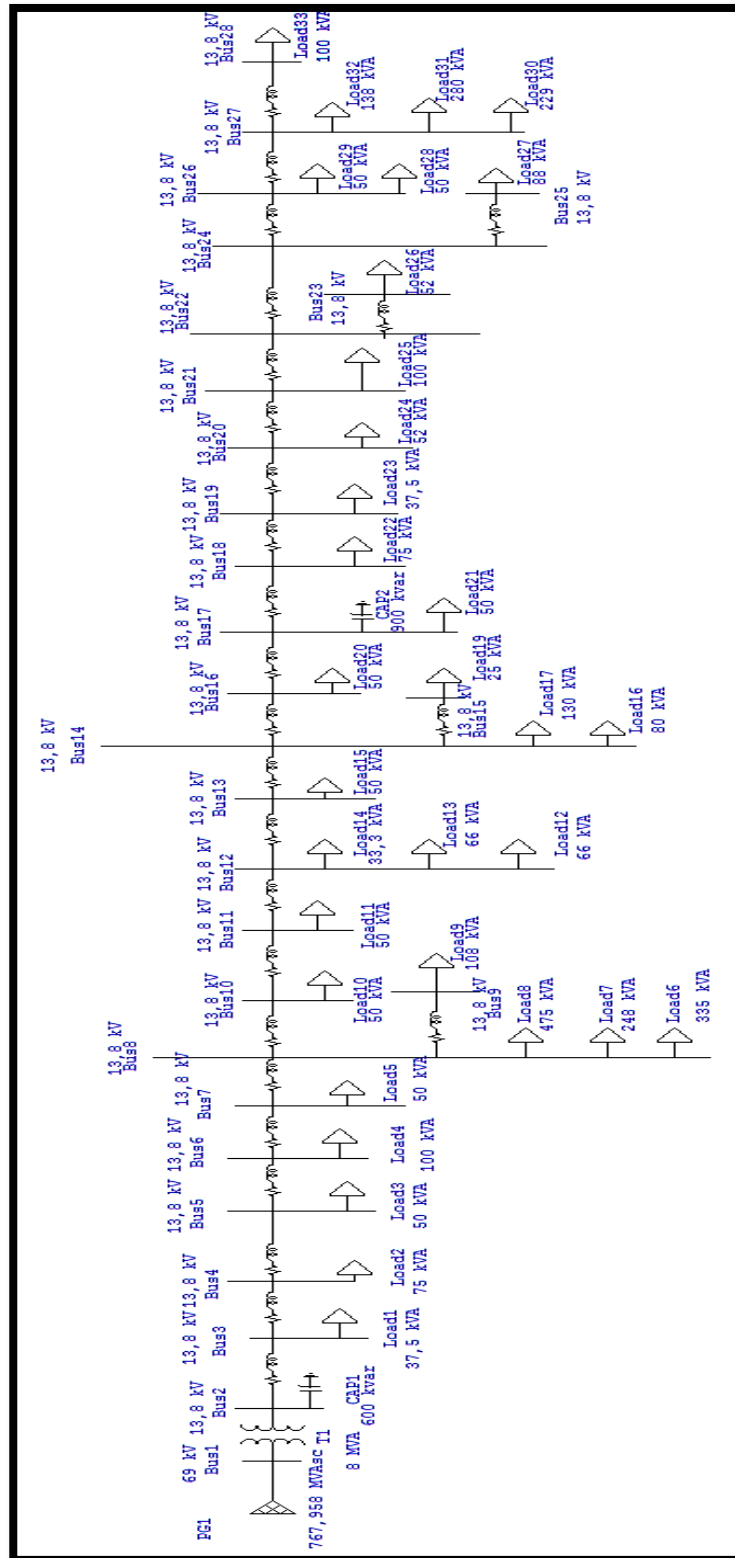


Figura 4.14: Flujo de carga del alimentador Quisquis al 100% de carga instalada.

#### 4.7.3 Simulación del alimentador José Mascote al 60% de carga instalada.

En la tabla 48 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 13,8kv						
Cargabilidad : 60%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	149,4	1,222	0,136	1,229	0,072	0,063
B	162,5	1,198	0,195	1,214	(0,034)	0,041
C	154,6	1,159	0,145	1,168	(0,023)	0,036
Total		3,579	0,476	3,611	0,015	0,140

**Tabla 48: Perdidas del alimentador José Mascote con cargabilidad de 60% a 13.8 kV.**

#### OBSERVACIONES:

- Durante la simulación se observó que la caída de voltaje de las barras más lejanas que son las barras 15 y 18 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 13.1 A entre las fases A-B, 7.9 A entre las fases B-C y 5.2 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 155.5 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en 0.67% entre las fases A-B, en un 1.09% entre las fases B-C y en un 1.76% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 3.57 MW.
- Las pérdidas de potencia activa totales del alimentador fueron de 0.015 MW.
- El Alimentador aporta en un 45% a la cargabilidad del transformador de potencia.

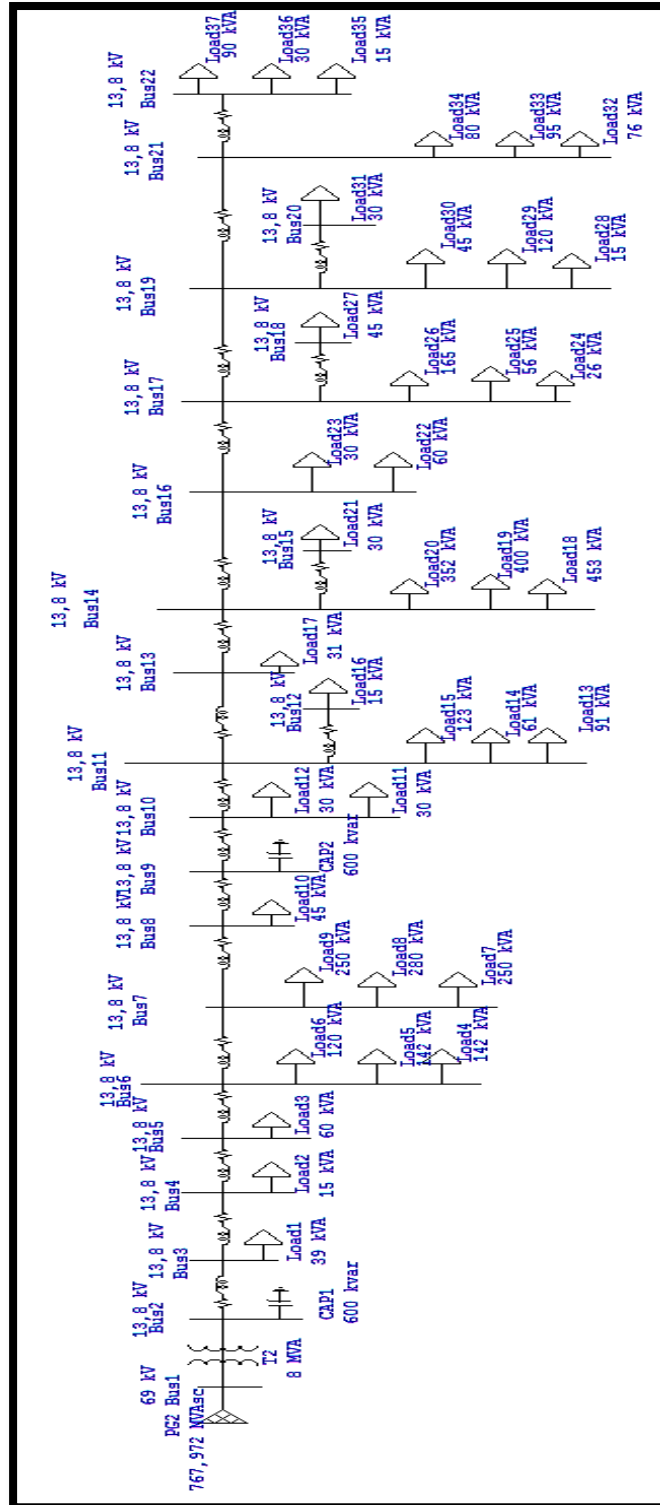


Figura 4.15: Flujo de carga del alimentador José Mascote al 60% de carga instalada.

#### 4.7.4 Simulación del alimentador José Mascote al 100% de carga instalada.

En la tabla 49 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 13,8kv						
Cargabilidad : 100%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	249,7	1,985	0,532	2,056	0,121	0,159
B	271,6	1,942	0,627	2,041	(0,049)	0,126
C	258,6	1,882	0,544	1,959	(0,032)	0,112
Total		5,809	1,703	6,056	0,040	0,397

**Tabla 49: Perdidas del alimentador José Mascote con cargabilidad de 100% a 13.8 kV.**

#### OBSERVACIONES:

- Durante la simulación se observó que la caída de voltaje de las barras más lejanas que son las barras 15 y 18 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 21.9 A entre las fases A-B, 13 A entre las fases B-C y 8.9 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 260 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en 0.74% entre las fases A-B, en un 1.03% entre las fases B-C y en un 1.77% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 5.81 MW.
- Las pérdidas de potencia activa totales del alimentador fueron de 0.040 MW.
- El Alimentador aporta en un 75% a la cargabilidad del transformador de potencia.

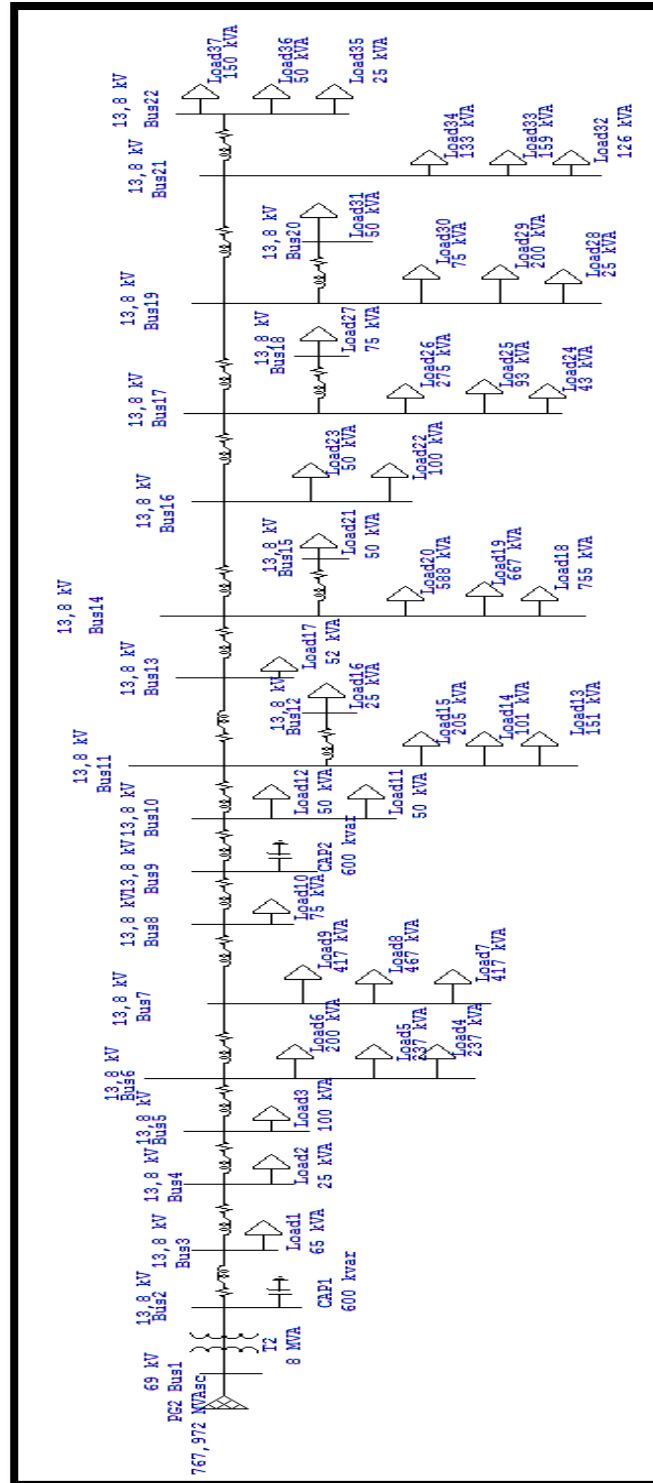


Figura 4.16: Flujo de carga del alimentador José Mascote al 100% de carga instalada.

#### 4.8 Simulaciones para el nivel de tensión de 22 kV.

A continuación se presentan las simulaciones para el nivel de tensión de 22 kV, con una cargabilidad de 60% y 100% en los alimentadores Quisquis y José Mascote.

##### 4.8.1 Simulación del alimentador Quisquis al 60% de carga instalada.

En la tabla 50 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 22kv						
Cargabilidad : 60%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas Aparente	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	47,8	0,686	-0,241	0,727	0,080	0,049
B	54,4	0,616	-0,169	0,638	(0,077)	-0,001
C	46,3	0,589	-0,266	0,646	0	-0,010
Total		1,891	-0,676	2,011	0,003	0,038

**Tabla 50: Perdidas del alimentador Quisquis con cargabilidad de 60% a 22 kV.**

##### OBSERVACIONES:

- La caída de voltaje en las barras más lejanas, que son las barras 9 y 28 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 6.6 A entre las fases A-B, 8.1 A entre las fases B-C y 1.5 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 49.5 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en un 3.7% entre las fases A-B, en un 1.42% entre las fases B-C y en un 5.13% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 1.89 MW.
- Las pérdidas activas del alimentador fueron de 0.003 MW.
- El Alimentador aporta en un 25% a la cargabilidad del transformador de potencia.

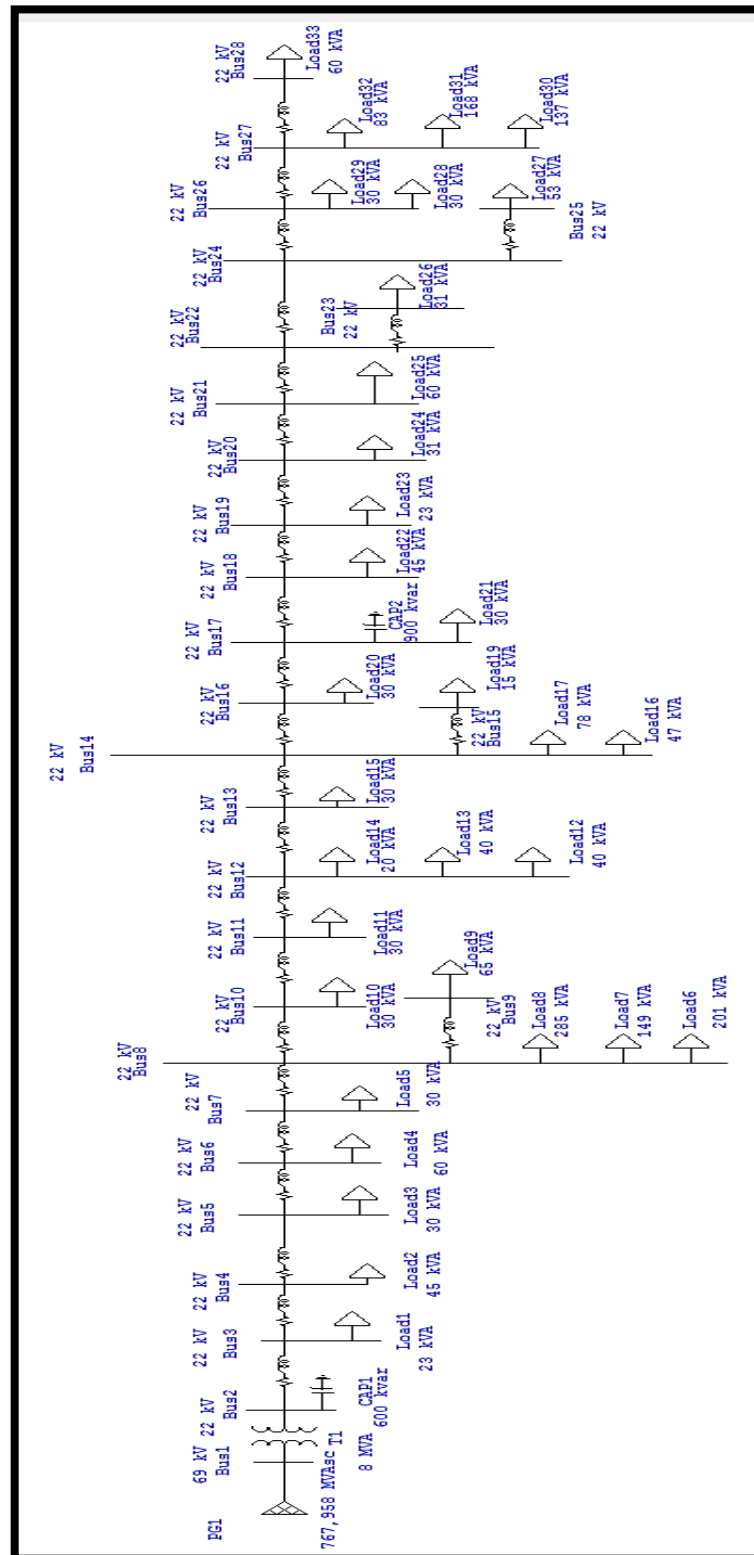


Figura 4.17: Flujo de carga del alimentador Quisquis al 60% de carga instalada.



#### 4.8.2 Simulación del alimentador Quisquis al 100% de carga instalada.

En la tabla 51 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 22kv						
Cargabilidad : 100%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	79,4	1,150	-0,359	1,205	0,132	0,101
B	92,8	1,027	-0,243	1,056	(0,127)	0,012
C	77,4	0,990	-0,407	1,070	0,004	-0,003
TOTAL		3,167	-1,009	3,331	0,009	0,110

**Tabla 51: Perdidas del alimentador Quisquis con cargabilidad de 100% a 22 kV.**

#### OBSERVACIONES:

- Durante la simulación se observó que la caída de voltaje de las barras más lejanas que son las barras 9 y 28 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 13.4 A entre las fases A-B, 15.4 entre las fases B-C y 2 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 83.2 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en 3.88% entre las fases A-B, en un 1.16% entre las fases B-C y en un 5.1% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 5.82 MW.
- Las pérdidas de potencia activa totales del alimentador fueron de 0.009 MW.
- El Alimentador aporta en un 41% a la cargabilidad del transformador de potencia.

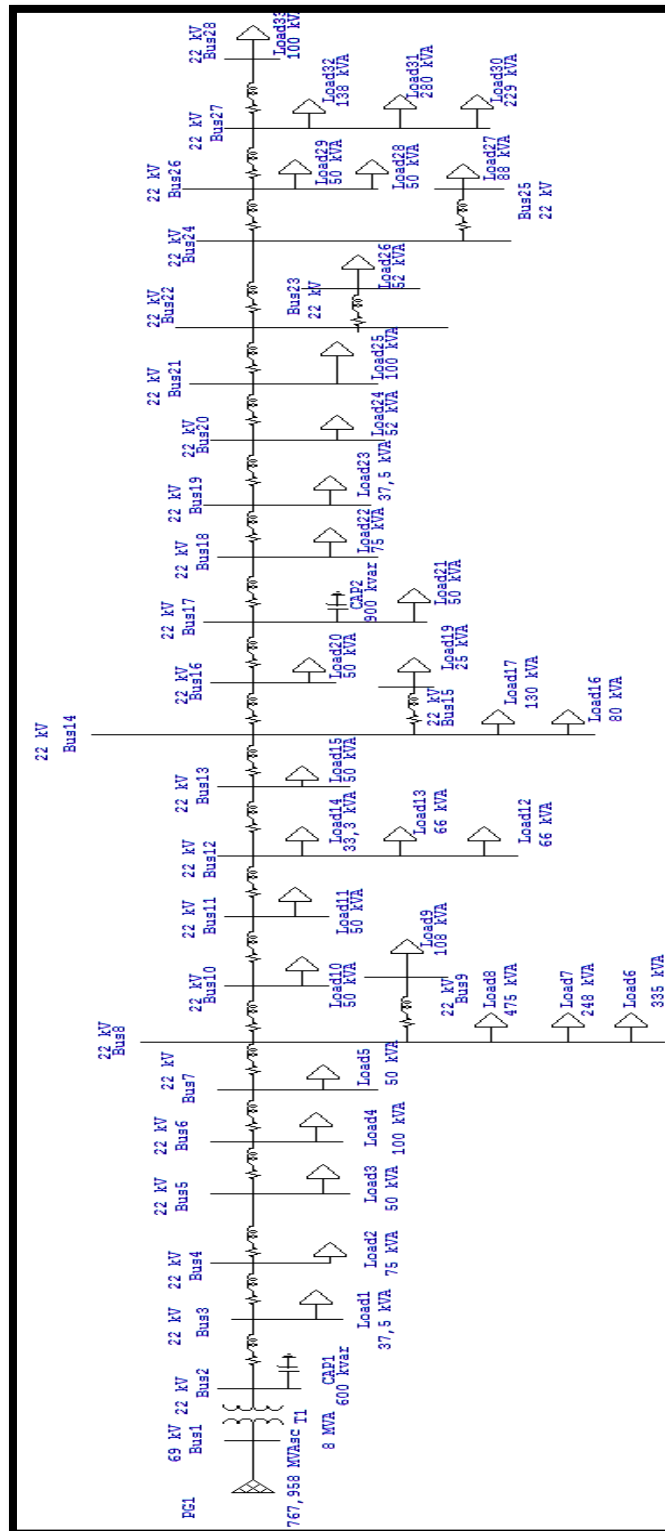


Figura 4.18: Flujo de carga del alimentador Quisquis al 100% de carga instalada.

#### 4.8.3 Simulación del alimentador José Mascote al 60% de carga instalada.

En la tabla 52 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 22kv						
Cargabilidad : 60%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	93,7	1,222	0,132	1,229	0,071	0,060
B	101,9	1,199	0,192	1,214	(0,036)	0,038
C	96,9	1,160	0,142	1,168	(0,024)	0,033
Total		3,581	0,466	3,611	0,011	0,131

**Tabla 52: Perdidas del alimentador José Mascote con cargabilidad de 60% a 22 kV.**

#### OBSERVACIONES:

- Durante la simulación se observó que la caída de voltaje de las barras más lejanas que son las barras 9 y 28 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 8.2 A entre las fases A-B, 5 A entre las fases B-C y 3.2 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 96.5 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en 0.64% entre las fases A-B, en un 1.1% entre las fases B-C y en un 1.73% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 3.58 MW.
- Las pérdidas de potencia activa totales del alimentador fueron de 0.011 MW.
- El Alimentador aporta en un 45% a la cargabilidad del transformador de potencia.

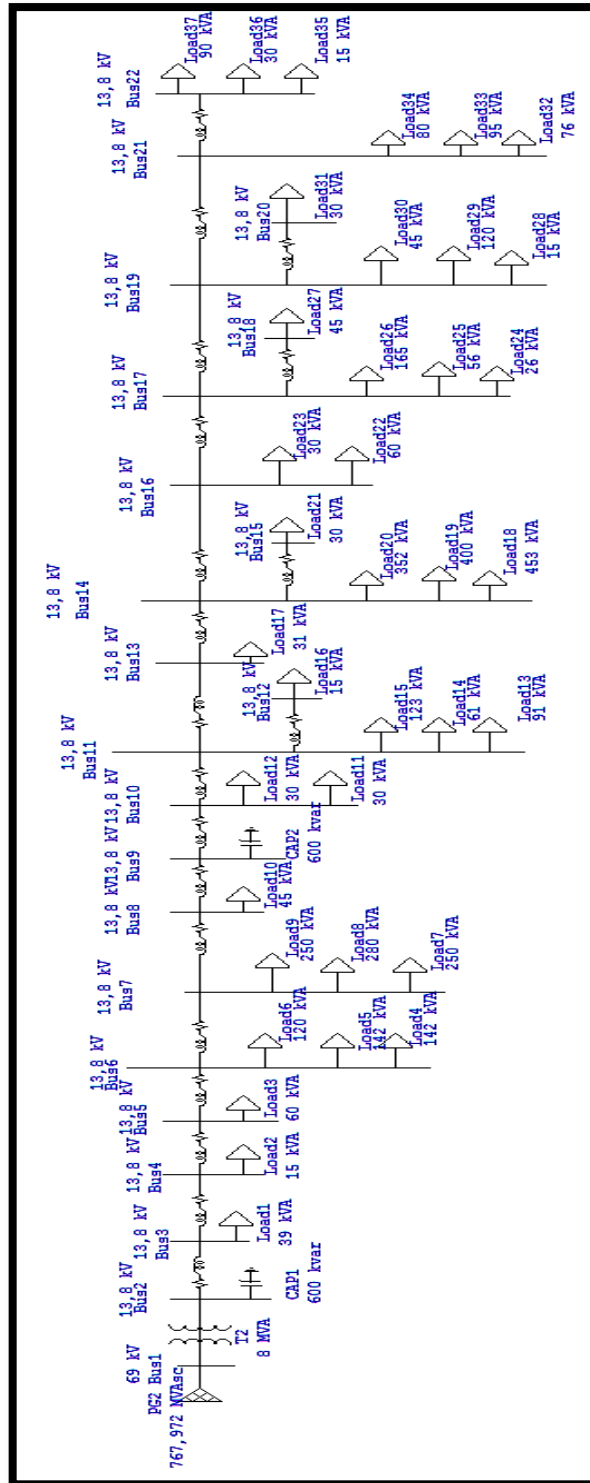


Figura 4.19: Flujo de carga del alimentador José Mascote al 60% de carga instalada.

#### 4.8.4 Simulación del alimentador José Mascote al 100% de carga instalada.

En la tabla 53 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 22kv						
Cargabilidad : 100%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	156,3	1,978	0,623	2,073	0,118	0,154
B	170,0	1,935	0,717	2,064	(0,052)	0,121
C	161,9	1,876	0,635	1,980	(0,034)	0,108
Total		5,789	1,975	6,117	0,032	0,383

**Tabla 53: Perdidas del alimentador José Mascote con cargabilidad de 100% a 22 kV.**

#### OBSERVACIONES:

- Durante la simulación se observó que la caída de voltaje de las barras más lejanas que son las barras 15 y 18 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 13.7 A entre las fases A-B, 8.1 entre las fases B-C y 5.6 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 162.8 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en 0.74% entre las fases A-B, en un 1.01% entre las fases B-C y en un 1.76% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 3.58 MW.
- Las pérdidas de potencia activa totales del alimentador fueron de 0.032 MW.
- El Alimentador aporta en un 76.5% a la cargabilidad del transformador de potencia.

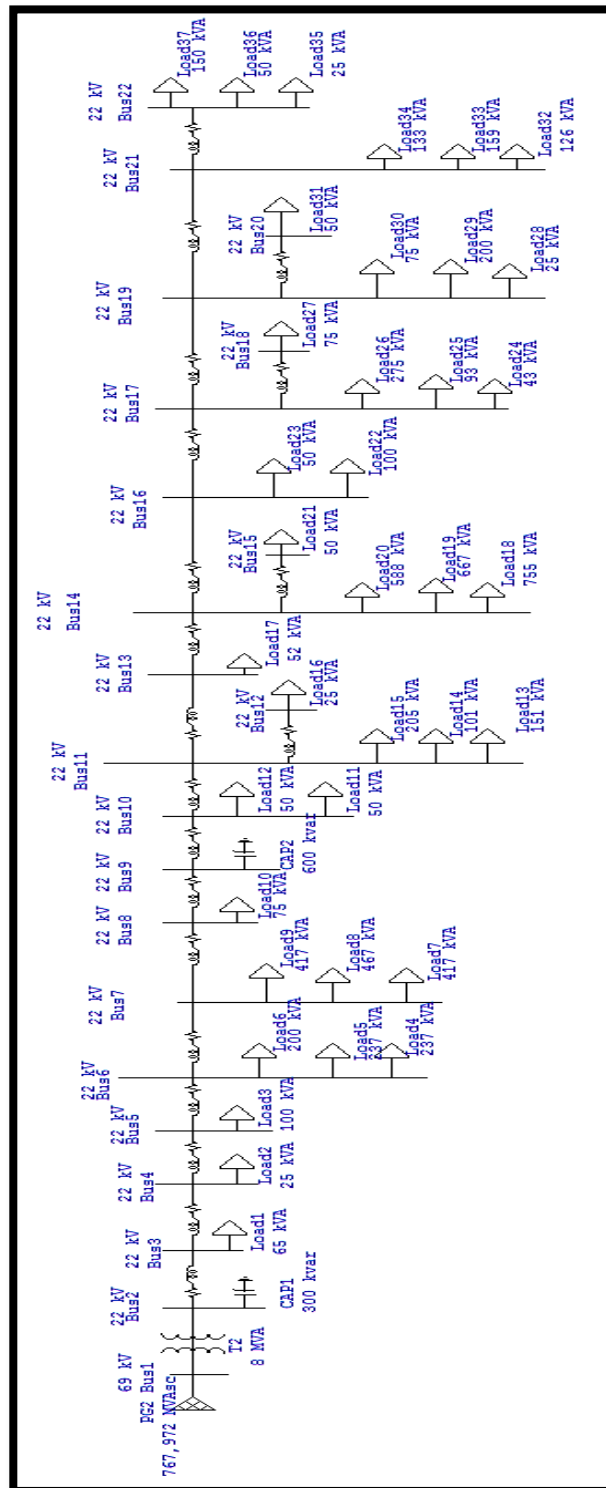


Figura 4.20: Flujo de carga del alimentador José Mascote al 100% de la carga instalada.

#### 4.9 Simulaciones para el nivel de tensión de 36 kV.

A continuación se presentan las simulaciones para el nivel de tensión de 36 kV, con una cargabilidad de 60% y 100% en los alimentadores Quisquis y José Mascote.

##### 4.9.1 Simulación del alimentador Quisquis al 60% de la carga instalada.

En la tabla 54 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tension:36kv						
Cargabilidad : 60%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	29,4	0,691	-0,242	0,732	0,080	0,046
B	33,5	0,621	-0,169	0,643	(0,077)	-0,003
C	28,5	0,593	-0,266	0,650	0	-0,012
Total		1,905	-0,677	2,025	0,003	0,031

**Tabla 54: Perdidas del alimentador Quisquis con cargabilidad de 60% a 36 kV.**

##### OBSERVACIONES:

- La caída de voltaje en las barras más lejanas, que son las barras 9 y 28 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 4.1 A entre las fases A-B, 5 A entre las fases B-C y 0.9 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 30.5 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en un 3.67% entre las fases A-B, en un 1.47% entre las fases B-C y en un 5.14% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 1.9 MW.
- Las pérdidas activas del alimentador fueron de 0.003 MW.
- El Alimentador aporta en un 25% a la cargabilidad del transformador de potencia.

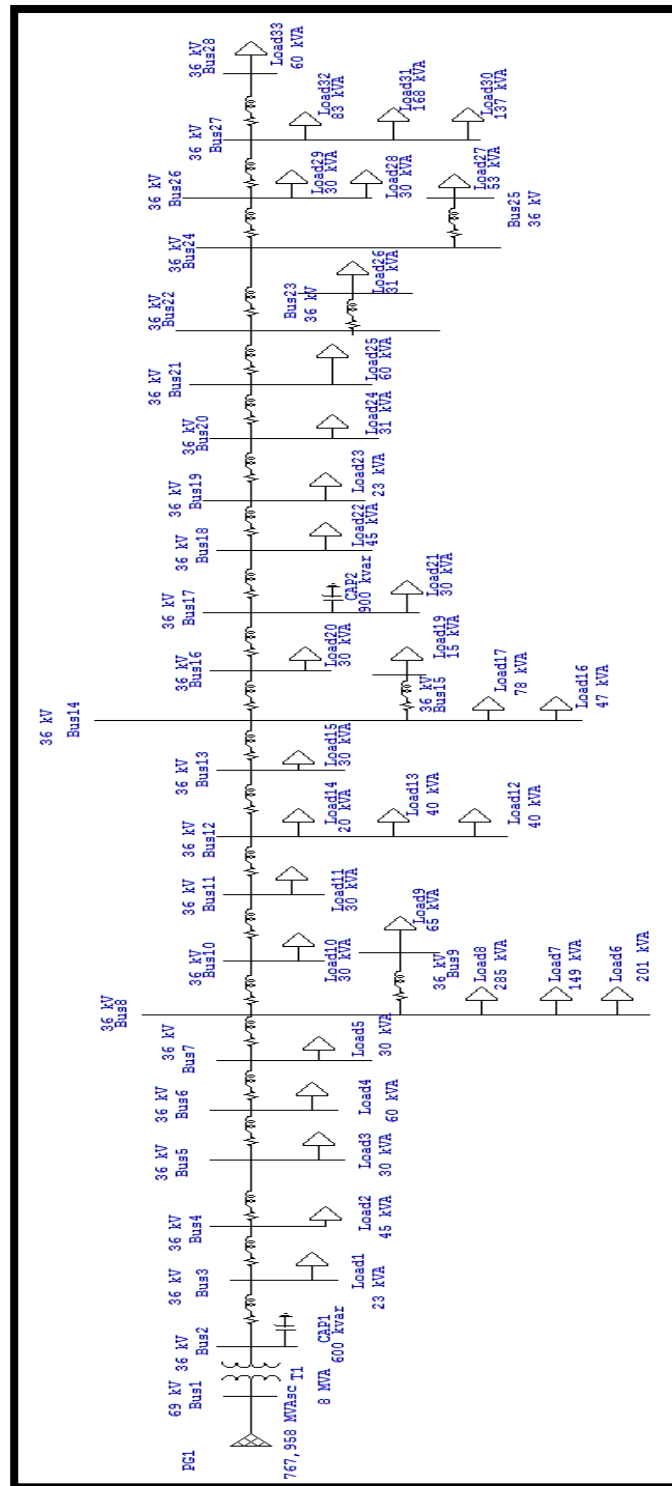


Figura 4.21: Flujo de carga del alimentador Quisquis al 60% de la carga instalada.



#### 4.9.2 Simulación del alimentador Quisquis al 100% de la carga instalada.

En la tabla 55 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 36kv						
Cargabilidad : 100%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	48,4	1,137	-0,049	1,138	0,130	0,090
B	56,6	1,017	0,066	1,019	(0,126)	0,008
C	47,2	0,978	-0,095	0,983	0,004	-0,010
Total		3,132	-0,078	3,140	0,008	0,088

**Tabla 55: Perdidas del alimentador Quisquis con cargabilidad de 100% a 36 kV.**

#### OBSERVACIONES:

- Durante la simulación se observó que la caída de voltaje de las barras más lejanas que son las barras 9 y 28 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 8.2 A entre las fases A-B, 9.4 A entre las fases B-C y 1.2 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 50.8 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en 3.83% entre las fases A-B, en un 1.24% entre las fases B-C y en un 5.1% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 3.13 MW.
- Las pérdidas de potencia activa totales del alimentador fueron de 0.008 MW.
- El Alimentador aporta en un 39% a la cargabilidad del transformador de potencia.

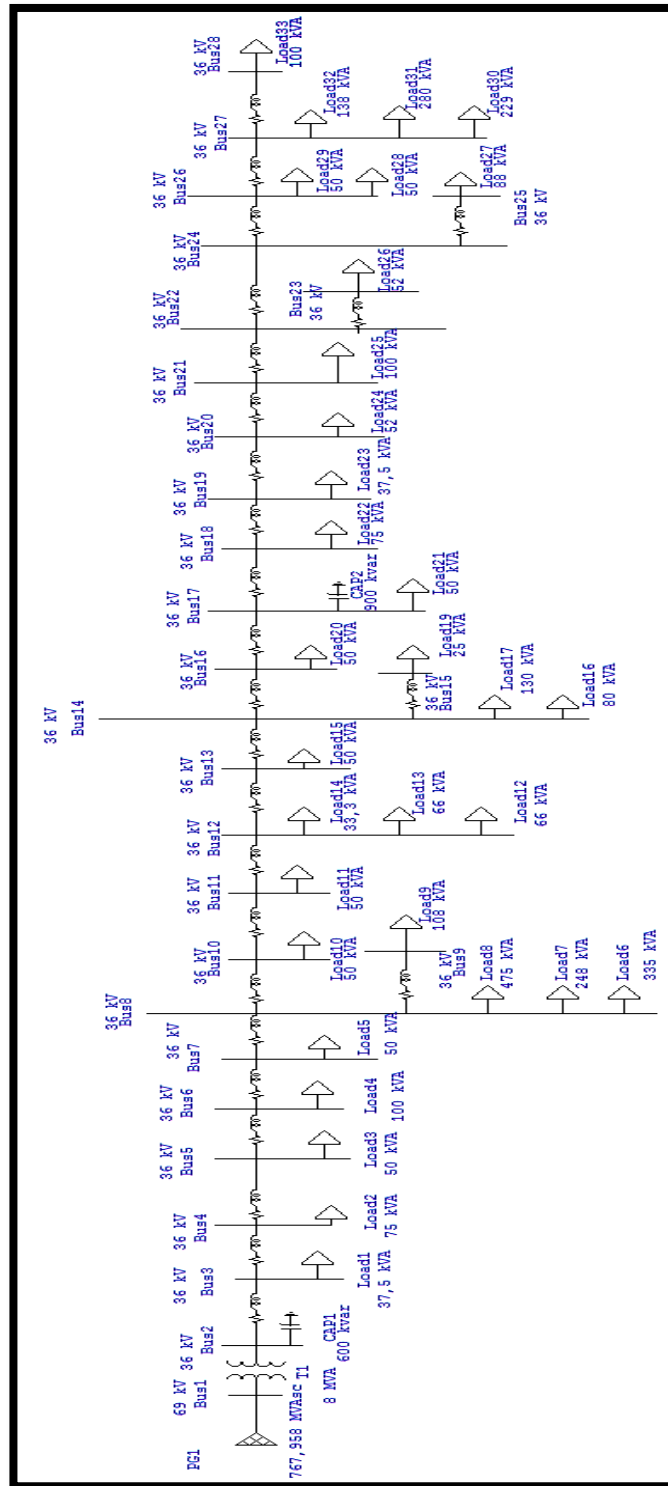


Figura 4.22: Flujo de carga del alimentador Quisquis al 100% de la carga instalada.

#### 4.9.3 Simulación del alimentador José Mascote al 60% de carga instalada.

En la tabla 56 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 36kv						
Cargabilidad : 60%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	57,7	1,232	0,134	1,239	0,071	0,057
B	62,8	1,209	0,194	1,224	(0,036)	0,035
C	59,7	1,169	0,144	1,178	(0,024)	0,031
Total		3,610	0,472	3,641	0,011	0,123

**Tabla 56: Perdidas del alimentador José Mascote con cargabilidad de 60% a 36 kV.**

#### OBSERVACIONES:

- Durante la simulación se observó que la caída de voltaje de las barras más lejanas que son las barras 15 y 18 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 5.1 A entre las fases A-B, 3.1 A entre las fases B-C y 2 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 60.1 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en 0.63% entre las fases A-B, en un 1.1% entre las fases B-C y en un 1.74% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 3.61 MW.
- Las pérdidas de potencia activa totales del alimentador fueron de 0.011 MW.
- El Alimentador aporta en un 45% a la cargabilidad del transformador de potencia.

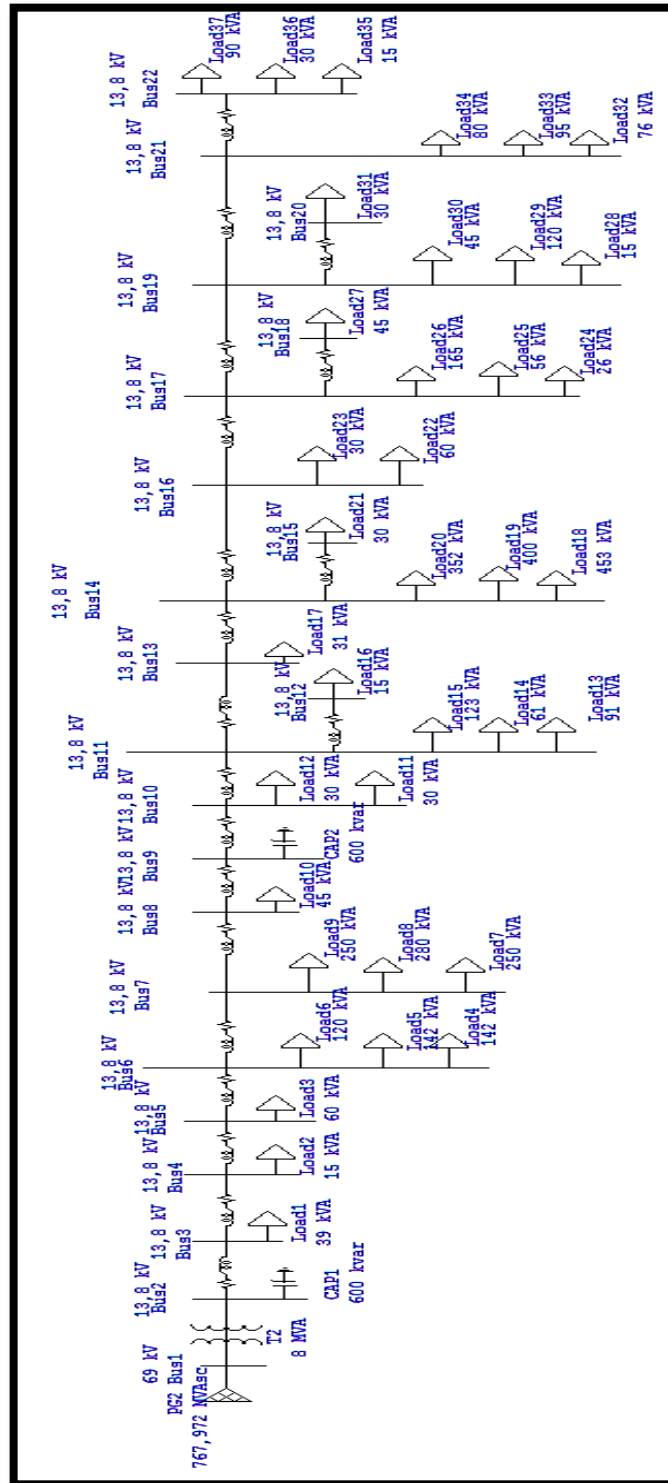


Figura 4.23: Flujo de carga del alimentador José Mascote al 60% de la carga instalada.

#### 4.9.4 Simulación del alimentador José Mascote al 100% de carga instalada.

En la tabla 57 se muestra un resumen de algunos parámetros eléctricos extraídos del reporte que genera el simulador ETAP 12.6.

Nivel de tensión: 36kv						
Cargabilidad : 100%						
Fases	Amp	Demanda			Perdidas	
		MW	MVAR	MVA	MW	MVAR
A	96,6	2,006	0,532	2,075	0,118	0,149
B	105,1	1,964	0,627	2,061	(0,053)	0,115
C	100,1	1,903	0,544	1,979	(0,036)	0,103
Total		5,873	1,703	6,115	0,029	0,367

**Tabla 57: Perdidas del alimentador José Mascote con cargabilidad de 100% a 36 kV.**

#### OBSERVACIONES:

- Durante la simulación se observó que la caída de voltaje de las barras más lejanas que son las barras 15 y 18 se mantuvieron dentro del 5% permitido.
- Las corrientes de cada fase tuvieron valores muy próximos, hubo un desbalance de 8.5 A entre las fases A-B, 5 A entre las fases B-C y 3.5 A entre las fases A-C, la corriente promedio del alimentador es de 100.6 Amperios.
- Las demandas de potencia activa de cada fase se encuentran desbalanceadas en 0.71% entre las fases A-B, en un 1.1% entre las fases B-C y en un 1.75% entre las fases A-C, la demanda total del alimentador es de 5.87 MW.
- Las pérdidas de potencia activa totales del alimentador fueron de 0.029 MW.
- El Alimentador aporta en un 76% a la cargabilidad del transformador de potencia.

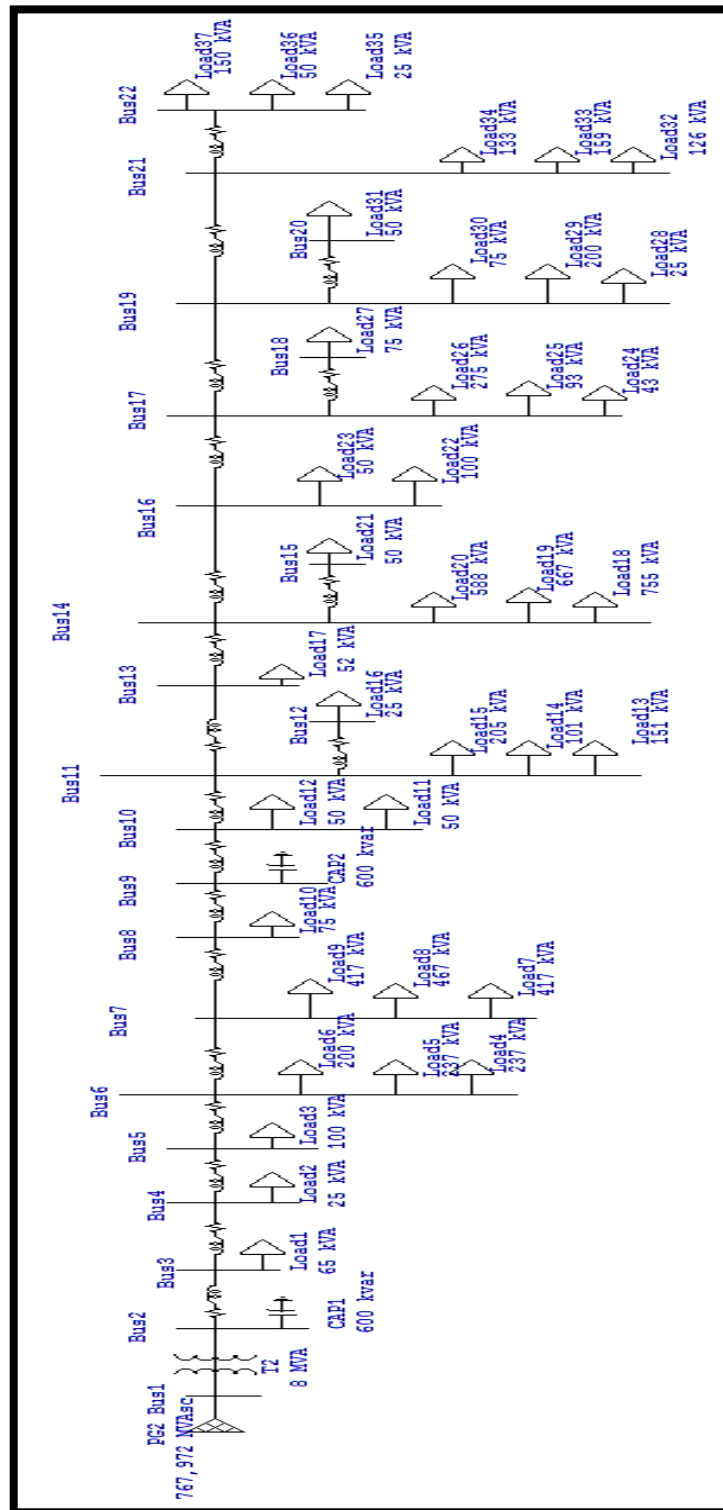


Figura 4.24: Flujo de carga del alimentador José Mascote al 100% de la carga instalada.

#### 4.10 Resultados y conclusiones acerca del flujo de carga.

Con el fin de determinar las pérdidas totales vistas desde el punto de entrega de subtransmision, se asumió una adición del 5% a las pérdidas de potencia activa en los alimentadores que conforman la subestación Bien Público.

En la tabla 58 se observa un resumen de la demanda y pérdidas totales de la subestación Bien público que se generaron a una cargabilidad del 60%.

Cargabilidad 60%					
13,8kV		22kV		36 kV	
Parámetros eléctricos	MW	Parámetros eléctricos	MW	Parámetros eléctricos	MW
Demanda Total	5,477	Demanda Total	5,473	Demanda Total	5,516
Pérdidas totales S/E	0,019	Pérdidas totales S/E	0,015	Pérdidas totales S/E	0,013
Pérdidas de subtransmision	0,00095	Pérdidas de subtransmision	0,00074	Pérdidas de subtransmision	0,00066
Pérdidas Totales	0,0199	Pérdidas Totales	0,0154	Pérdidas Totales	0,0138

**Tabla 58: Pérdidas totales de la subestación Bien Público a 60% de cargabilidad.**

En la tabla 59 se observa un resumen de la demanda y pérdidas totales que se generaron a una cargabilidad del 100%.

Cargabilidad 100%					
13,8kV		22kV		36kV	
Parámetros eléctricos	MW	Parámetros eléctricos	MW	Parámetros eléctricos	MW
Demanda Total	8,934	Demanda Total	8,961	Demanda Total	9,006
Pérdidas totales S/E	0,0517	Pérdidas totales S/E	0,0416	Pérdidas totales S/E	0,0361
Pérdidas de subtransmision	0,0026	Pérdidas de subtransmision	0,0021	Pérdidas de subtransmision	0,0018
Pérdidas Totales	0,0543	Pérdidas Totales	0,0437	Pérdidas Totales	0,0379

**Tabla 59: Pérdidas totales de la subestación Bien Público a 100% de cargabilidad.**

El estudio de flujo de carga permite emitir las siguientes conclusiones:

- Para la condición de carga promedio (Cargabilidad al 60%) a un nivel de tensión de 13.8 kV, la potencia aparente consumida por la subestación Bien Público desde el alimentador Quisquis es de 2.011 MVA y el alimentador José Mascote de 3.616 MVA, sumando un total de 5.627 MVA dando un error del 16% comparado con la potencia promedio de la subestación (4.83 MVA).

- Se verifico que el consumo de potencia aparente de la subestación con cargabilidad del 60%, tan solo ocupa el 70% de la capacidad instalada del transformador de potencia, teniendo un 30% de capacidad de reserva.
- Para la condición de carga máxima (Cargabilidad al 100%) y nivel de tensión de 13.8kV, la potencia consumida por la subestación Bien Público desde el alimentador Quisquis es de 3.117 MVA y el alimentador José Mascote de 6.069 MVA, sumando un total de 9.186 MVA, dando un error del 14% comparado con la potencia máxima de la subestación 8 MVA.
- Se verifico que el consumo de potencia aparente de la subestación con cargabilidad del 100%, exhibe una sobrecarga de 14% sobre el transformador de potencia, obligando a que opere con ventilación forzada.
- Los voltajes en las barras estuvieron dentro de los valores permitidos (1.05 – 0.95 p.u.). Se pudo verificar que al subir el nivel de tensión (22kV y 36kV) las perdidas en las líneas bajaron considerablemente comparado con las de 13.8 kV.

#### **4.11 Evaluación económica-financiera.**

En el presente subcapítulo se procederá a realizar el análisis económico-financiero del proyecto el cual nos permitirá conocer la factibilidad del proyecto.

De esta manera, se hará uso de algunos e indicadores que permitirán evaluar la implementación del cambio de voltaje en los alimentadores primarios de la subestación Bien Público.

##### **4.11.1 Costo de oportunidad.**

La tasa de descuento permite calcular el valor presente de los flujos de capital y recursos que se usan en el mismo, es decir la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto después de haber realizado la inversión.

La tasa de descuento es referencial y depende principalmente del índice inflacionario, se tomó en cuenta el índice inflacionario al 31 de Julio de 2015 el cual fue de 4.36%.

Para determinar la tasa de descuento que se utilizara en este proyecto, deberíamos contar con los índices de riesgo del mercado y del negocio



propio, por lo tanto para que el proyecto sea rentable el costo de oportunidad debe ser superior al porcentaje de inflación en los años del periodo de evaluación. Para evaluar la rentabilidad del proyecto se usara la tasa de inflación promedio en el periodo 2001-2014 que es de 6%.

#### **4.12 Criterios de evaluación.**

En un proyecto los indicadores son las herramientas fundamentales que permiten comparar los beneficios de una inversión en el futuro.

La evaluación permite cuantificar y medir, la aplicabilidad de un proyecto frente a otras posibilidades consideradas viables, apreciando las diferencias a través de cálculos, permitiendo tomar decisiones ante un riesgo de inversión en actividades económicas en general.

##### **4.12.1 Valor actual neto.**

El valor actual neto es la cantidad monetaria que resulta de regresar los flujos netos de capital del futuro hacia el presente con una tasa de descuento. El proyecto se considera rentable siempre y cuando el VAN sea mayor o igual a cero, caso contrario se rechaza.

El principal problema al aplicar este indicador radica en fijar la tasa correcta de descuento (costo de capital), ya que es la variable más influyente para saber si el proyecto es conveniente o no es conveniente.

##### **4.12.2 Tasa interna de retorno.**

La tasa de retorno es la tasa de descuento que hace que el valor actual neto sea cero; es decir, que el valor actual de los flujos de capital que genera el proyecto sea exactamente igual a la inversión neta realizada.

El criterio para aceptar o rechazar el proyecto se fundamenta en que si el TIR es menor que la tasa de descuento se debe rechazar el proyecto, caso contrario se lo acepta.

Para poder utilizar estos indicadores se debe tener los ingresos y egresos monetarios del proyecto.

#### 4.13 Inversión y estructura del financiamiento.

En esta sección se presentara la inversión necesaria para el proyecto como la estructura del mismo.

##### 4.13.1 Inversión.

La Inversión inicial que se necesitara para ejecutar el proyecto dependerán de diferentes costos ya sean estos por mano de obra como también los costos de adquisición de materiales a cambiar para los diferentes niveles de tensión (22kV y 36kV), en la tabla 60 se presenta con más detalles dichos costos.

Rubro	USD
Inversión a 22 kV	\$ 1.508.527,96
Inversión a 36 kV	\$ 1.749.070,41

**Tabla 60: Inversión total a un nivel de tensión de 22 kV y 36 kV.**

A continuación en la tabla 61 se presenta el desglose en porcentajes de los costos para los equipos principales para el nivel de tensión de 22 kV.

Reemplazo de equipos principales a 22 kV		
Rubros	USD	Porcentaje %
Elementos de la subestación 69/22 kV	\$ 430.053,36	29%
Transformadores de distribución	\$ 697.522,31	46%
Elementos de protección y compensación	\$ 71.563,56	5%
Aisladores	\$ 7.683,14	1%
Mano de obra	\$ 301.705,59	20%
Inversión total	\$ 1.508.527,96	100%

**Tabla 61: Desglose de la inversión a un nivel de tensión de 22 kV.**

A continuación en la tabla 62 se presenta el desglose en porcentajes de los costos para los equipos principales para el nivel de tensión de 36 kV.

Reemplazo de equipos principales a 36 kV		
Rubros	USD	Porcentaje %
Elementos de la subestación 69/36 kV	\$ 489.099,83	28%
Transformadores de distribución	\$ 822.721,74	47%
Elementos de protección y compensación	\$ 78.341,16	4%
Aisladores	\$ 9.093,60	1%
Mano de obra	\$ 349.814,08	20%
Inversión total	\$ 1.749.070,41	100%

**Tabla 62: Desglose de la inversión a un nivel de tensión de 36 kV.**

La inversión para el financiamiento del proyecto se daría por parte del Gobierno Nacional, el estudio está realizado para que la CNEL-EP Unidad de Negocio Guayaquil haga la ejecución del mismo.

#### 4.13.2 Flujo de caja proyectado.

El flujo de caja nos dará a conocer de forma detallada los ingresos y/o egresos netos que tendrá nuestro proyecto durante los años de operación en el sistema.

A continuación en las tablas 63 y 64 se presentan los ingresos anuales por el ahorro de pérdidas eléctricas en el sistema de distribución para los diferentes niveles de cargabilidad.

Ahorro en pérdidas (cargas al 60%)					
Nivel de tensión Actual	Nivel de tensión Futura	MW	MWh/año	ctvs./KWh	USD
13,8kV	22kV	0,005	39,5514	9,45	3.737,61
13,8kV	36kV	0,006	53,3484	9,45	5.041,42

**Tabla 63: Ahorro monetario debido a la reducción de pérdidas a una cargabilidad de 60%.**

Ahorro en pérdidas (cargas al 100%)					
Nivel de tensión Actual	Nivel de tensión Futura	MW	MWh/año	ctvs./KWh	USD
13,8kV	22kV	0,011	92,8998	9,45	8.779,03
13,8kV	36kV	0,016	143,4888	9,45	13.559,69

**Tabla 64: Ahorro monetario debido a la reducción de pérdidas a una cargabilidad de 100%.**

#### 4.14 Resultados de la evaluación económica.

##### 4.14.1 Caso a)

En este subcapítulo se presentan los resultados obtenidos en la evaluación económica, aplicando los indicadores VAN Y TIR para los diferentes años horizontes, en este caso la empresa distribuidora asume el total de la inversión.

Subestación Bien Público 69/22 kV			
CARGABILIDAD 60%			
Año	30	40	50
TIR	-12%	-9%	-6%
VAN	(1.457.080,39)	(\$ 1.452.290,77)	(\$ 1.449.616,27)

**Tabla 65: Evaluación económica con cargabilidad de 60% a un nivel de tensión de 22 kV.**

Subestación Bien Público 69/22 kV			
CARGABILIDAD 100%			
Año	30	40	50
TIR	-9%	-6%	-4%
VAN	(1.387.686,09)	(\$ 1.376.436,07)	(\$ 1.370.154,11)

**Tabla 66: Evaluación económica con cargabilidad de 100% a un nivel de tensión de 22 kV.**

En las tablas 65 y 66 se observa que para una cargabilidad del 60% y 100% de la subestación con un nivel de voltaje de 22 kV, los valores de

TIR en los años horizontes son negativos y obviamente se encuentran por debajo de la tasa de inflación del Ecuador que en la actualidad es de 4.36%, indicando que el proyecto no es conveniente, además el VAN toma valores negativos, lo que señala que la inversión no se recuperara, al contrario se generaran perdidas de capital a lo largo de la vida útil del proyecto.

Subestación Bien Público 69/36 kV			
CARGABILIDAD 60%			
Año	30	40	50
TIR	-12%	-8%	-6%
VAN	(1.679.676,11)	(\$ 1.673.215,71)	(\$ 1.669.608,25)

**Tabla 67: Evaluación económica con cargabilidad de 60% a un nivel de tensión de 36 kV.**

Subestación Bien Público 69/36 kV			
CARGABILIDAD 100%			
Año	30	40	50
TIR	-8%	-5%	-3%
VAN	(1.562.423,57)	(\$ 1.545.047,29)	(\$ 1.535.344,47)

**Tabla 68: Evaluación económica con cargabilidad de 100% a un nivel de tensión de 36 kV.**

Se observa en las tablas 67 y 68 que para una cargabilidad del 60% y 100% de la subestación con un nivel de voltaje de 36 kV, los valores de TIR en los años horizontes son negativos y obviamente se encuentran por debajo de la tasa de inflación del Ecuador que en la actualidad es de 4.36%, indicando que el proyecto no es conveniente, además el VAN toma valores negativos, lo que señala que la inversión no se recuperara, al contrario se generaran perdidas de capital a lo largo de la vida útil del proyecto.

#### 4.14.2 Caso b).

En este subcapítulo se presentan los resultados obtenidos en la evaluación económica, aplicando los indicadores VAN Y TIR para los diferentes años horizontes, en este caso la empresa distribuidora asume el total de la inversión pero el costo de los transformadores privados se los cobra a los usuarios periódicamente, en un lapso de 10 años.

Subestación Bien Público 69/22 kV			
CARGABILIDAD 60%			
Año	30	40	50
TIR	-10%	-7%	-5%
VAN	(1.196.616,26)	(\$ 1.191.826,64)	(\$ 1.189.152,14)

**Tabla 69: Evaluación económica con cargabilidad de 60% a 22 kV teniendo en cuenta la venta de transformadores a los abonados.**

Subestación Bien Público 69/22 kV			
CARGABILIDAD 100%			
Año	30	40	50
TIR	-7%	-5%	-3%
VAN	(1.127.221,96)	(\$ 1.115.971,93)	(\$ 1.109.689,98)

**Tabla 70: Evaluación económica con cargabilidad de 100% a 22 kV teniendo en cuenta la venta de transformadores a los abonados.**

En las tablas 69 y 70 se observa que para una cargabilidad del 60% y 100% de la subestación con un nivel de voltaje de 22 kV, los valores de TIR en los años horizontes son negativos y obviamente se encuentran por debajo de la tasa de inflación del Ecuador que en la actualidad es de 4.36%, indicando que el proyecto no es conveniente, además el VAN toma valores negativos, lo que señala que la inversión no se recuperara, al contrario se generaran perdidas de capital a lo largo de la vida útil del proyecto.

Subestación Bien Público 69/36 kV			
CARGABILIDAD 60%			
Año	30	40	50
TIR	-9%	-7%	-5%
VAN	(1.371.381,06)	(\$ 1.364.920,65)	(\$ 1.361.313,19)

**Tabla 71: Evaluación económica con cargabilidad de 60% a 36 kV teniendo en cuenta la venta de transformadores a los abonados.**

Subestación Bien Público 69/36 kV			
CARGABILIDAD 100%			
Año	30	40	50
TIR	-6%	-4%	-2%
VAN	(1.254.128,51)	(\$ 1.236.752,23)	(\$ 1.227.049,41)

**Tabla 72: Evaluación económica con cargabilidad de 100% a 36 kV teniendo en cuenta la venta de transformadores a los abonados.**

En las tablas 71 y 72 se observa que para una cargabilidad del 60% y 100% de la subestación con un nivel de voltaje de 36 kV, los valores de TIR en los años horizontes son negativos y obviamente se encuentran por debajo de la tasa de inflación del Ecuador que en la actualidad es de 4.36%, indicando que el proyecto no es conveniente, además el VAN toma valores negativos, lo que señala que la inversión no se recuperara, al contrario se generaran perdidas de capital a lo largo de la vida útil del proyecto.

#### **4.14.3 Caso c).**

En este subcapítulo se presentan los resultados obtenidos en la evaluación económica, aplicando los indicadores VAN Y TIR para los diferentes años horizontes, en este caso la empresa distribuidora asume el total de la inversión y vende los equipos reemplazados a un 80% de su valor original en un lapso de 10 años,

Subestación Bien Público 69/22 kV			
CARGABILIDAD 60%			
Año	30	40	50
TIR	-5%	-4%	-3%
VAN	(796.891,53)	(\$ 792.101,91)	(\$ 789.427,41)

**Tabla 73: Evaluación económica con cargabilidad de 60% a 22 kV asumiendo la venta de equipos al 80% de su valor original.**

Subestación Bien Público 69/22 kV			
CARGABILIDAD 100%			
Año	30	40	50
TIR	-3%	-2%	-1%
VAN	(727.497,23)	(\$ 716.247,21)	(\$ 709.965,25)

**Tabla 74: Evaluación económica con cargabilidad de 100% a 22 kV asumiendo la venta de equipos al 80% de su valor original.**

En las tablas 73 y 74 se observa que para una cargabilidad del 60% y 100% de la subestación con un nivel de voltaje de 22 kV, los valores de TIR en los años horizontes son negativos y obviamente se encuentran por debajo de la tasa de inflación del Ecuador que en la actualidad es de 4.36%, indicando que el proyecto no es conveniente, además el VAN toma valores negativos, lo que señala que la inversión no se recuperara, al contrario se generaran perdidas de capital a lo largo de la vida útil del proyecto.

Subestación Bien Público 69/36 kV			
CARGABILIDAD 60%			
Año	30	40	50
TIR	-6%	-4%	-3%
VAN	(1.019.487,25)	(\$ 1.013.026,85)	(\$ 1.009.419,39)

**Tabla 75: Evaluación económica con cargabilidad de 60% a 36 kV asumiendo la venta de equipos al 80% de su valor original.**



Subestación Bien Público 69/36 kV			
CARGABILIDAD 100%			
Año	30	40	50
TIR	-3%	-2%	-1%
VAN	(902.234,70)	(\$ 884.858,43)	(\$ 875.155,60)

**Tabla 76: Evaluación económica con cargabilidad de 100% a 36 kV asumiendo la venta de equipos al 80% de su valor original.**

En las tablas 75 y 76 se observa que para una cargabilidad del 60% y 100% de la subestación con un nivel de voltaje de 36 kV, los valores de TIR en los años horizontes son negativos y obviamente se encuentran por debajo de la tasa de inflación del Ecuador que en la actualidad es de 4.36%, indicando que el proyecto no es conveniente, además el VAN toma valores negativos, lo que señala que la inversión no se recuperara, al contrario se generaran perdidas de capital a lo largo de la vida útil del proyecto.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones.

1. Actualmente la subestación Bien Público está operando al 60% de su capacidad nominal, utilizando 4.83 MVA.
2. Según los datos provistos, la demanda máxima de la subestación Bien Publico sucedió en Octubre del 2014 con 6.66 MVA y un factor de potencia de 0.95.
3. Según los datos provistos la demanda mínima sucedió en agosto de 2014, con 3.33 MVA y un factor de potencia de 0.97.
4. La demanda máxima del alimentador Quisquis se dio el 5/10/2014, con 2.48 MVA y un factor de potencia de 0.95.
5. La demanda mínima del alimentador Quisquis se dio el 5/10/2014, con 0.73 MVA y un factor de potencia 0.90.
6. La demanda máxima del alimentador José Mascote se dio el 9/10/2014, con 6.07 MVA y un factor de potencia de 0.96.
7. La demanda mínima del alimentador José Mascote se dio el 24/08/2014, con 0.9 MVA y un factor de 0.91.
8. Al incrementar el voltaje en los alimentadores a 22 kV con una cargabilidad de 60%, se obtuvieron beneficios económicos por ahorro de pérdidas de energía anuales de \$3.737.
9. Al incrementar el voltaje de los alimentadores a 22 kV con una cargabilidad total de 100%, se obtuvieron beneficios económicos por ahorro de pérdidas de energía anuales de \$ 8.779.
10. Al incrementar el voltaje de los alimentadores a 36 kV con una cargabilidad total de 60%, se obtuvieron beneficios económicos por ahorro de pérdidas de energía anuales de \$ 5.041.
11. Al incrementar el voltaje de los alimentadores a 36 kV con una cargabilidad total de 100%, se obtuvieron beneficios económicos por ahorro de pérdidas de energía anuales de \$ 13.559.

12. Para la implementación del cambio de voltaje a 22 kV y 36 kV de los alimentadores Quisquis y José Mascote se tuvo que reemplazar todos los elementos que operaban al nivel de 13.8 kV, tales como: aisladores, transformadores de distribución, equipos de protección, compensación reactiva y la bahía de 13.8 kV de la subestación en su totalidad.
13. El momento en el cual es beneficioso realizar el cambio de voltaje en general de los alimentadores es 9.95 años desde el año 2014, año en el cual la demanda se incrementara de tal manera que la cargabilidad del transformador de potencia alcance el 100%.
14. La caída de voltaje en los alimentadores mejora con el incremento del voltaje, siendo de 97% a 22 kV y llegando a 98% a 36 kV, manteniéndose dentro de los valores permitidos.

### **Recomendaciones**

1. Basado en las experiencias de los especialistas en sistemas de distribución en la ciudad de Guayaquil, se sugiere aumentar el número de subestaciones de distribución en los nuevos centros de carga en lugar de aumentar el voltaje de los alimentadores.
2. Se recomienda usar el incremento de voltaje como medida para disminuir las pérdidas de potencia activa en subestaciones rurales debido al mayor recorrido de sus alimentadoras y la menor demanda, que se refleja en el poco número de transformadores de distribución a utilizar, los cuales representan el mayor porcentaje de la inversión total.
3. Al realizar los respectivos cambios de voltaje, se recomienda reemplazar los aisladores de suspensión de porcelana, por aisladores de material polimérico, ya que compiten en costo, son más fáciles de instalar y su peso es considerablemente menor

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Aranzadi, M. Á. Lasheras Merino y R. Pérez Simarro, Los nuevos mercados energéticos, Madrid: Fundación de estudios financieros, 2011.
- [2] International Energy Agency, «Key World Energy Statics,» Chirat, Paris, 2014.
- [3] U.S. Department of Energy, «EIA,» [En línea]. Available: <http://www.eia.gov/beta/international/>. [Último acceso: 16 Agosto 2015].
- [4] UNESA, «Informe Eléctrico, Memoria de Actividades y Memoria Estadística,» Madrid, 2012.
- [5] Comisión de Integración Energética Regional, «Síntesis informativa energética de los países de la CIER,» Montevideo, 2013.
- [6] ARCONEL, «Estadística del sector eléctrico ecuatoriano,» Quito, 2014.
- [7] EP PETROECUADOR, «EP PETROECUADOR,» 24 Septiembre 2015. [En línea]. Available: [www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/PRECIOS-SEMANA-DEL-24-30-SEPTIEMBRE-2015.pdf](http://www.eppetroecuador.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/PRECIOS-SEMANA-DEL-24-30-SEPTIEMBRE-2015.pdf). [Último acceso: 30 Septiembre 2015].
- [8] U.S. Energy Information Administration, «EIA,» [En línea]. Available: [www.eia.gov/dnav/pet/pet\\_pro\\_spt\\_si\\_m.htm](http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pro_spt_si_m.htm). [Último acceso: 14 Agosto 2015].
- [9] J. Coto Aladro, Análisis de sistemas de energía eléctrica, Oviedo: Universidad de Oviedo, 2002.
- [10] MEER, «Unidades de propiedad,» [En línea]. Available: [www.unidadesdepropiedad.com](http://www.unidadesdepropiedad.com). [Último acceso: 20 Agosto 2015].
- [11] CONELEC, «Regulación No. CONELEC - 002/10,» 2010. [En línea]. Available: [www.conelec.gov.ec](http://www.conelec.gov.ec). [Último acceso: 5 Agosto 2015].
- [12] C. I. González Ortiz y G. O. Molina Narváez, *Normativa de la expansión del sistema de distribución de la empresa eléctrica regional centro sur C.A.*, Cuenca: Universidad de Cuenca, 2011.

- [13] CRE, *Manual de estructuras aéreas 19.9/34.5 kV de redes de distribución de energía eléctrica*, Santa Cruz, 2004.

## ANEXOS

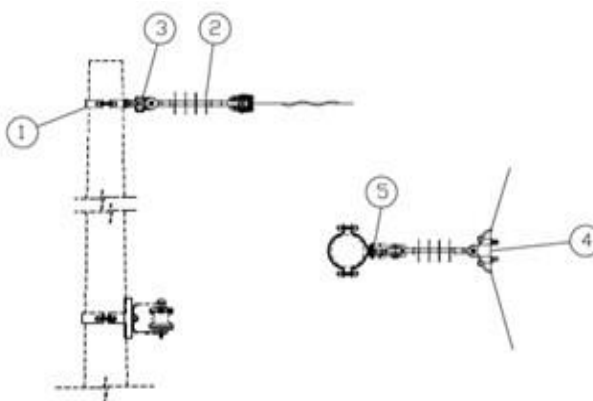
### TIPOS DE ESTRUCTURAS

En esta sección se presenta cada una de las estructuras que se disponen cada para los diferentes niveles de voltaje a utilizar.

**Nivel de tensión: 22kV**

#### Anexo 3a

#### ESTRUCTURAS MONOFÁSICAS DE MEDIO VOLTAJE MONOFÁSICA - BANDERA - ANGULAR

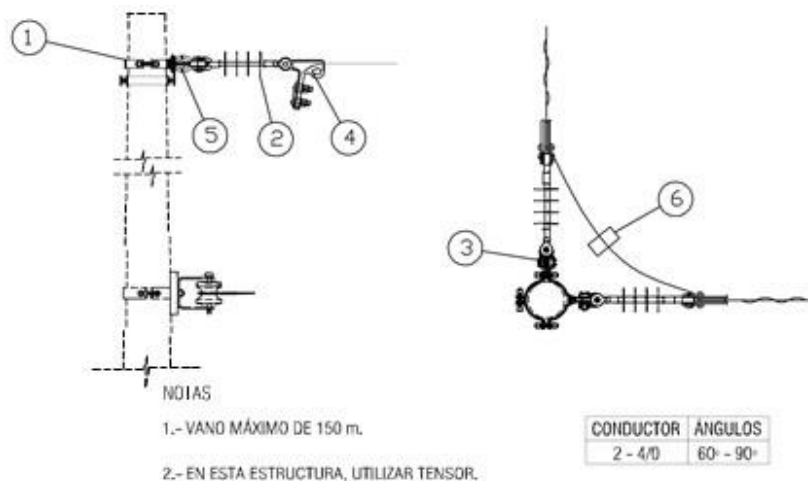


CONDUCTOR	ÁNGULOS
2 - 4/0	30° - 60°

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	1
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
4	c/u	Grapa angular apernada de aleación de Al	1
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	2

## Anexo 3. b

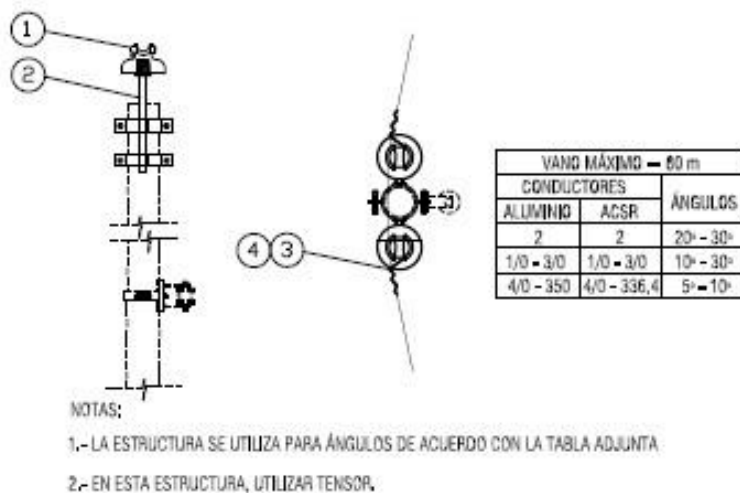
## MONOFÁSICA - BANDERA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE



LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pemos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	2
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	2
4*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de A	2
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para pemo de 16 mm (5/8") de diám	2
6*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pemos laterales de diferentes longitudes y separador	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	4
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al	2
6	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1

## Anexo 3. c

## MONOFÁSICA - CENTRADA - ANGULAR

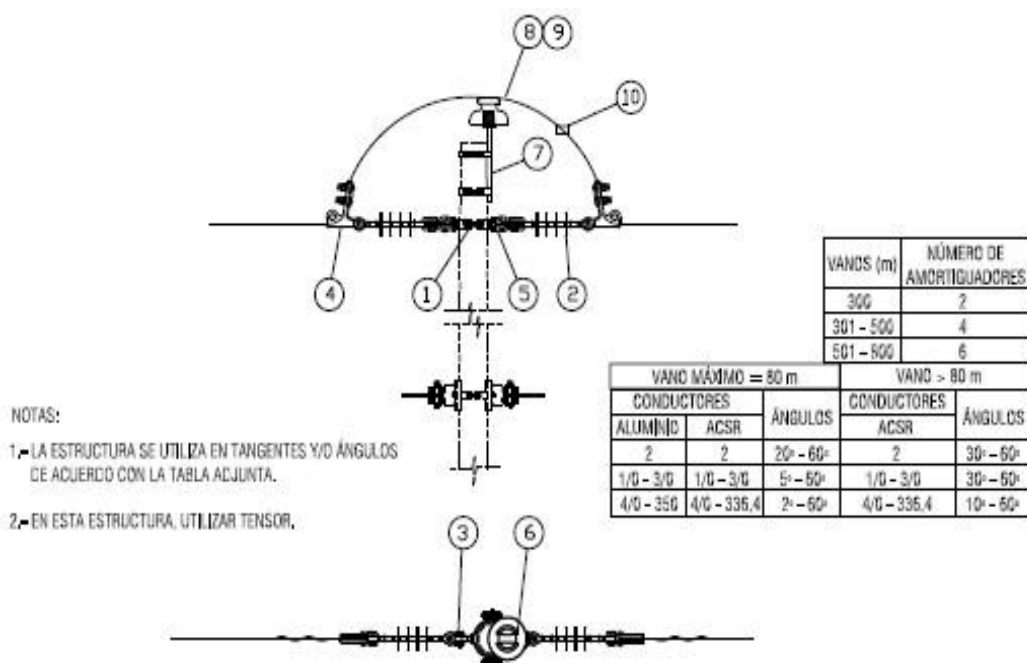


LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV		2
2*	c/u	Pemo espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción		1
3	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG		4
4*	c/u	Varilla de amar preformado para conductor de Al		2
SUSTITUTIVOS				
2	c/u	Pemo punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.		2
2	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pemos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")		2
4	m	Cinta de amar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho		2



## Anexo 3. d

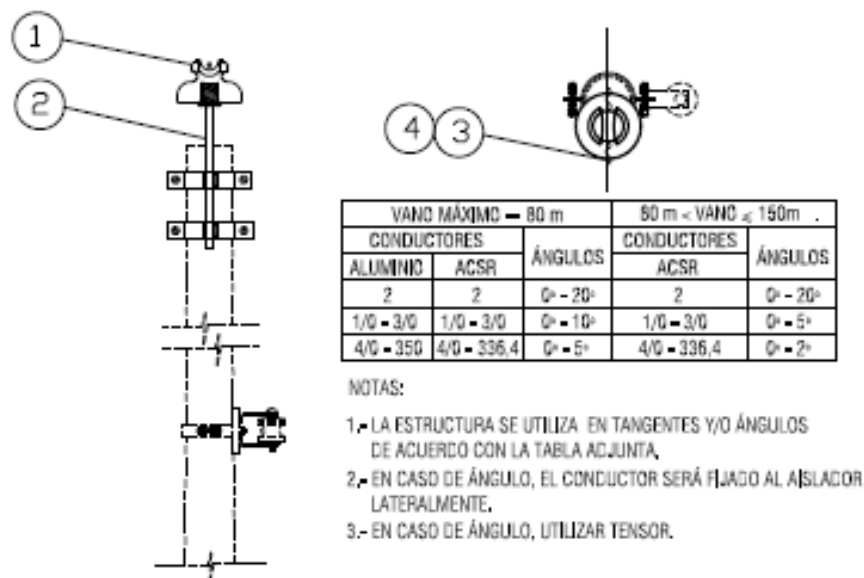
## MONOFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	2
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	2
4*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	2
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	2
6	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	1
7*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción	1
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
9*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	1
10*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión doble, 50 x 6 x 140 -160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 x 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	4
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al	2
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
7	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	2
7	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2
10	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1

## Anexo 3. e

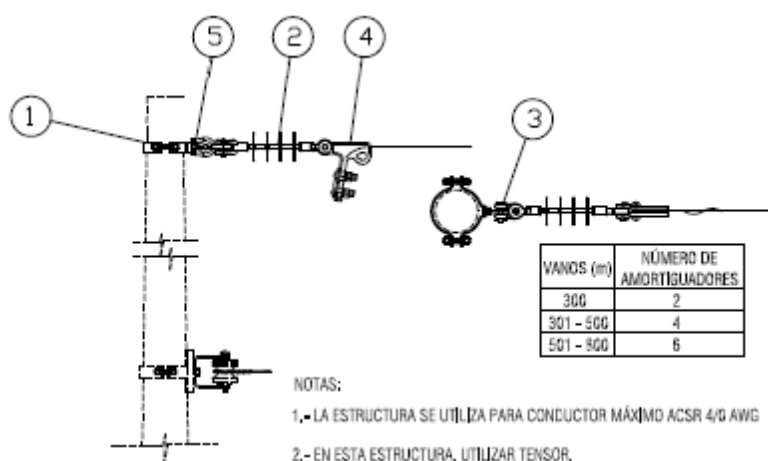
## MONOFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE



LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV		1
2*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción		1
3	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG		2
4*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al		1
SUSTITUTIVOS				
2	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.		1
2	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")		2
4	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho		2

## Anexo 3.f

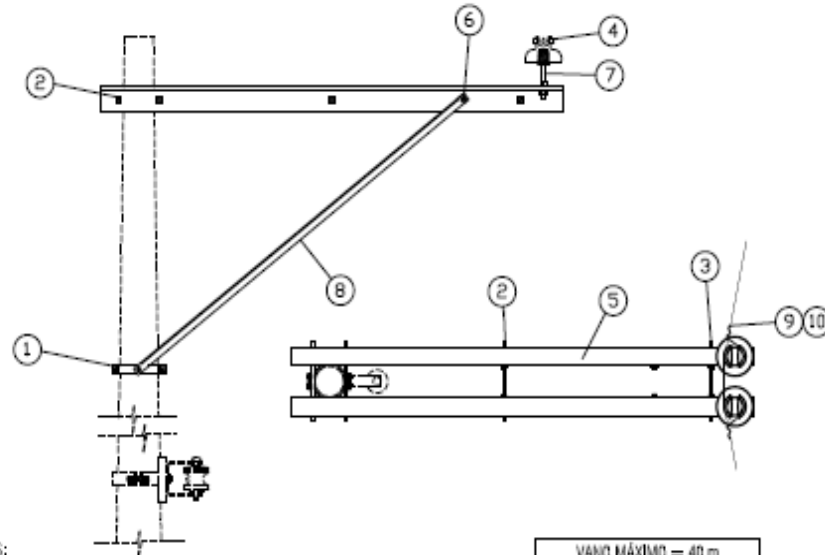
## MONOFÁSICA CENTRADA RETENCIÓN O TERMINAL



LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	1
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
4*	c/u	Grapa terminal apornada tipo pistola, de aleación de Al	1
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	2
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	1
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al	1

## Anexo 3.g

## MONOFÁSICA - EN VOLADO - ANGULAR



NOTAS:

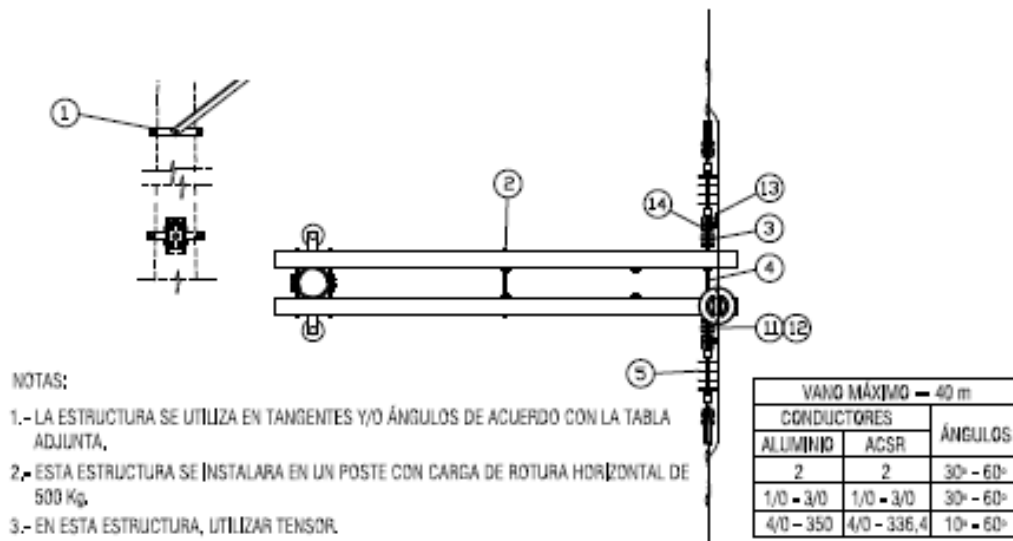
- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 40 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINO	ACSR	
2	2	20° - 30°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	10° - 30°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	5° - 10°

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
4	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	2
5*	c/u	Cruceca de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	2
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	2
8	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	4
10*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	2
SUSTITUTIVOS			
3	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	1
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	2
5	c/u	Cruceca de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
5	c/u	Cruceca de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	4
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceca puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucecas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruceca de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

## Anexo3.h

## MONOFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



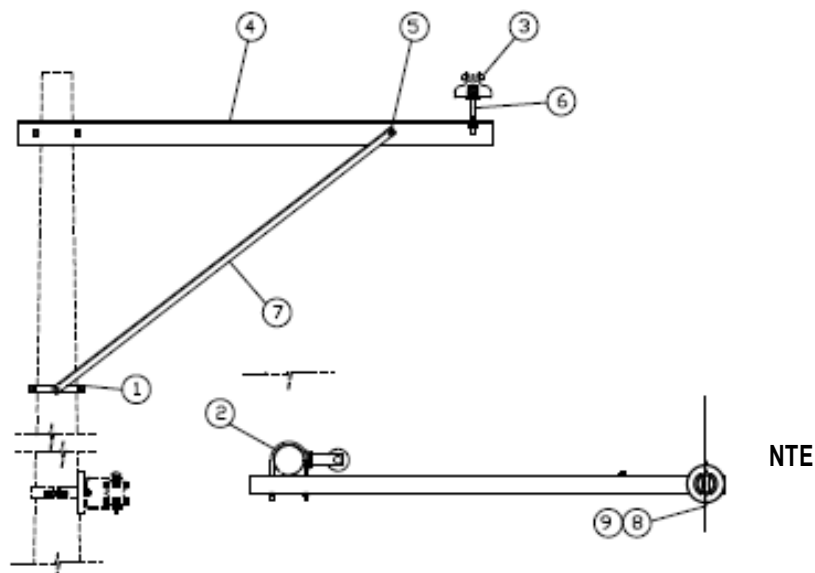
## NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA,
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
4*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
5*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DG-15, 15 KV	2
6*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
8	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
9	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 KV	1
10	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	1
11	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
12*	c/u	Varilla de armar prefabricado para conductor de Al	1
13*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1
14	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	2
15*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	2
SUSTITUTIVOS			
4	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
5	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	4
6	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
6	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
12	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2
13	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1
15	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
15	c/u	Retención prefabricada para conductor de Al	2
NOTAS: 1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

## Anexo 3.i

## MONOFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGE



- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FIJADO AL AISLADOR LATERALMENTE.
- 3.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 4.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR.

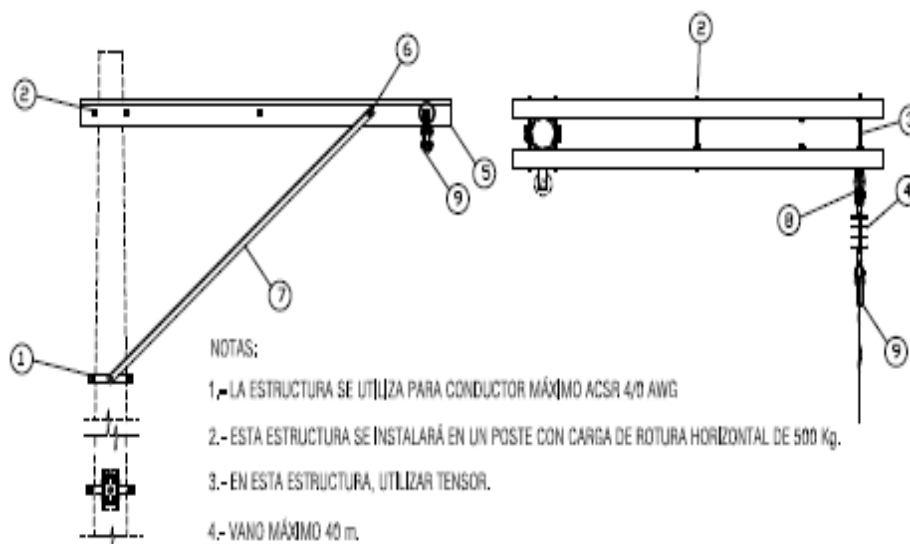
VANO MÁXIMO = 40 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	0° - 20°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0° - 10°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	0° - 5°

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. X 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
3	c/u	Aislador espiga (PIN) porcelana clase ANSI 55-5, 15 Kv	1
4*	c/u	Crucecita de acero galvanizado, universal de perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	1
6	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	1
7	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	1
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
9*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	1
SUSTITUTIVOS			
4	c/u	Crucecita de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	1
4	c/u	Crucecita de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	1
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2
NOTAS:			
1.- La longitud de la crucecita puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucecitas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la crucecita de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			



## Anexos 3.j

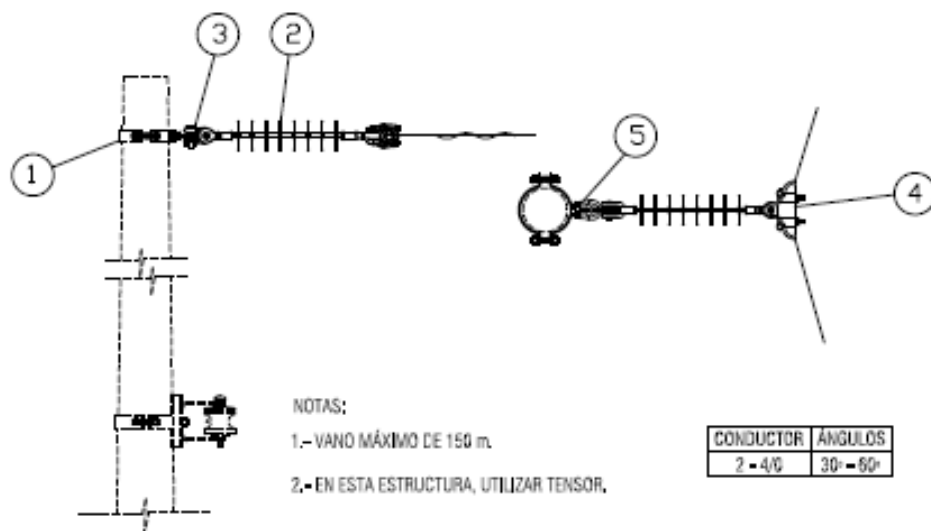
## MONOFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL



LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
4*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DG-15, 15 kV	1
5*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
8	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
9*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	1
SUSTITUTIVOS			
3	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	1
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
4	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	2
5	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
5	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
9	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	1
9	c/u	Retención preformada para conductor de Al	1
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

## Anexos 3.k

## MONOFASICA – BANDERA - ANGULAR

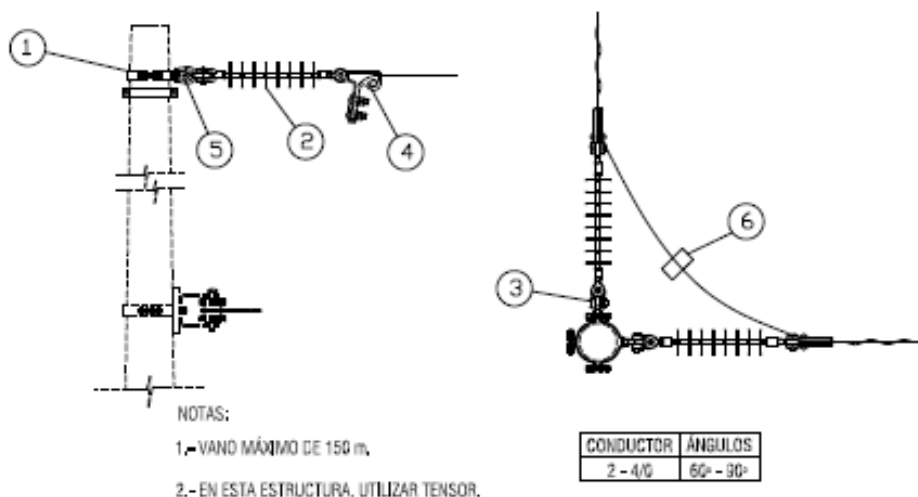


LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	1
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
4	c/u	Grapa angular apernada de aleación de Al	1
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	3



## Anexos 3.1

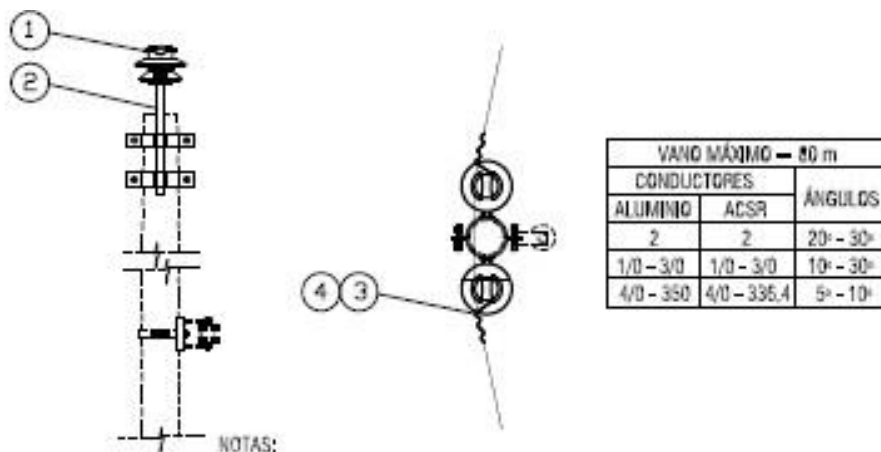
## MONOFÁSICA - BANDERA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	2
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	2
4*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	2
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	2
6*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	6
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
4	c/u	Retención prefabricada para conductor de Al	2
6	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1

## Anexos 3.m

## MONOFÁSICA - CENTRADA - ANGULAR



NOTAS:

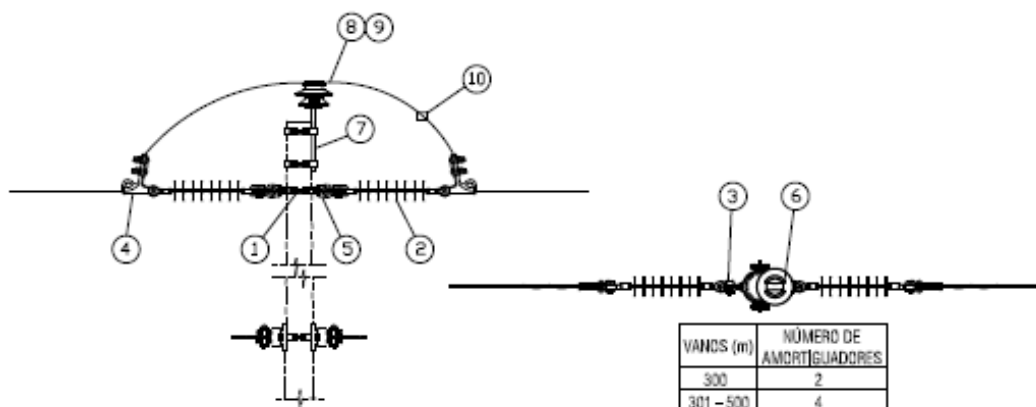
1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA

2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	2
2*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diam. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción	1
3	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	4
4*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	2
SUSTITUTIVOS			
2	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	2
2	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
4	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2

## Anexos 3.n

## MONOFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



## NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA,
- 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR,

VANOS (m)		NÚMERO DE AMORTIGUADORES
300		2
301 - 500		4
501 - 800		6

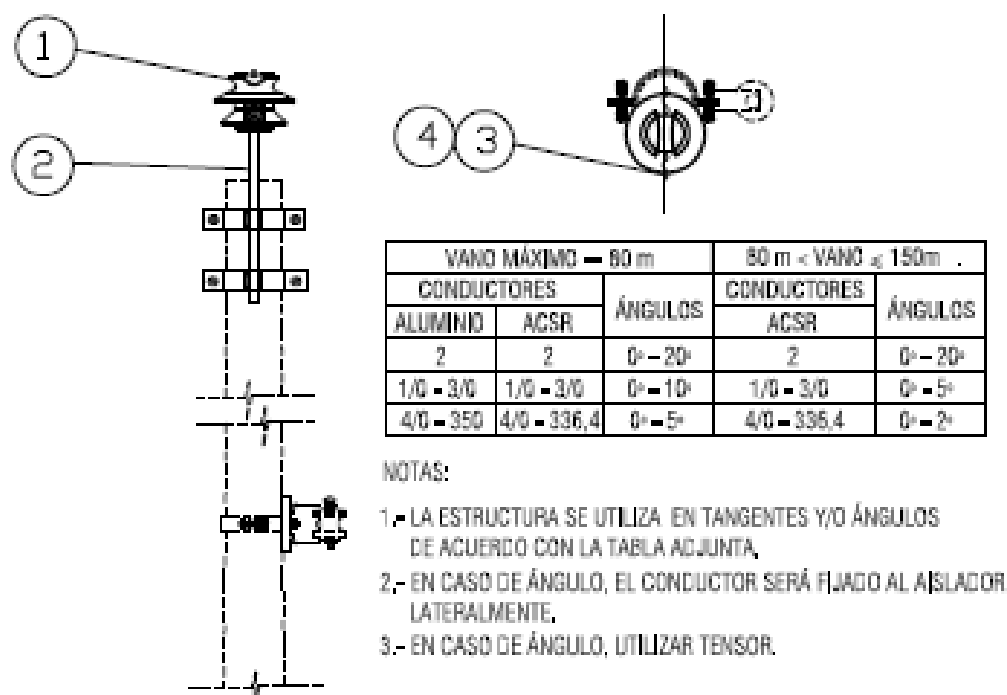
  

VANO MÁXIMO = 80 m		VANO > 80 m	
CONDUCTORES ALUMINIO	ACSR	CONDUCTORES ACSR	ÁNGULOS
2	2	2	20° - 60°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	30° - 60°
4/0 - 350	4/0 - 336.4	4/0 - 336.4	10° - 60°

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	2
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	2
4*	c/u	Grapa terminal apernada tipo pistola, de aleación de A	2
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	2
6	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	1
7*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción	1
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
9*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	1
10*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión doble, 50 x 6 x 140 -160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 x 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	6
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al	2
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
7	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	1
7	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2
10	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1

## Anexos 3.o

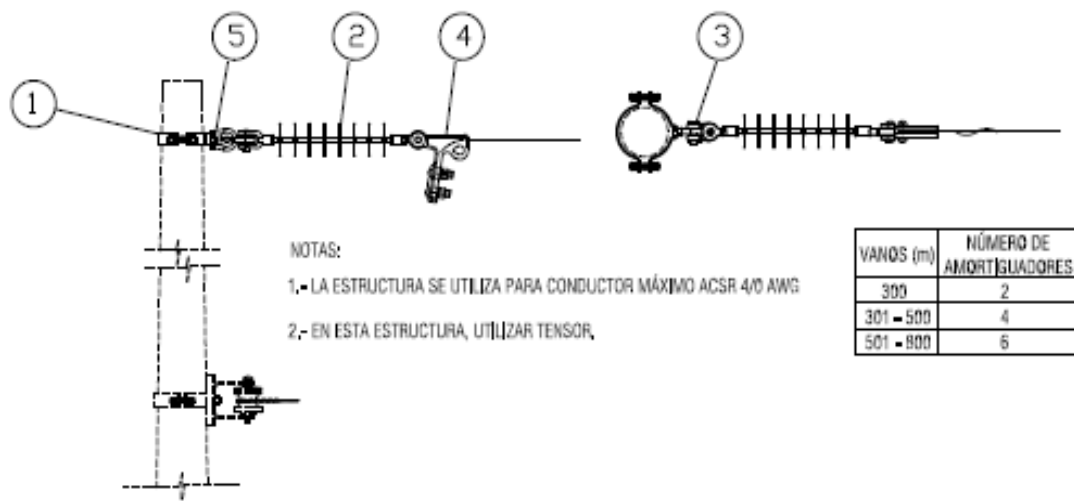
## MONOFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE



LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 KV		1
2*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long. con accesorios de sujeción		1
3	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG		2
4*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al		1
SUSTITUTIVOS				
2	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.		1
2	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")		2
4	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho		2

## Anexos 3.p

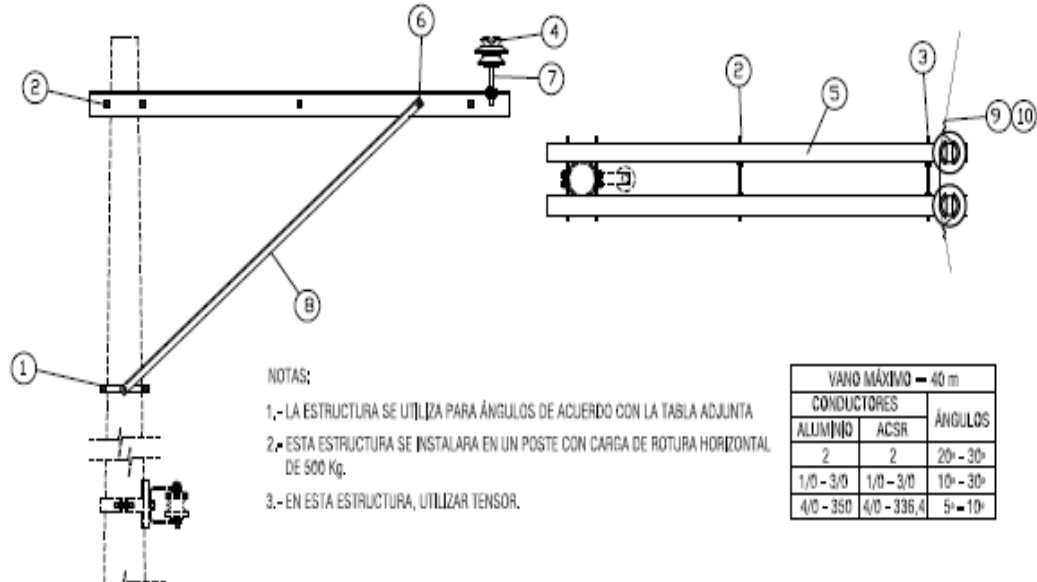
## MONOFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL



LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UND.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	1
3	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
4*	c/u	Grapa terminal apernada tipo pistola, de aleación de Al	1
5*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
SUSTITUTIVOS			
1/5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
2	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	3
4	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	1
4	c/u	Retención preformada para conductor de Al	1

## Anexos 3.q

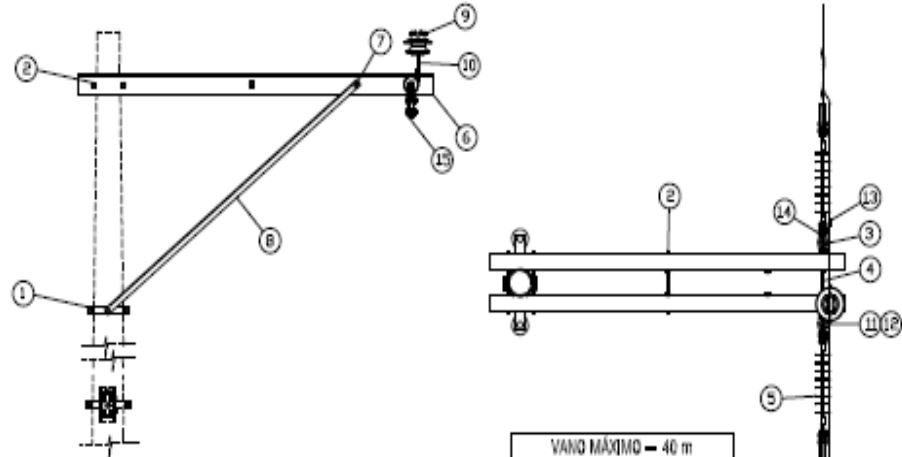
## MONOFÁSICA - ENVOLADO - ANGULAR



LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/4 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
4	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	2
5*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	2
8	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	4
10*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	2
SUSTITUTIVOS			
3	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizado de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	1
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
5	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
5	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	4
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2.40 m. Se recomienda usar crucetas de 2.40 m.			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

## Anexos 3.r

## MONOFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARA EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

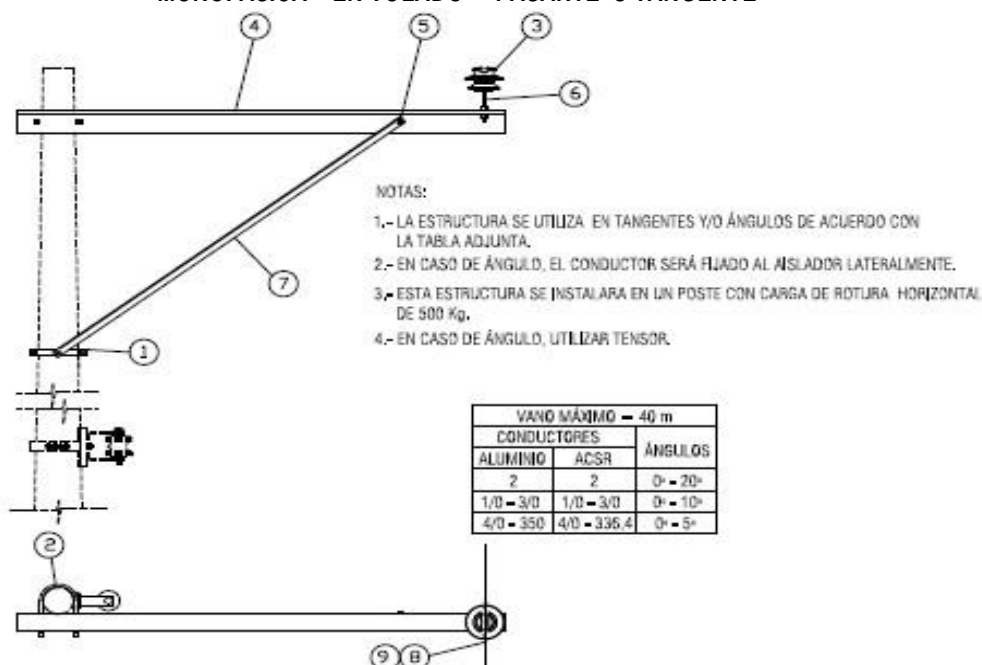
VANO MÁXIMO = 40 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	30°-60°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	30°-60°
4/0 - 350	4/0 - 336.4	10°-60°

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pemos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/8 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
4*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
5*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DG-28, 22 kV	2
6*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
8	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
9	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	1
10	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	1
11	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
12*	c/u	Varilla de amar preformado para conductor de Al	1
13*	c/u	Conector ranuras paralelas, aleación Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	1
14	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	2
15*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	2
SUSTITUTIVOS			
3/4	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	1
3/4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
5	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	6
6	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
6	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
12	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2
13	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	1
15	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	2
15	c/u	Retención preformada para conductor de Al	2
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			



## Anexos 3.s

## MONOFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE

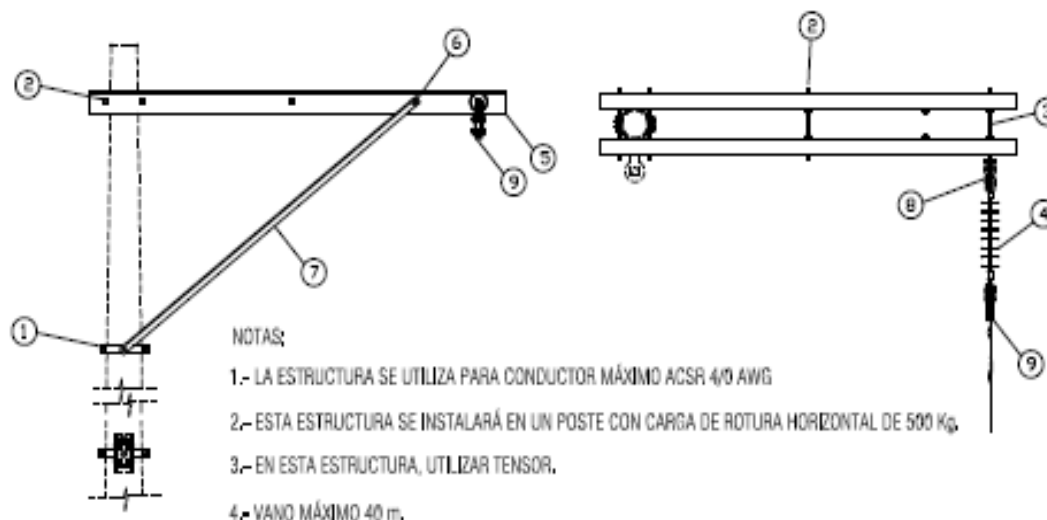


LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. X 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
3	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	1
4*	c/u	Cruceca de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	1
6	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	1
7	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	1
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	2
9*	c/u	Varilla de armar preformado para conductor de Al	1
SUSTITUTIVOS			
4	c/u	Cruceca de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	1
4	c/u	Cruceca de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	1
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	2
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceca puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucecas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruceca de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			



## Anexos 3.t

## MONOFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL

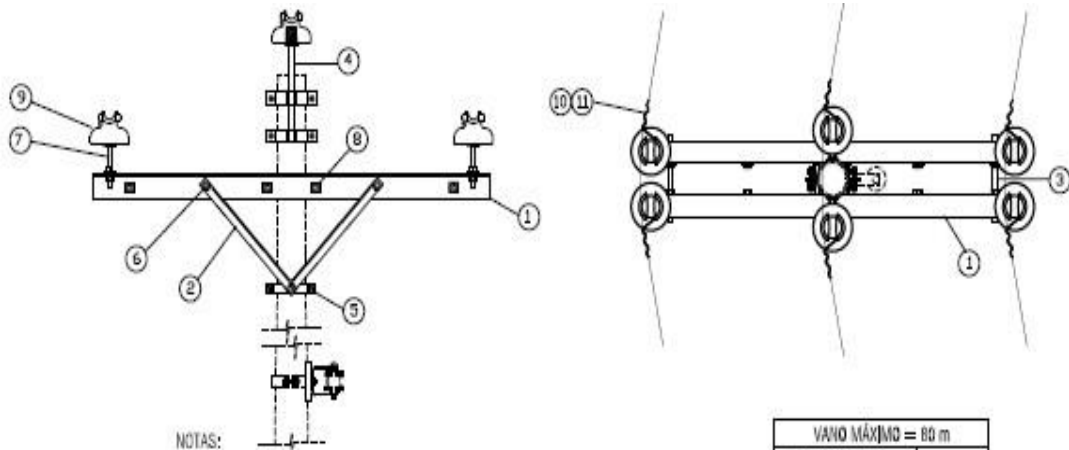


LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7")	1
2	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
4*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	1
5*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
		NOTA 1-2	
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
8	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	1
9*	c/u	Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al	1
SUSTITUTIVOS			
3	c/u	Pletina de unión y soporte de acero galvanizada de 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	1
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
4	c/u	Aislador de suspensión, de porcelana, clase ANSI 52-1	3
5	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal de perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
		NOTA 1-2	
5	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
		NOTA 1	
9	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	1
9	c/u	Retención prefornada para conductor de Al	1
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruceta puede ser de 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (70 mm o 75 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

## Anexos 3.u

## ESTRUCTURAS TRIFÁSICAS DE MEDIO VOLTAJE

## TRIFÁSICA - CENTRADA - ANGULAR



NOTAS:

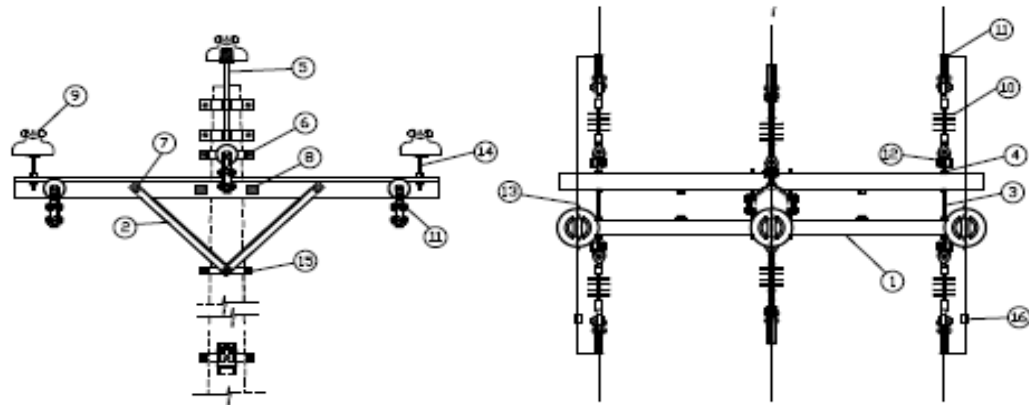
- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA
- 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 80 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	20° - 30°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	10° - 30°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	5° - 10°

LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD	LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN			REF	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	NOTA 1-2	2	SUSTITUTIVOS				
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")		4	1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	NOTA 1-2	2
3*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		2	1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	NOTA 1	2
4*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción		1	3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")		2
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")		1	3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión		4
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión		4	4	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.		2
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.		4	4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")		2
8	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		2	11	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho		12
9	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV		6	NOTAS:				
10	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG		12	1.- La longitud de la cruceta puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucetas de 2,40 m.				
11*	c/u	Varilla de armar pretensado para conductor de Al		6	2.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.				

Anexos 3.v

TRIFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.

2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (m)	NÚMERO DE ANCLAJES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 800	6

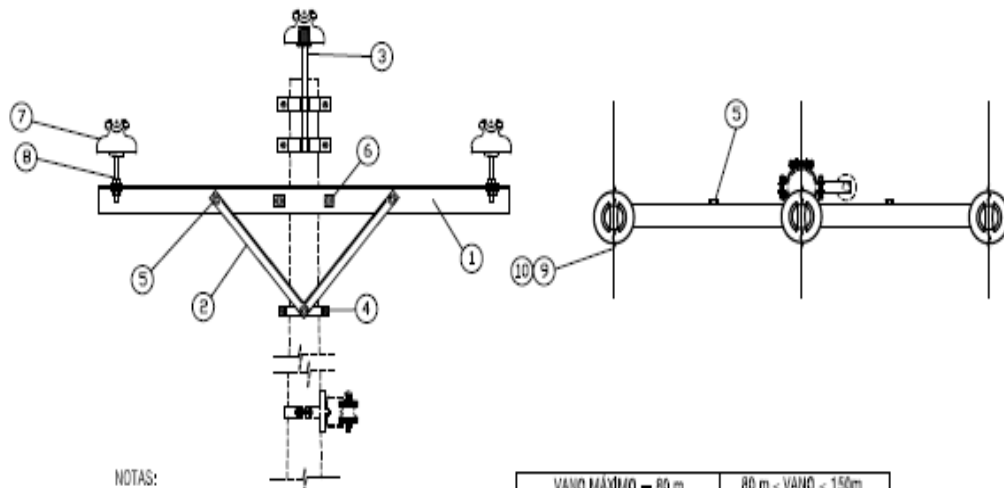
VANO MÁXIMO = 80 m			80 m < VANO ≤ 150m	
CONDUCTORES		ÁNGULOS	CONDUCTORES	
ALUMINIO	ACSR		ACSR	ÁNGULOS
2	2	20° - 30°	2	30° - 60°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	10° - 30°	1/0 - 3/0	30° - 60°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	5° - 10°	4/0 - 336,4	10° - 60°

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UND.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	4
5*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	1
6*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	c/u	Perno esparrago o de rozca conito de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
9	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 IV	3
10*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho/siliconado, clase ANSI DS-15, 15 IV	6
11*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	c/u	Horquilla anillo de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estación "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para staduns, No. 4 AWG	6
14	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long	2
15	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
16*	c/u	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UND.	DESCRIPCIÓN	
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
1	c/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 3 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
3/4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
3/4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (bush), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	1
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (5 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
6	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión doble, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
10	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 50-1	12
11	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	6
11	c/u	Retención preformada para conductor de Al	6
16	c/u	Conector de compresión, aleación de Al	3
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruce puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar cruces de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruce de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

## Anexos 3.w

## TRIFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA,
- 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FLUJADO AL AISLADOR LATERALMENTE,
- 3.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 80 m		80 m < VANO ≤ 150m	
CONDUCTORES	ÁNGULOS	CONDUCTORES	ÁNGULOS
ALUMINO	ACSR	ALUMINO	ACSR
2	2	2	2
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	0 - 10	1/0 - 3/0
4/0 - 350	4/0 - 336.4	0 - 5	4/0 - 336.4

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	1
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	2
3*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	1
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
6	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
8	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	2
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
10*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	3

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	1
1	c/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	1
3	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	1
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	6

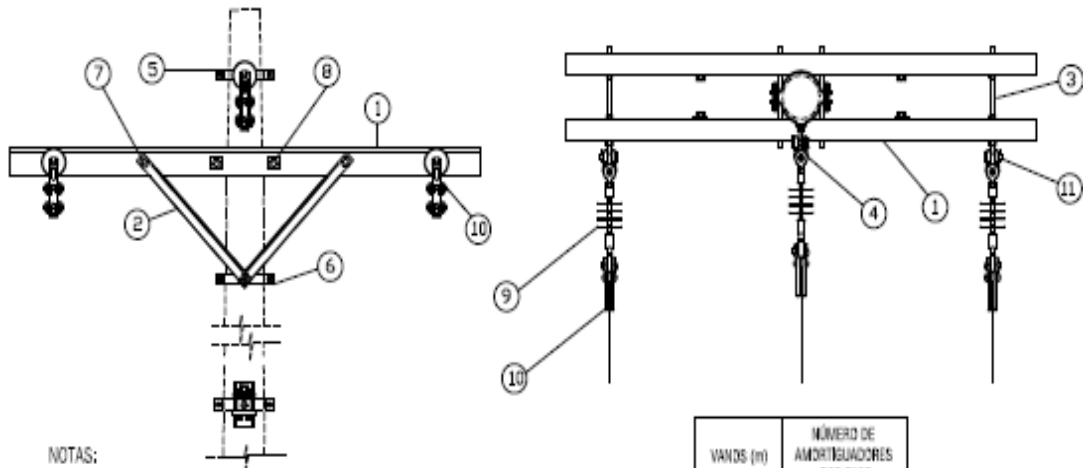
NOTAS:

- 1.- La longitud de la cruce de puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar cruces de 2,40 m.
- 2.- El ancho de la cruce de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.



## Anexos 3.x

## TRIFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG
- 2.- VANO MÁXIMO 150 m.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (m)	NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 800	6

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2 NOTA 1-2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4*	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
5*	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
6	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
9*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DC-15, 15 kV	3
10*	c/u	Grapa terminal apretada tipo pistola, de aleación de Al	3
11	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estrabón "U" para sujeción)	3

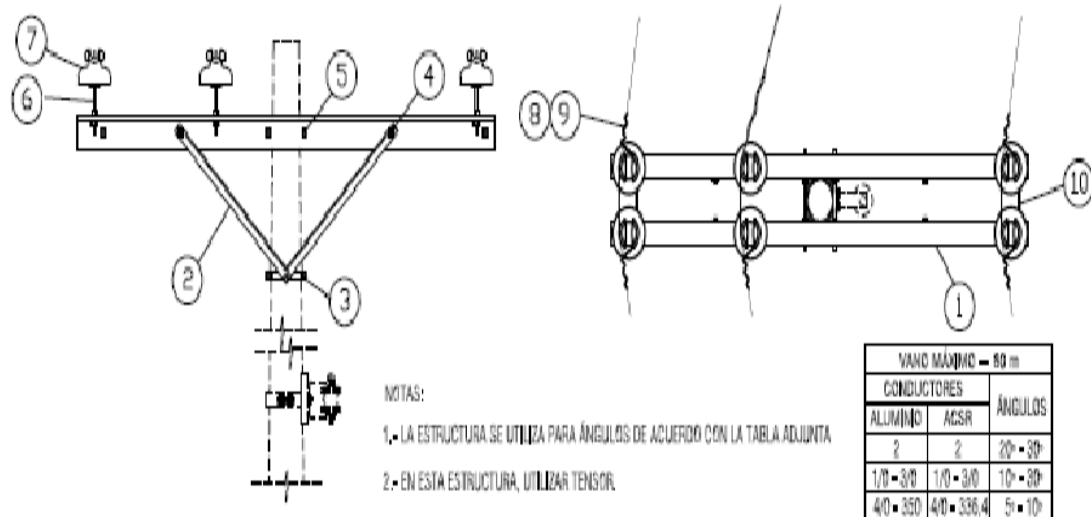
LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2 NOTA 1-2
1	c/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2 NOTA 1
3/4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
3/4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
9	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	6
10	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3
10	c/u	Retención preformada para conductor de Al	3

NOTAS:

- 1.- La longitud de la cruzeta puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar cruquetas de 2,40 m.
- 2.- El ancho de la cruzeta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

Anexo 3.y

TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - ANGULAR



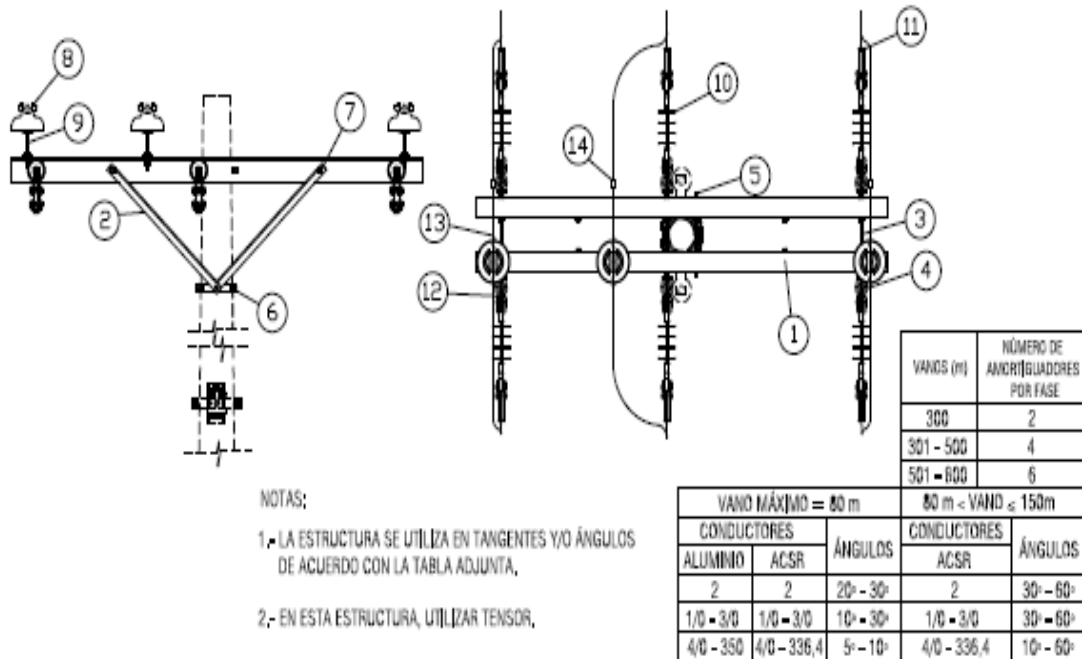
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28°)	4
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/8 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	4
5*	c/u	Perno espárrago o de rocca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
6	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	6
7	c/u	Alcaldor espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 W	6
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	12
9*	c/u	Varilla de armar prefornada para conductor de Al	6
10	c/u	Perno espárrago o de rocca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
5	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	6
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	12

NOTA:  
 1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

## Anexo 3.z

### TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA,

2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR,

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UND.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	cu	Cruseta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95")	2
2	cu	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	cu	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4	cu	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	3
5	cu	Perno espárrago o de rosca conida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	cu	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	cu	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	cu	Alcizador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
9	cu	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
10*	cu	Alcizador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DG-15, 15 kV	6
11*	cu	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	cu	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estabón "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
14*	cu	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

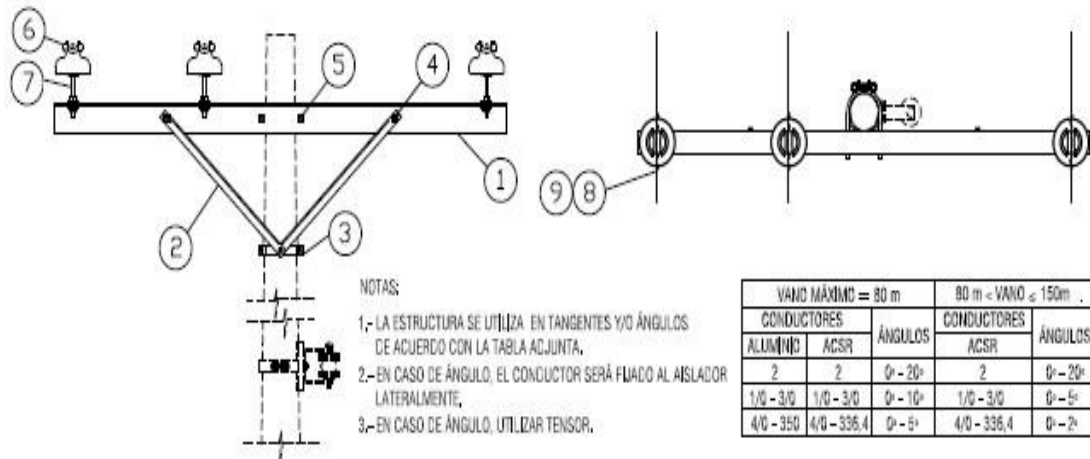
LISTA DE MATERIALES			
REF.	UND.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	cu	Cruseta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95")	2
1	cu	Cruseta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	2
3/4	cu	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3/4	cu	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
10	cu	Alcizador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	12
11	cu	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	6
11	cu	Retención preformada para conductor de Al	6
14	cu	Conector de compresión, aleación de Al	3

NOTA:

1.- El ancho de la crusetta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

## Anexo 3.aa

## TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - PASANTE O TANGENTE



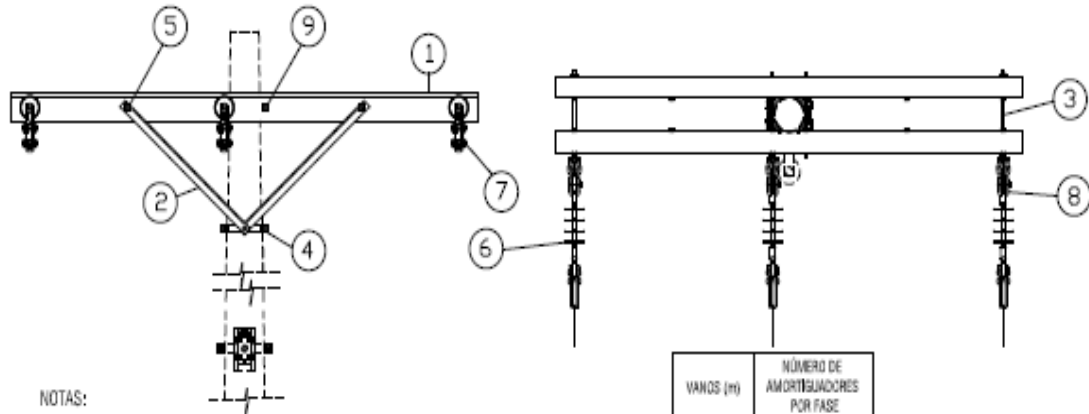
LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	clu	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	1
2	clu	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28°)	2
3	clu	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
4	clu	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
5	clu	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	clu	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
7	clu	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
9*	clu	Varilla de armar preformada para conductor de Al	3

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	clu	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	1
1	clu	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	1
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1.27 mm (3/64") de esp. x 7.62 mm (5/16") de ancho	6
NOTA:			
1.- El ancho de la cruzeta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			



## Anexo 3.ab

## TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG
- 2.- VANO MÁXIMO 150 m.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (m)	NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 800	6

LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1*	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <span style="float: right;">NOTA 1</span>	2	
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28°)	4	
3	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3	
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1	
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	4	
6*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DC-15, 15 kV	3	
7*	c/u	Grapa terminal aperrada tipo pistola, de aleación de Al	3	
8	c/u	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)	3	
9	c/u	Perno espárrago o de roca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1	

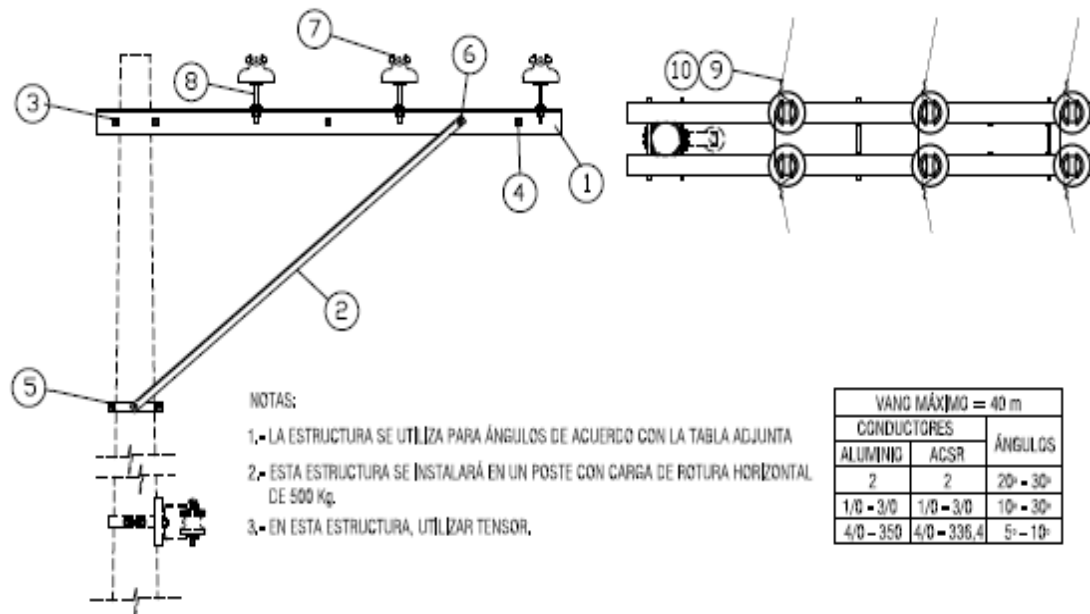
  

LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN		
SUSTITUTIVOS				
1	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <span style="float: right;">NOTA 1</span>	2	
1	c/u	Cruceleta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2	
3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3	
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	6	
6	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	6	
7	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3	
7	c/u	Retención preformada para conductor de Al	3	

NOTA:  
1.- El ancho de la cruceleta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

## Anexo 3.ac

## TRIFÁSICA - EN VOLADO - ANGULAR

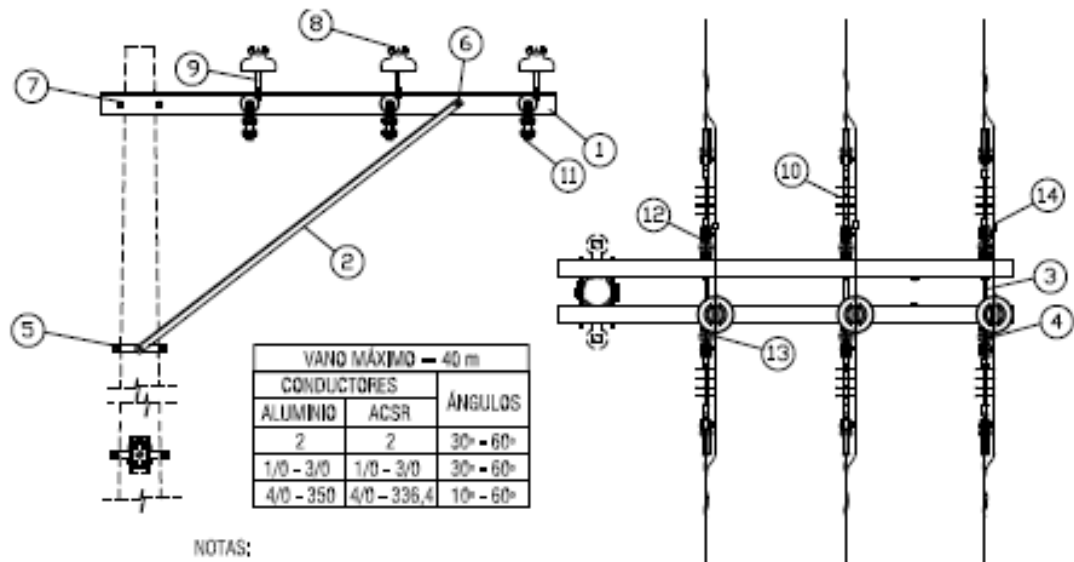


LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71°)	2
3	c/u	Perno espárrago o de roca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4*	c/u	Perno espárrago o de roca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	2
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	6
8	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	6
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	12
10*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	6

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
1	c/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	6
10	c/u	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	12
NOTA:			
1.- El ancho de la cruce de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

## Anexo 3.ad

### TRIFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



## NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	o/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
2	o/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71°)	2
3*	o/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4	o/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diam.	3
5	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
6	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	o/u	Perno espárrago o de roca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
8	o/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
9	o/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diam x 300 mm (12") de long.	3
10*	o/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DG-15, 15 kV	6
11*	o/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	o/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 75 mm (3") de long. (Estabón "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
14*	o/u	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

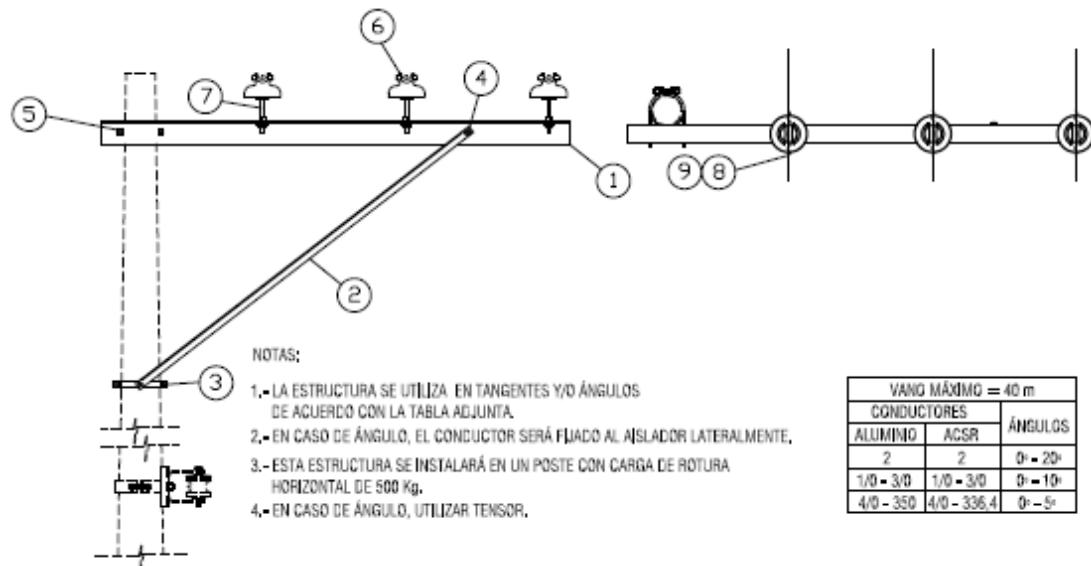
LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	o/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
1	o/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
3/4	o/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3/4	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diam. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
10	o/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	12
11	o/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	6
11	o/u	Retención preformada para conductor de Al	6
14	o/u	Conector de compresión, aleación de Al	3

## NOTA:

- 1.- El ancho de la cruce de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

## Anexo 3.ae

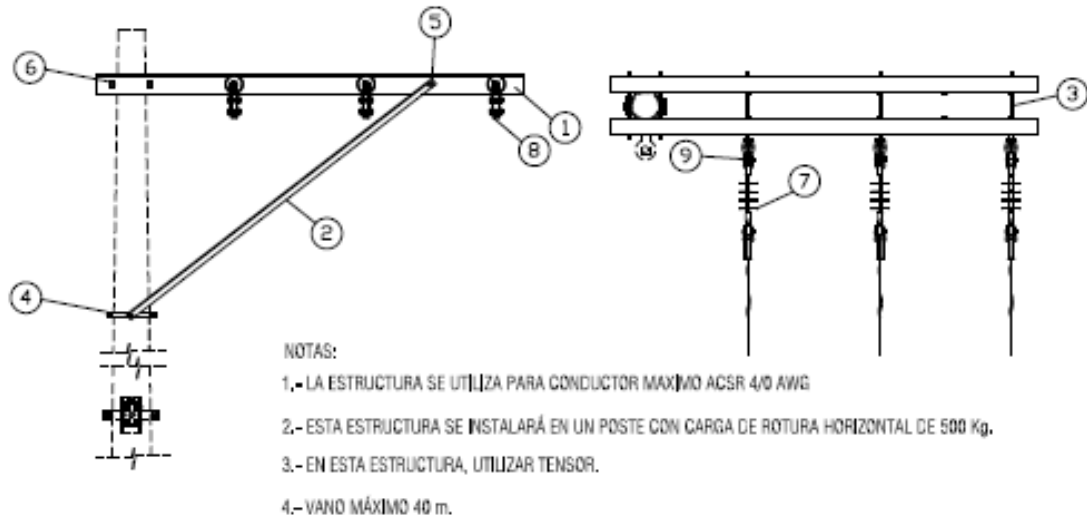
## TRIFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE



LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <span style="float: right;">NOTA 1</span>	1
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71°)	1
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 11/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	1
5	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-5, 15 kV	3
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
9*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	3
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <span style="float: right;">NOTA 1</span>	1
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	1
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	6
NOTA:			
1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

## Anexo 3.af

## TRIFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL



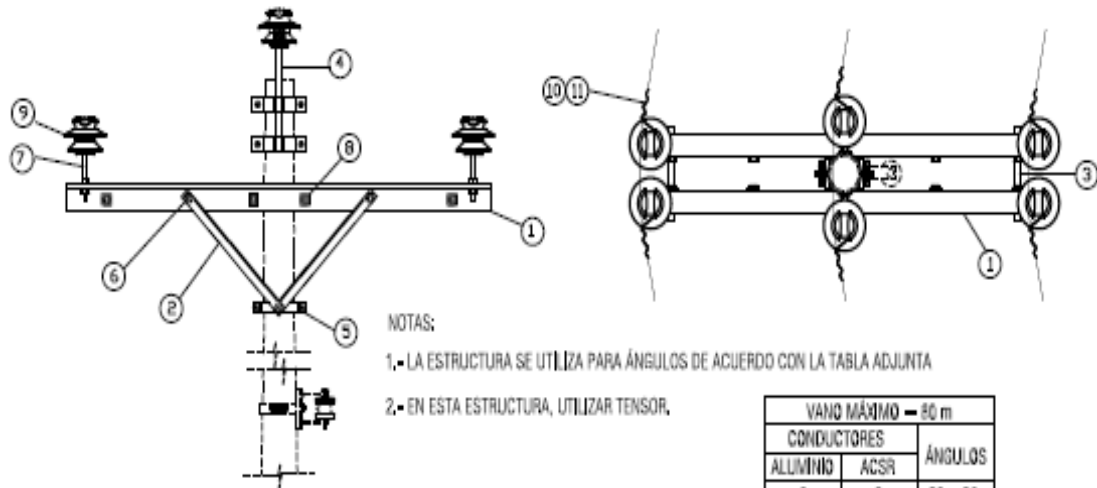
LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF.	UND.	DESCRIPCIÓN	
1*	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71°)	2
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/4 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	2
6	c/u	Perno espárrago o de roca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
7*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DC-15, 15 kV	3
8*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	3
9	c/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estabón "U" para sujeción)	3

LISTA DE MATERIALES			CANTIDAD
REF.	UND.	DESCRIPCIÓN	
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	2
1	c/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	6
7	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	6
8	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3
8	c/u	Retención preformada para conductor de Al	3
NOTA:			
1.- El ancho de la cruce de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			



## Anexo 3.ag

## TRIFÁSICA - CENTRADA - ANGULAR



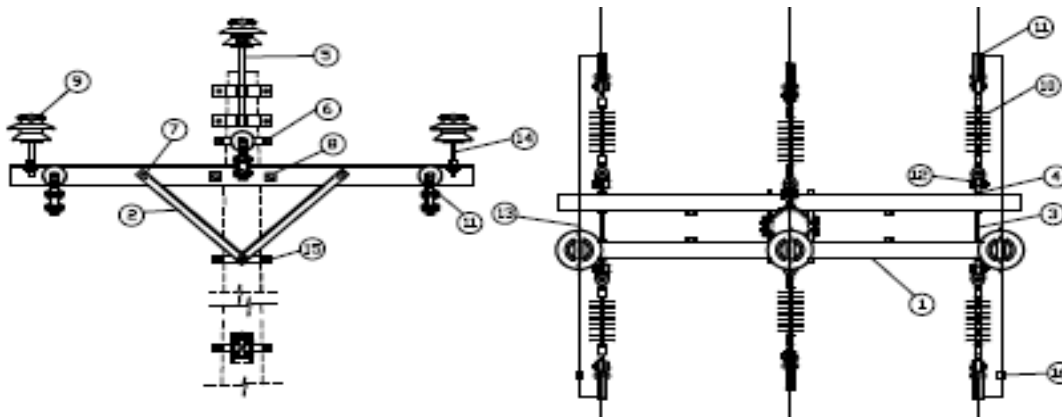
LISTA DE MATERIALES				LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Crucecita de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2	1	c/u	Crucecita de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
2	c/u	Placa amiga de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4	1	c/u	Crucecita de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
3*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2	3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
4*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	1	3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1	4	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	2
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4	4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	4	11	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	12
8	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2				
9	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-1, 25 kV	6				
10	m	Conductor desnudo sólido de Al para alambres, No. 4 AWG	12				
11*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	6				

NOTAS:

- La longitud de la crucecita puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar crucecitas de 2,40 m.
- El ancho de la crucecita de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

Anexo 3.ah

TRIFÁSICA - CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.

2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (n°)	NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 800	6

VANO MÁXIMO = 80 m			80 m < VANO ≤ 150m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS	CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINO	ACSR		ACSR		
2	2	20° - 30°	2	30° - 60°	
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	10° - 30°	1/0 - 3/0	30° - 60°	
4/0 - 350	4/0 - 336,4	5° - 10°	4/0 - 336,4	10° - 60°	

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	o/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
2	o/u	Fle anillo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	o/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4*	o/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	4
5*	o/u	Perno espiga (pin) tipo de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con asientos de sujeción	1
6*	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	o/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
9	o/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-1, 25 W	3
10*	o/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 W	6
11*	o/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	o/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estibón "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para aisladas, No. 4 AWG	6
14	o/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	2
15	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
16*	o/u	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	o/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
1	o/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 5 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
3/4	o/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
3/4	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5	o/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	1
5	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
6	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión doble, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
10	o/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	18
11	o/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	6
11	o/u	Retención preformada para conductor de Al	6
16	o/u	Conector de compresión, aleación de Al	3

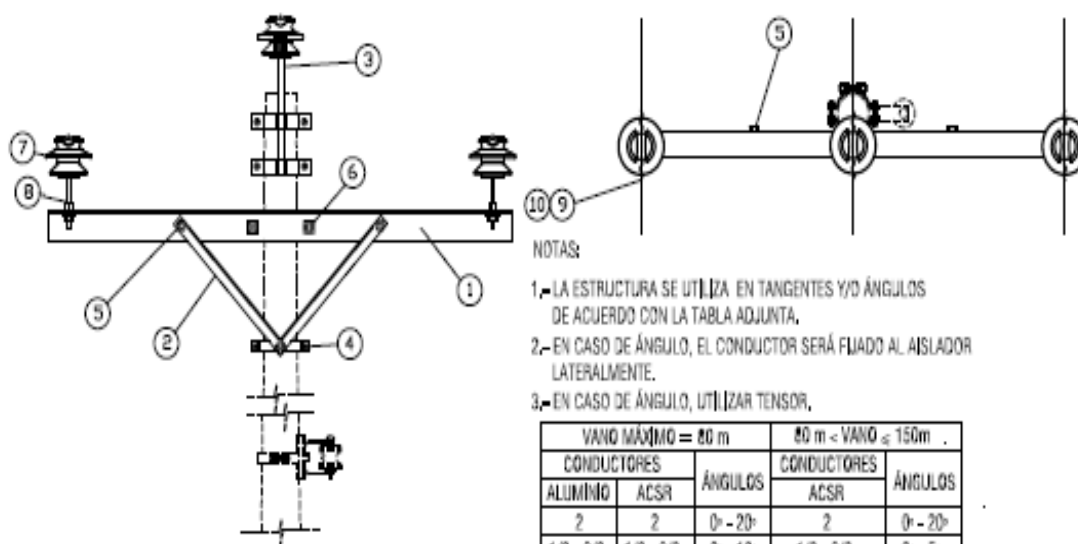
NOTAS:

1.- La longitud de la cruzeta puede ser de 1,80 m, 2m y 2,40 m. Se recomienda usar cruzetas de 2,40 m.

2.- El ancho de la cruzeta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

## Anexo 3.ai

## TRIFÁSICA - CENTRADA - PASANTE O TANGENTE



LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	1
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	2
3*	c/u	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	1
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
6	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	3
8	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 300 mm (12") de long.	2
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
10*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	3

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	1
1	c/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	1
3	c/u	Perno punta de poste de acero galvanizado (tacho), 70 mm (2 3/4") de ancho x 445 mm (18") de long.	1
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	2
10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	6

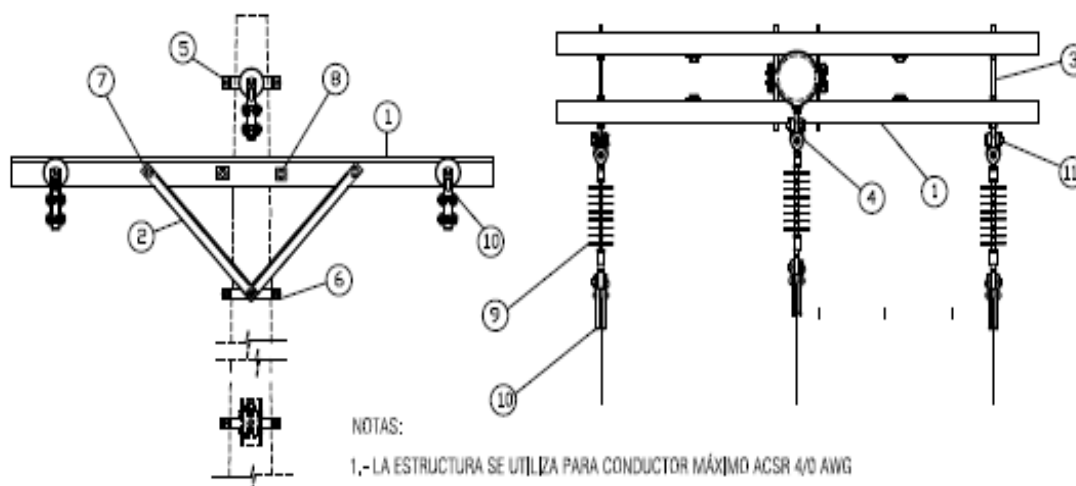
NOTAS:

- 1.- La longitud de la cruzeta puede ser de 1,50 m, 2 m y 2,40 m. Se recomienda usar cruquetas de 2,40 m.
- 2.- El ancho de la cruzeta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.



## Anexo 3.aj

## TRIFÁSICA - CENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG
- 2.- VANO MÁXIMO 150 m.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

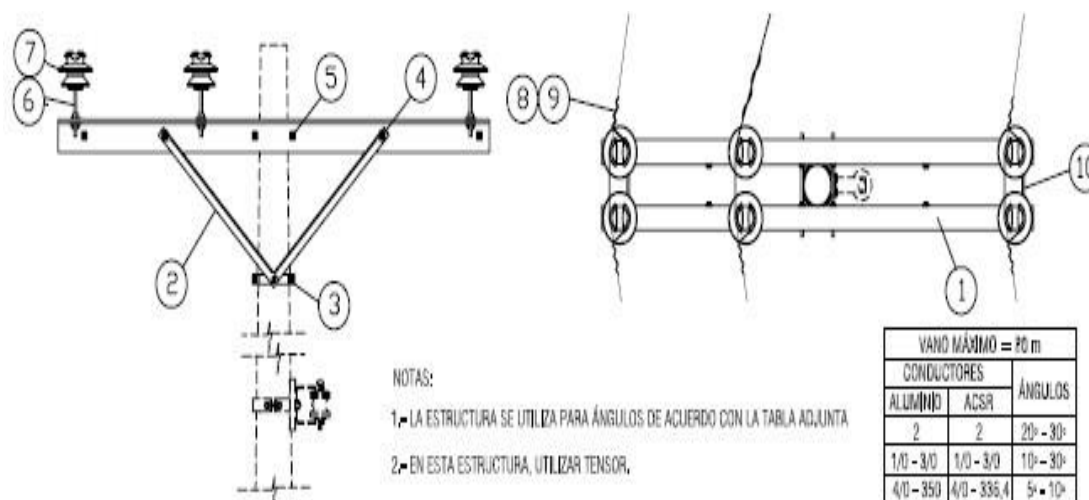
VANOS (m)	NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 800	6

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UND.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	o/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4")	2
2	o/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	o/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
4	o/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	1
5*	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 5 1/2")	1
6	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 5 1/2")	1
7	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	o/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
9*	o/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DG-28, 22 kV	3
10*	o/u	Grapa terminal apornada tipo pistola, de aleación de Al	3
11	o/u	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estabon "U" para sujeción)	3

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UND.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	o/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4")	2
1	o/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64")	2
3	o/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	2
3	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
5	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, extensión simple, 50 x 6 x 140 - 160 mm (2 x 1/4 x 5 1/2 - 5 1/2")	1
9	o/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	3
10	o/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3
10	o/u	Retención preformada para conductor de Al	3
NOTAS:			
1.- La longitud de la cruzeta puede ser de 1,50 m, 2m y 2,40 m. Se recomienda usar cruzetas de 2,40 m.			
2.- El ancho de la cruzeta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

## Anexo 3.ak

## TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - ANGULAR

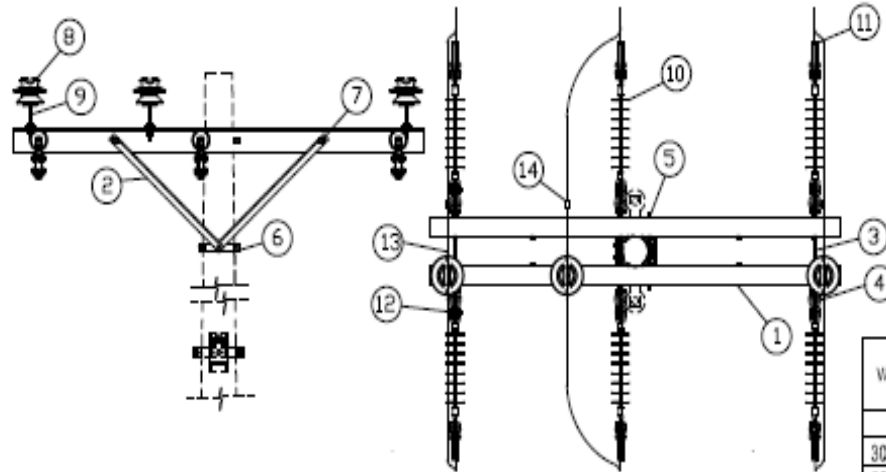


LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <span style="float: right;">NOTA 1</span>	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28 °)	4
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	4
5*	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
6	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	6
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	6
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	12
9*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	6
10	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <span style="float: right;">NOTA 1</span>	2
1	c/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
5	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión	6
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	12
NOTA:			
1.- El ancho de la cruce de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

Anexo 3.a)

TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
- 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (m)		NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FASE	
300		2	
301 - 500		4	
501 - 600		6	

VANO MÁXIMO = 80 m			80 m < VANO < 150m	
CONDUCTORES		ÁNGULOS	CONDUCTORES	ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR		ACSR	
2	2	20° - 30°	2	30° - 60°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	10° - 30°	1/0 - 3/0	30° - 60°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	5° - 10°	4/0 - 336,4	10° - 60°

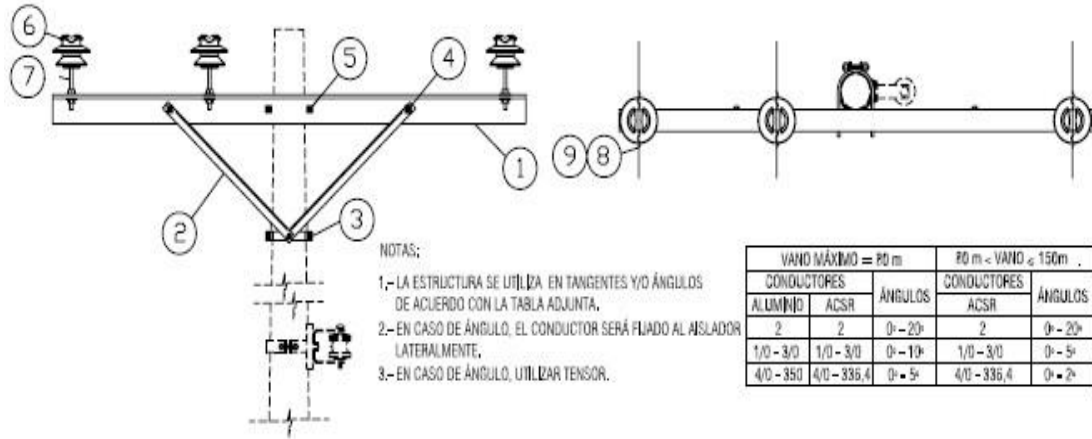
LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	C/U	Crucecita de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95") <small>NOTA 1</small>	2
2	C/U	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	4
3*	C/U	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4	C/U	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	3
5	C/U	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	C/U	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
7	C/U	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
8	C/U	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	3
9	C/U	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
10*	C/U	Aislador tipo suspensión, de caucho/siliconado, clase ANSI DG-28, 22 kV	6
11*	C/U	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	C/U	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estación "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
14*	C/U	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	C/U	Crucecita de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95") <small>NOTA 1</small>	2
1	C/U	Crucecita de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	2
3/4	C/U	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3/4	C/U	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
10	C/U	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	18
11	C/U	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	6
11	C/U	Retención preformada para conductor de Al	6
14	C/U	Conector de compresión, aleación de Al	3

NOTA:  
1.- El ancho de la crucecita de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

Anexo 3.am

TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - PASANTE O TANGENTE



- NOTAS:
- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA ADJUNTA.
  - 2.- EN CASO DE ÁNGULO, EL CONDUCTOR SERÁ FLAJADO AL AISLADOR LATERALMENTE.
  - 3.- EN CASO DE ÁNGULO, UTILIZAR TENSOR.

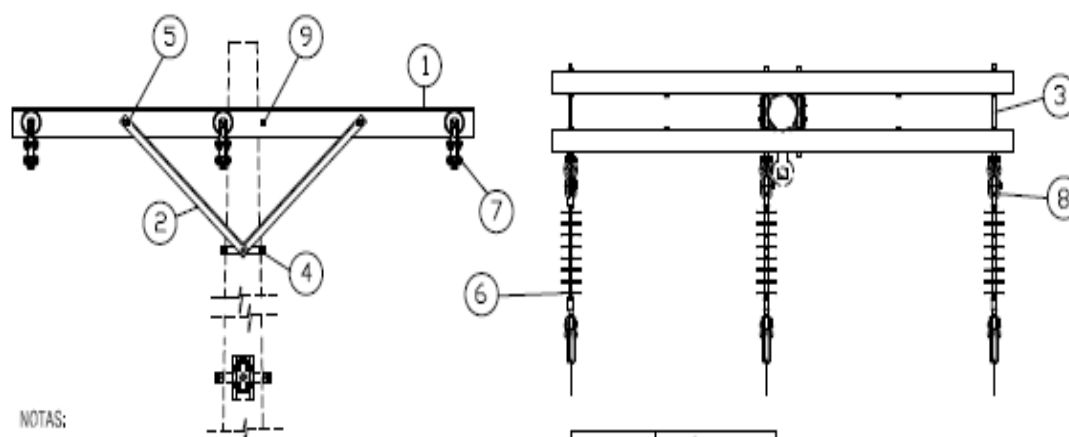
VANO MÁXIMO = 80 m		80 m < VANO ≤ 150m	
CONDUCTORES	ÁNGULOS	CONDUCTORES	ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR	ALUMINIO	ACSR
2	2	2	2
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	1/0 - 3/0
4/0 - 350	4/0 - 336.4	4/0 - 336.4	4/0 - 336.4

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	1
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28")	2
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
5	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U., con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1
6	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	3
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
9*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	3

LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>	1
1	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 3 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	1
9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	6
<small>NOTA:</small> 1.- El ancho de la cruceta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			

## Anexo 3.an

## TRIFÁSICA - SEMICENTRADA - RETENCIÓN O TERMINAL



NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG
- 2.- VANO MÁXIMO 150 m.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANOS (m)	NÚMERO DE AMORTIGUADORES POR FASE
300	2
301 - 500	4
501 - 800	6

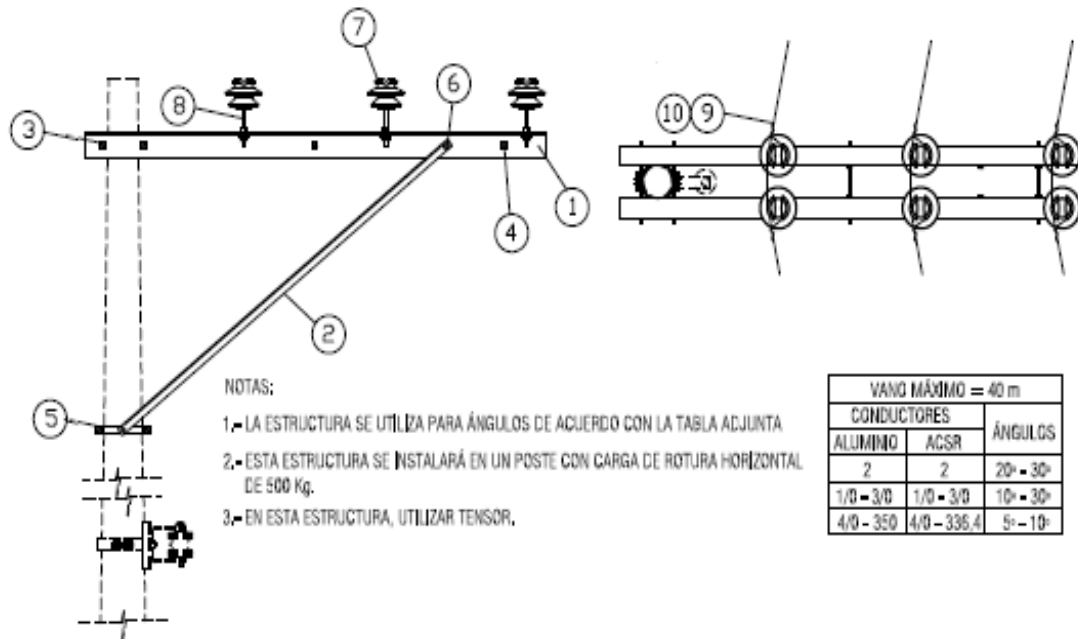
LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <span style="float: right;">NOTA 1</span>	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 28°)	4
3	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 5 1/2 - 6 1/2")	1
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	4
6*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DG-28, 22 kV	3
7*	c/u	Grapa terminal aperturada tipo pistola, de aleación de Al	3
8	c/u	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estalón "U" para sujeción)	3
9	c/u	Perno espárrago o de roca comida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°) <span style="float: right;">NOTA 1</span>	2
1	c/u	Cruceleta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	2
3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
6	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	9
7	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	3
7	c/u	Retención prefabricada para conductor de Al	3
NOTA:			
1.- El ancho de la cruceleta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			



## Anexo 3.o

## TRIFÁSICA - EN VOLADO - ANGULAR



LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1*	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95")	NOTA.1	2
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")		2
3	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		2
4*	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		2
5	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")		1
6	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión		2
7	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV		6
8	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.		6
9	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG		12
10*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al		6

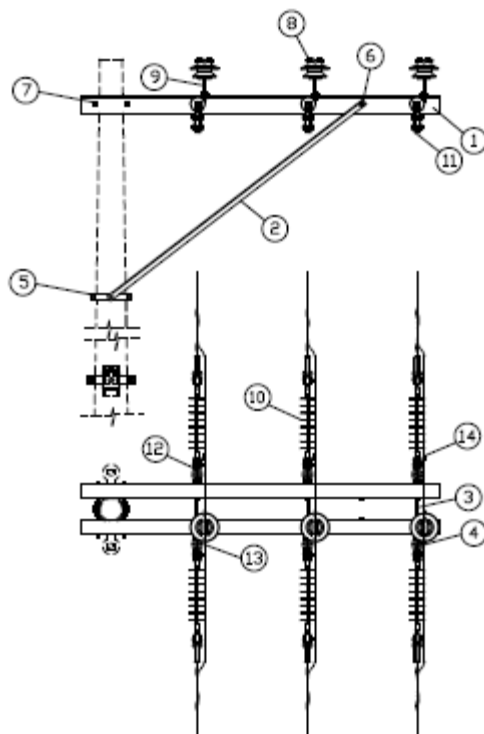
  

LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN		
SUSTITUTIVOS				
1	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95")	NOTA 1	2
1	c/u	Cruceleta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")		2
4	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")		3
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión		6
10	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7.62 mm (5/16") de ancho		12

NOTA:  
1.- El ancho de la cruceleta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

## Anexo 3.ap

## TRIFÁSICA - EN VOLADO - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TERMINAL



## NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA EN TANGENTES Y/O ÁNGULOS DE ACUERDO CON LA TABLA AGJUNTA.
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.

VANO MÁXIMO = 40 m		
CONDUCTORES		ÁNGULOS
ALUMINIO	ACSR	
2	2	30° - 60°
1/0 - 3/0	1/0 - 3/0	30° - 60°
4/0 - 350	4/0 - 336,4	10° - 60°

LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	o/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95")	2
2	o/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	2
3*	o/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	3
4*	o/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	3
5	o/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1
6	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	2
7	o/u	Perno espalme o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
8	o/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	3
9	o/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3
10*	o/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV	6
11*	o/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al	6
12	o/u	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabón "U" para sujeción)	6
13	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWG	6
14*	o/u	Conector de ranuras paralelas, aleación de Cu, 2 pernos laterales de diferentes longitudes y separador	3

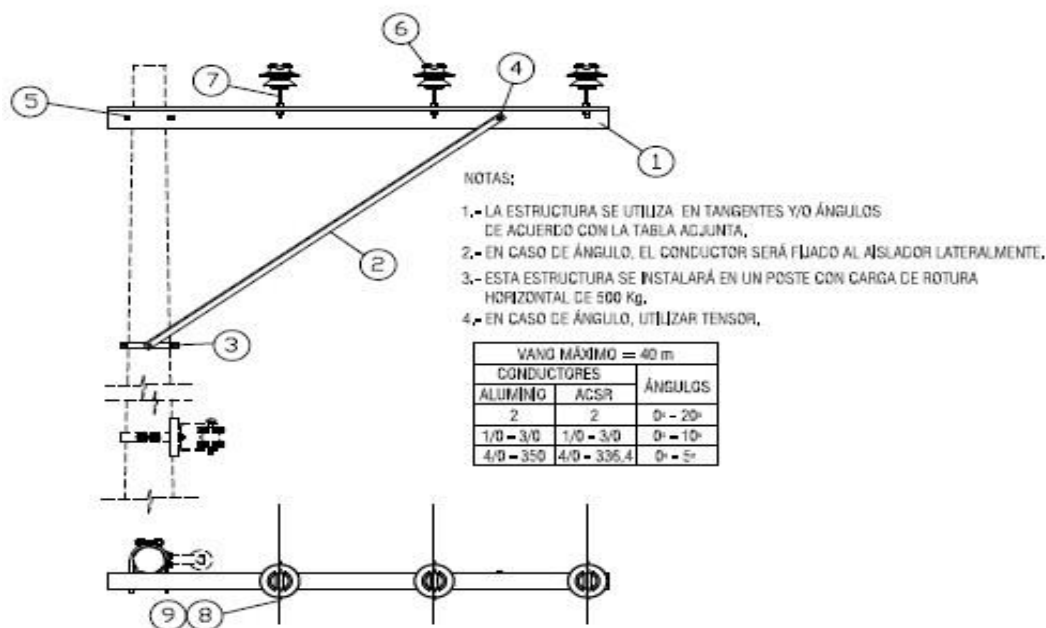
LISTA DE MATERIALES			
REF.	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
SUSTITUTIVOS			
1	o/u	Cruce de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95")	2
1	o/u	Cruce de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95")	2
3/4	o/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizado, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")	3
3/4	o/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	6
10	o/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1	18
11	o/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	6
11	o/u	Retención preformada para conductor de Al	6
14*	o/u	Conector de compresión, aleación de Al	3

## NOTA:

- 1.- El ancho de la cruce de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

## Anexo 3.aq

## TRIFÁSICA - EN VOLADO - PASANTE O TANGENTE

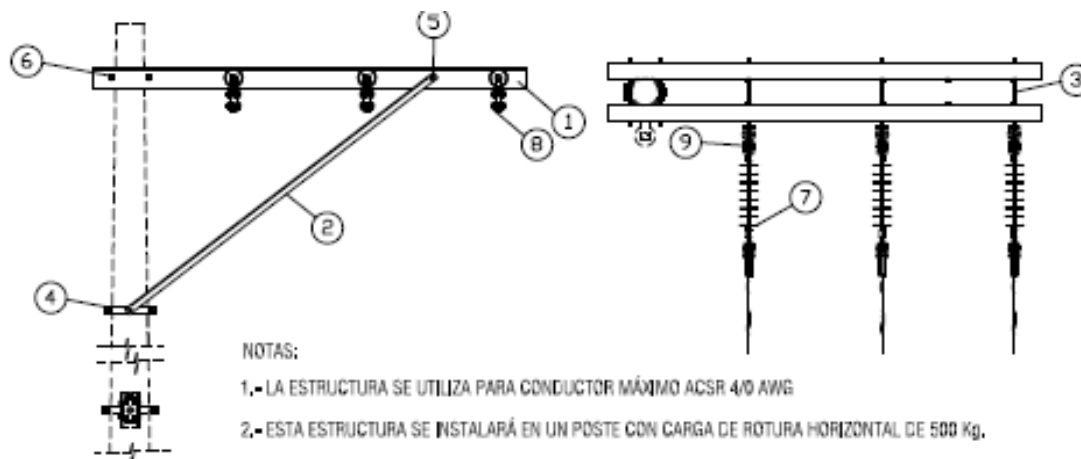


LISTA DE MATERIALES				LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°)	1	SUSTITUTIVOS			
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71°)	1	1	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°)	1
3	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")	1	1	c/u	Cruceleta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)	1
4	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuerca, arandela plana y de presión	1	9	m	Cinta de armar de aleación de Al, 1,27 mm (3/64") de esp. x 7,62 mm (5/16") de ancho	6
5	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U., con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	1				
6	c/u	Aislador espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	3				
7	c/u	Perno espiga (pin) corto de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám x 300 mm (12") de long.	3				
8	m	Conductor desnudo sólido de Al para ataduras, No. 4 AWC	6				
9*	c/u	Varilla de armar preformada para conductor de Al	3				
				NOTA: 1.- El ancho de la cruceleta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.			



## Anexo 3.ar

## TRIFÁSICA - EN VOLADO - RETENCIÓN O TERMINAL



## NOTAS:

- 1.- LA ESTRUCTURA SE UTILIZA PARA CONDUCTOR MÁXIMO ACSR 4/0 AWG
- 2.- ESTA ESTRUCTURA SE INSTALARÁ EN UN POSTE CON CARGA DE ROTURA HORIZONTAL DE 500 Kg.
- 3.- EN ESTA ESTRUCTURA, UTILIZAR TENSOR.
- 4.- VANO MÁXIMO 40 m.

LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD	LISTA DE MATERIALES				CANTIDAD
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN			REF	UNID.	DESCRIPCIÓN		
1*	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 1/4 x 95°) <small>NOTA 1</small>		2	SUSTITUTIVOS				
2	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71°)		2	1	c/u	Cruceleta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2 400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95°)	<small>NOTA 1</small>	2
3*	c/u	Perno de ojo de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 254 mm (10") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		3	1	c/u	Cruceleta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 61/64 x 2 61/64 x 23/64 x 95°)		2
4	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 160 - 190 mm (1 1/2 x 1 1/64 x 6 1/2 - 7 1/2")		1	3	c/u	Pletina de unión y de soporte de acero galvanizada, 75 x 6 x 420 mm (2 61/64 x 1/4 x 17")		3
5	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión		2	3	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 51 mm (2") de long., con tuercas, arandela plana y de presión		6
6	c/u	Perno espárrago o de rosca corrida de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión		2	7	c/u	Aislador de suspensión, porcelana, clase ANSI 52-1		9
7*	c/u	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-28, 22 kV		3	8	c/u	Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado		3
8*	c/u	Grapa terminal apertada tipo pistola, de aleación de Al		3	8	c/u	Retención preformada para conductor de Al		3
9	c/u	Horquilla anillaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Estación "U" para sujeción)		3					

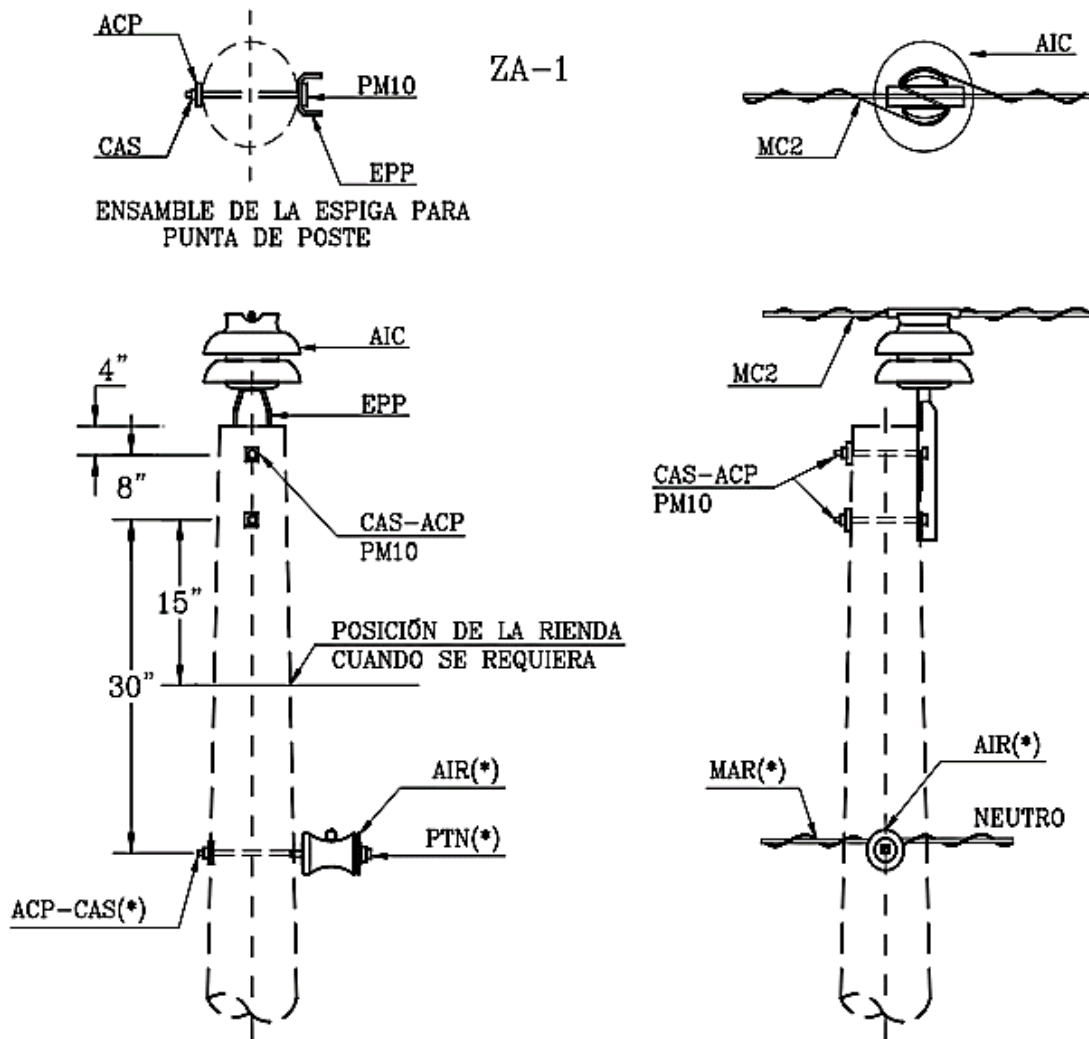
## NOTA:

1.- El ancho de la cruceleta de acero galvanizado (75 o 70 mm) se definirá en función de los resultados de las pruebas mecánicas.

Nivel de tensión: 36Kv

Anexo 3.as

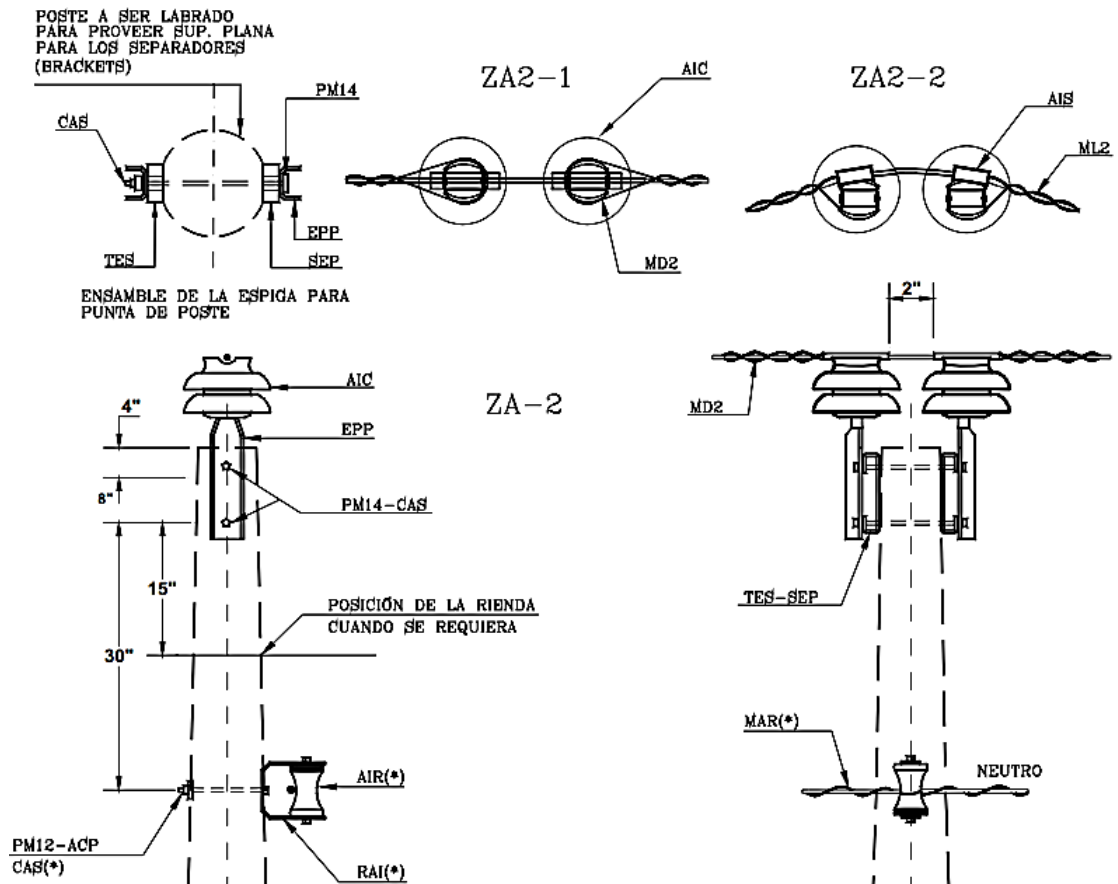
PRMARIA MONOFASICA DE PASO SIMPLE



IND	CANT.	MATERIAL	ZA1	ZA1-1	
ALI	MTS	ALAMBRE ALUMINIO DESNUDO BLANDO N° 4	3	-	
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	2	2	
AIC	PZA	AISLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	1	1	
AIR	PZA	AISLADOR RODILLO 1.3 KV 1 VIA ANSI 53-2	1	1	
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	2	2	
EPP	PZA	ESPIGA 24.9 KV P/ PUNTA POSTE 20"	1	1	
MC2	PZA	MALLA SIMPLE CIMA 25 KV N° ..... S/REQ.	-	1	
MAR	PZA	MALLA RODILLO N° ..... S/REQ	-	1	
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN N° ..... S/REQ. FASE	1	-	
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN N° ..... S/REQ. NEUTRO	1	-	
PM10	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 10"	2	2	
PTN	PZA	PERNO TIPO NEUTRO 5/8" x 12"	1	1	
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN		ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 12

## Anexo 3.at

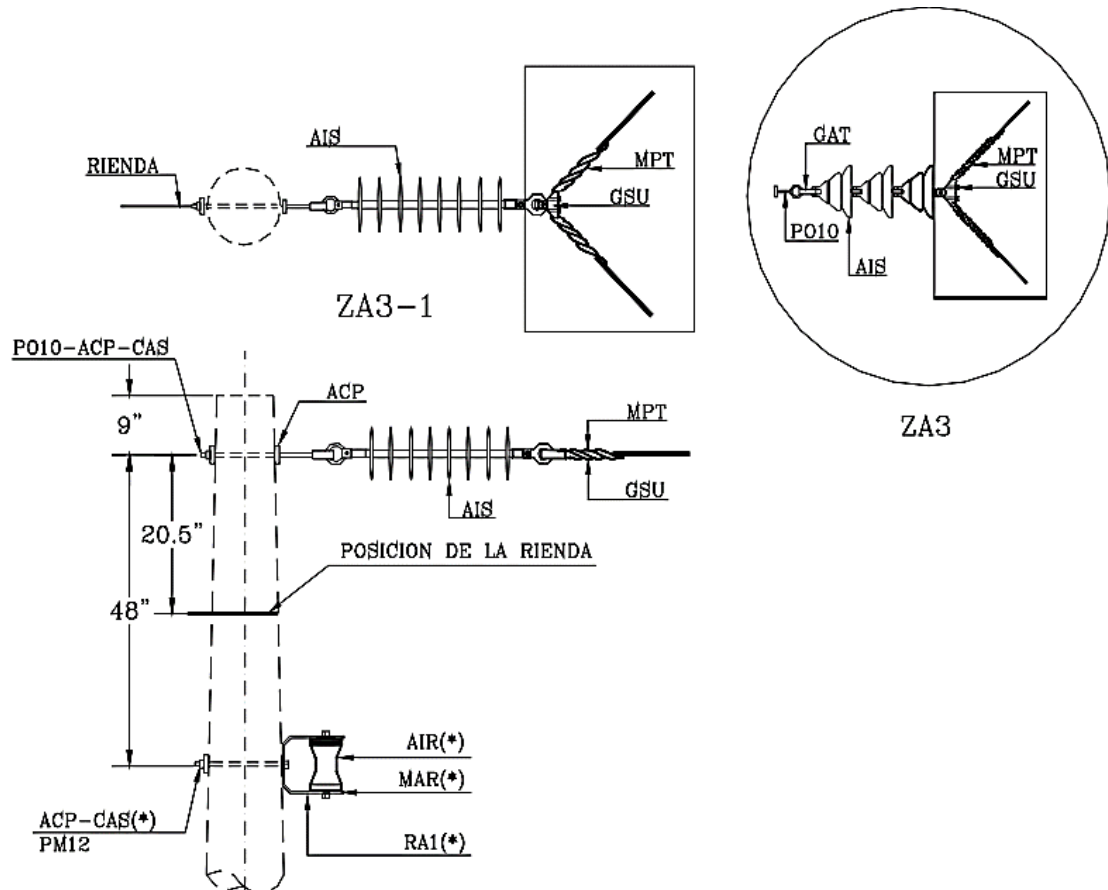
## PRIMARIA MONOFASICA DE PASO DOBLE



IND	CANT.	MATERIAL	ZA2	ZA2-1	ZA2-2
ALI	MTS	ALAMBRE ALUMINIO DESNUDO BLANDO N° 4	4.5	-	-
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	1	1	1
AIC	PZA	AISLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	2	2	2
AIR	PZA	AISLADOR RODILLO 1.3 KV 1 VIA ANSI 53-2	1	1	1
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	3	3	3
EPP	PZA	ESPIGA 24.9 KV PUNTA POSTE 20"	2	2	2
MD2	JGO	MALLA DOBLE SIMPLE 25 KVN° ..... S/REQ.	-	1	-
ML2	JGO	MALLA DOBLE LATERAL 25 KV N°.....S/REQ	-	-	1
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN N° .... S/REQ. FASE	1	-	-
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN N° ... S/REQ. NEUTRO	1	-	-
MAR	PZA	MALLA RODILLO N°.....S/REQ	-	1	1
PM12	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 12"	1	1	1
PM14	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 14"	2	2	2
RA1	PZA	RACK DE 1 VIA	1	1	1
SEP	PZA	SEPARADOR P/ESPIGA PUNTA POSTE	2	2	2
TES	PZA	TUBO ESPACIADOR P/ESPIGA PUNTA DE POSTE	2	2	2
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN		ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 13

## Anexo 3.au

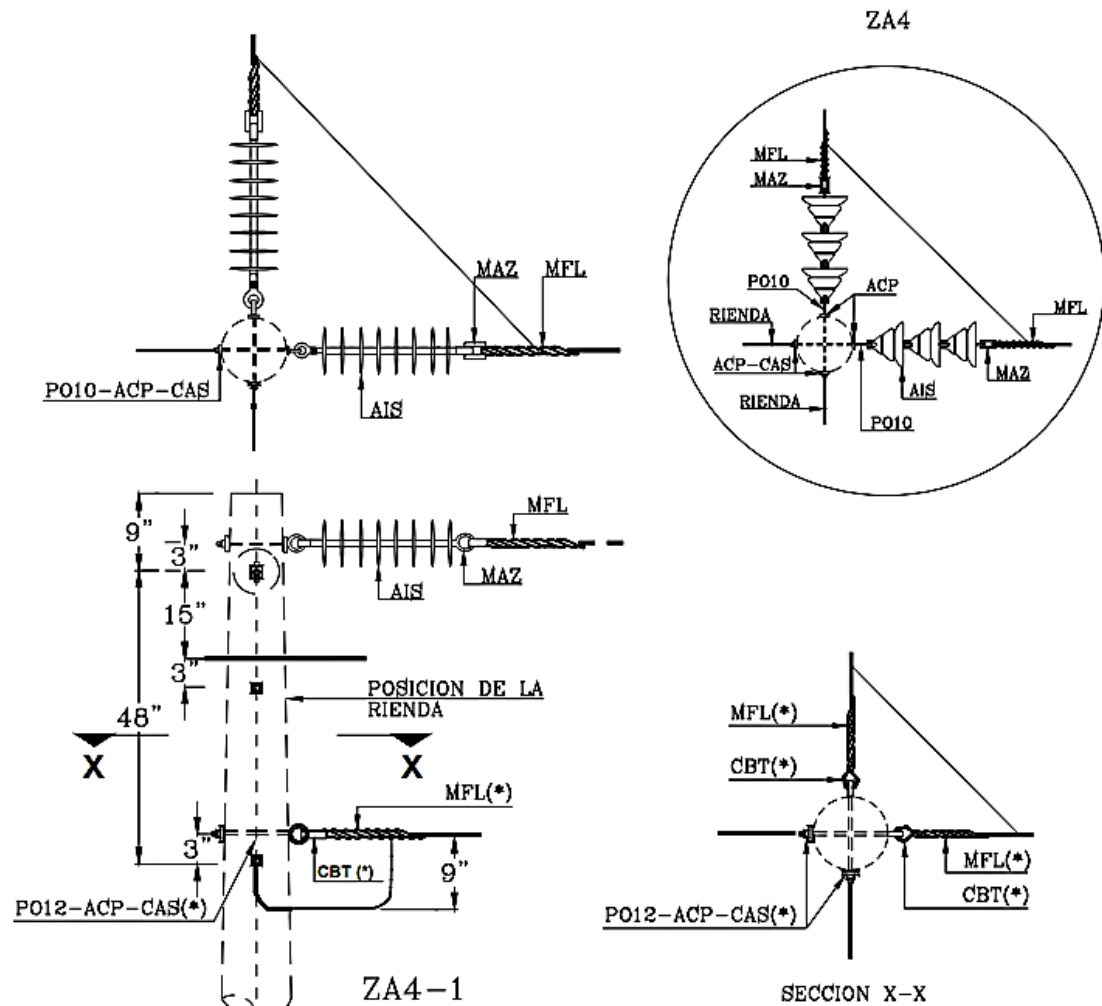
## PRIMARIA MONOFASICA VERTICAL



IND	CANT.	MATERIAL	ZA3	ZA3-1
ALI	MTS	ALAMBRE ALUMINIO DESNUDO BLANDO N° 4	1	-
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	3	3
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN POLIMÉRICO 35 KV	-	1
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN 15 KV 10" ANSI 52-4	3	-
AIR	PZA	AISLADOR RODILLO 1.3 KV 1 VIA ANSI 53-2	1	1
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	2	2
GAT	PZA	GRILLETE DE TENSIÓN 5/8"	1	-
GSU	PZA	GRAMPA DE SUSPENSIÓN P/CABLE 4 A 2/0	1	1
MAR	PZA	MALLA RODILLO N°.....S/REQ	-	1
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN N°.....S/REQ. FASE	1	-
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN N°.....S/REQ. NEUTRO	1	-
PO10	PZA	PERNO DE OJO 5/8" x 10"	1	1
PM12	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 12"	1	1
RA1	PZA	RACK DE 1 VIA	1	1
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN	ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev.No. 3	HOJA Nro. 14

## Anexo 3.av

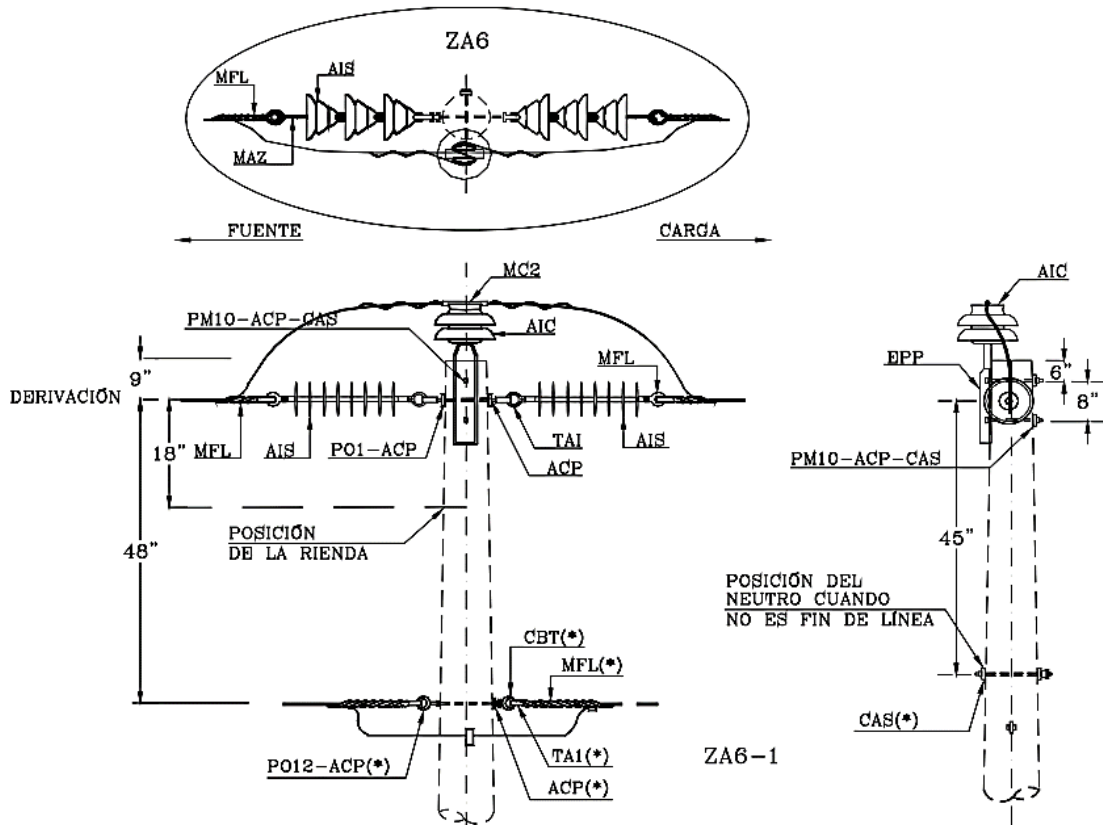
## PRIMARIA MONIFASICA VERTICAL DE FIN DE LINEA



IND	CANT.	MATERIAL	ZA4	ZA4-1
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	8	8
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSION POLIMÉRICO 35 KV	-	2
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSION 15 KV 10" ANSI 52-4	6	-
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	4	4
CBT	PZA	CORBATÍN DE 5/8"	2	2
MAZ	PZA	MANILLA ZAPATILLA	2	2
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA FASE N°.....S/REQ.	2	2
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA NEUTRO N°.....S/REQ.	2	2
PO10	PZA	PERNO DE OJO 5/8" x 10"	2	2
PO12	PZA	PERNO DE OJO 5/8" x 12"	2	2
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN	ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 15

## Anexo 3.aw

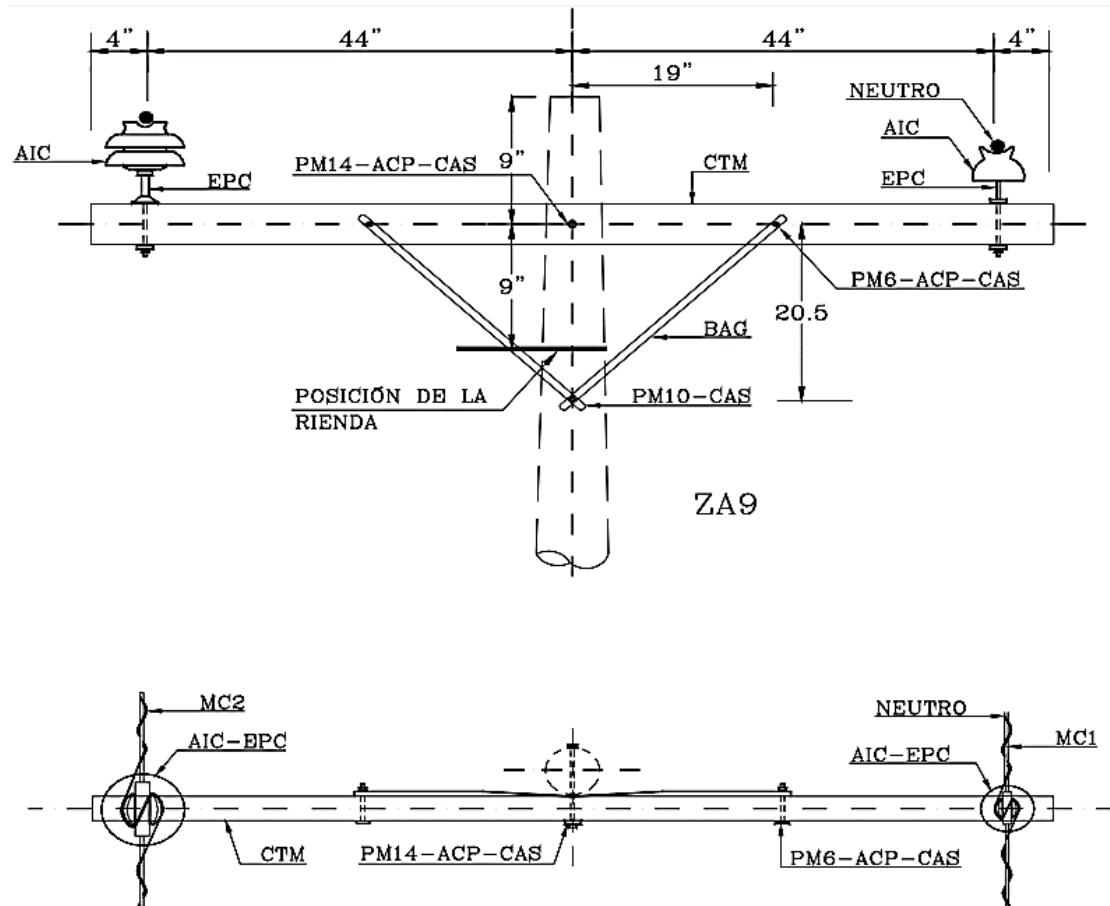
## PRIMARIA MONOFASICA VERTICAL DOBLE



IND	CANT.	MATERIAL	ZA6	ZA6-1
ALI	MTS	ALAMBRE ALUMINIO DESNUDO BLANDO N° 4	1.5	-
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	6	6
AIC	PZA	AISLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	1	1
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN POLIMÉRICO 35 KV	-	2
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN 15 KV 10" ANSI 52-4	6	-
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	2	2
CBT	PZA	CORBATÍN DE 5/8"	2	2
EPP	PZA	ESPIGA 24.9 KV PUNTA DE POSTE 20"	1	1
MAZ	PZA	MANILLA ZAPATILLA	2	2
MC2	PZA	MALLA SIMPLE CIMA N°...S/REQ.	-	1
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA FASE N°...S/REQ.	2	2
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA NEUTRO N°...S/REQ.	2	2
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN TOTAL N°...S/REQ	1	-
PM10	PZA	PERNO DE MAQUINA 5/8" X 10"	2	2
PO10	PZA	PERNO DE OJO 5/8" x 10"	1	1
PO12	PZA	PERNO DE OJO 5/8" x 12"	1	1
TA1	PZA	TUERCA DE OJO 5/8"	2	2
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN	ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 21

## Anexo 3.ax

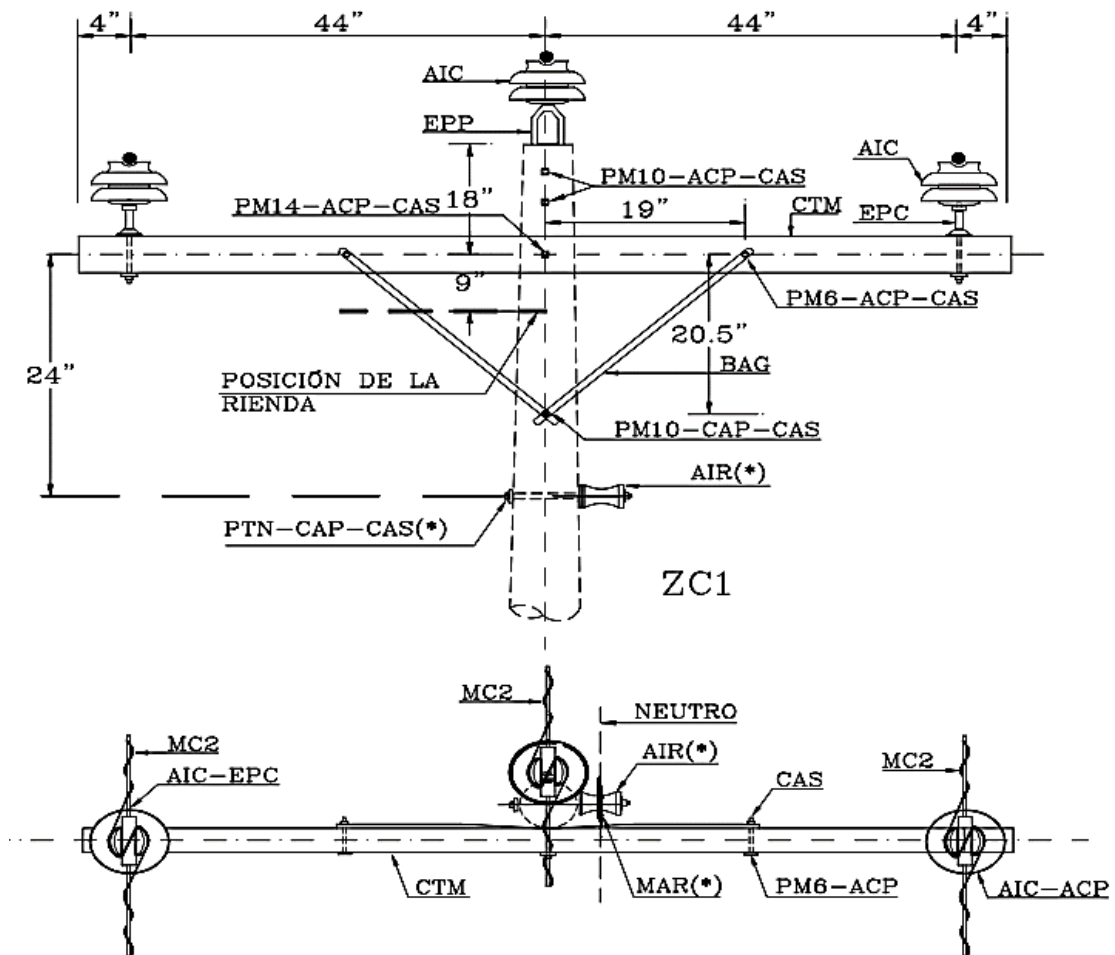
## PRIMARIA MONOFASICA DE PASO SIMPLE



IND	CANT.	MATERIAL	ZA9	ZA9-1	
ALI	MTS	ALAMBRE ALUMINIO DESNUDO BLANDO #4	3	-	
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	5	5	
AIC	PZA	AISSLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	1	1	
AIC	PZA	AISSLADOR CAMPANA 10 KV ANSI 55-3	1	1	
BAG	PZA	BALANCÍN METÁLICO PLANO 30"	2	2	
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	4	4	
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 3/4" x 8'	1	1	
EPC	PZA	ESPIGA 10 KV P/CRUCETA DE MADERA	1	1	
EPC	PZA	ESPIGA 24.9 KV P/CRUCETA DE MADERA	1	1	
MC2	PZA	MALLA SIMPLE CIMA N°...S/REQ. 25 KV	-	1	
MC1	PZA	MALLA SIMPLE CIMA N°...S/REQ. 10 KV	-	1	
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN TOTAL N° ... S/REQ. FASE	1	-	
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN TOTAL N° ... S/REQ. NEUTRO	1	-	
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	2	2	
PM10	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 10"	1	1	
PM14	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 12"	1	1	
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN		ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev.No.3	HOJA Nro. 24

## Anexo 3.ay

## PRIMARIA TRIFASICA DE PASO SIMPLE

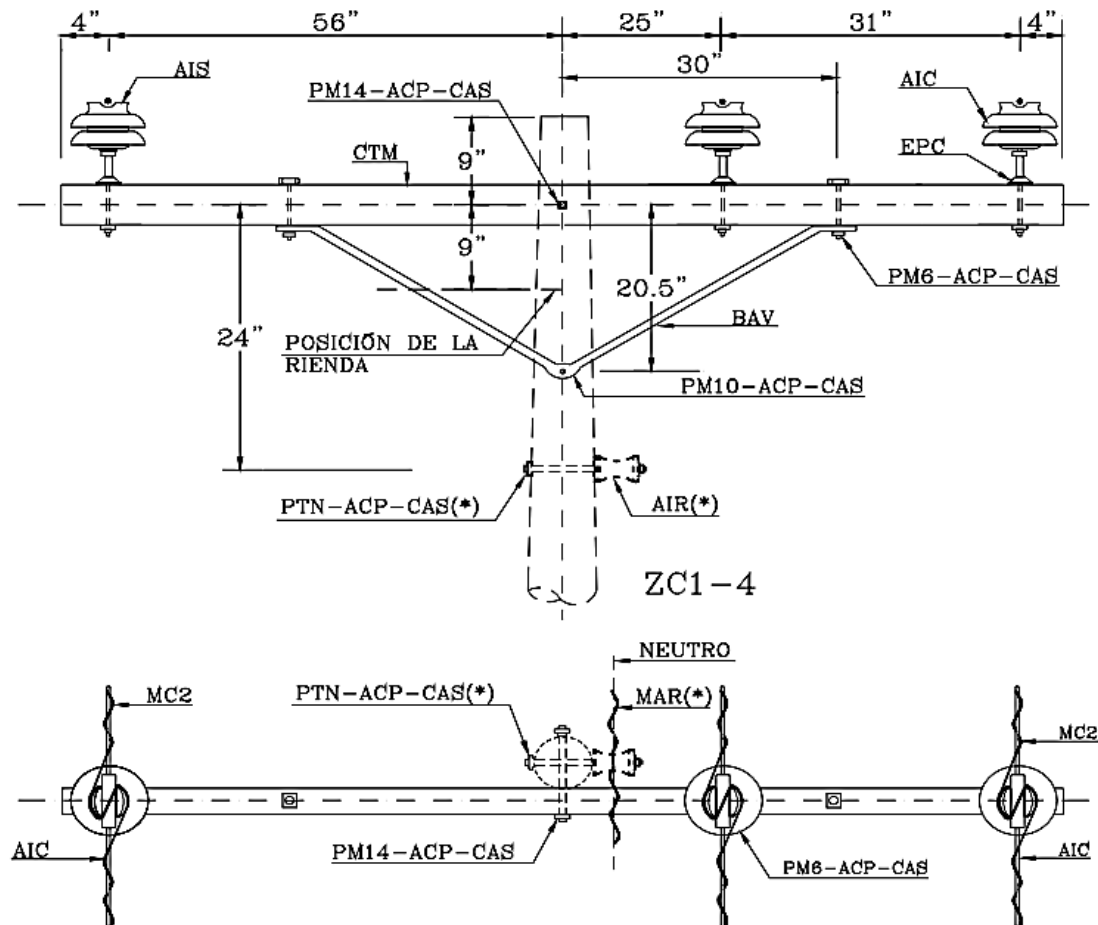


IND	CANT.	MATERIAL	ZC1	ZC1-1
ALI	MTS	ALAMBRE ALUMINIO DESNUDO BLANDO #4	6	-
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	7	7
AIC	PZA	AISSLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	3	3
AIR	PZA	AISSLADOR RODILLO A VIA A.3 KV ANSI 53-2	1	1
BAG	PZA	BALANCÍN METÁLICO PLANO 30"	2	2
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	6	6
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 3/4" x 8"	1	1
EPP	PZA	ESPIGA 24.9 KV PUNTA DE POSTE 20"	1	1
EPC	PZA	ESPIGA 24.9 KV P/CRUCETA DE MADERA	2	2
MC2	PZA	MALLA SIMPLE CIMA N°...S/REQ. KV	-	3
MAR	PZA	MALLA AMARRE RODILLO N°...S/REQ.	-	1
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN TOTAL N° ... S/REQ. FASE	3	-
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN TOTAL N° ... S/REQ. NEUTRO	1	-
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	2	2
PM10	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 10"	3	3
PM14	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 14"	1	1
PTN	PZA	PERNO TIPO NEUTRO 5/8" x 12"	1	1
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN	ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 30



## Anexo 3.z

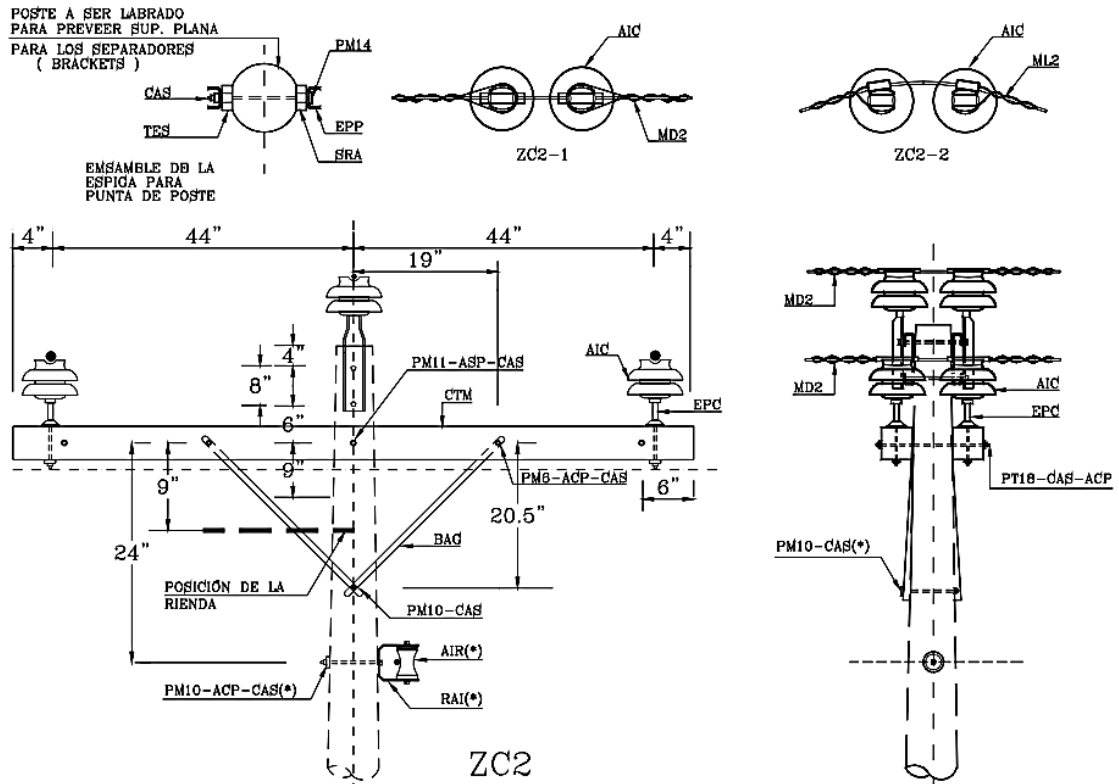
## PRIMARIA TRIFASICA DE PASO SIMPLE SEMICENTRADA



IND	CANT.	MATERIAL	ZC1-4	ZC1-5
ALI	MTS	ALAMBRE DE ALUMINIO DESNUDO BLANDO N° 4	6	-
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	5	5
AIC	PZA	AISSLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	3	3
AIR	PZA	AISSLADOR RODILLO 1 VIA 1.3 KV ANSI 53-2	1	1
BAV	PZA	BALANCÍN METÁLICO TIPO "V" 60"	1	1
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	4	4
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 3/4" x 10'	1	1
EPC	PZA	ESPIGA 24,9 KV P/CRUCETA DE MADERA	3	3
MC2	PZA	MALLA SIMPLE CIMA N° ..... S/REQ. 25 KV	-	3
MAR	PZA	MALLA AMARRE RODILLO N°.....S/REQ	-	1
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN TOTAL N° .....S/REQ FASE	3	-
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN TOTAL N° ..... S/REQ NEUTRO	1	-
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	2	2
PM10	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 10"	1	1
PM14	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 14"	1	1
PTN	PZA	PERNO TIPO NEUTRO 5/8" x 12"	1	1
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN	ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 32

## Anexo 3.ba

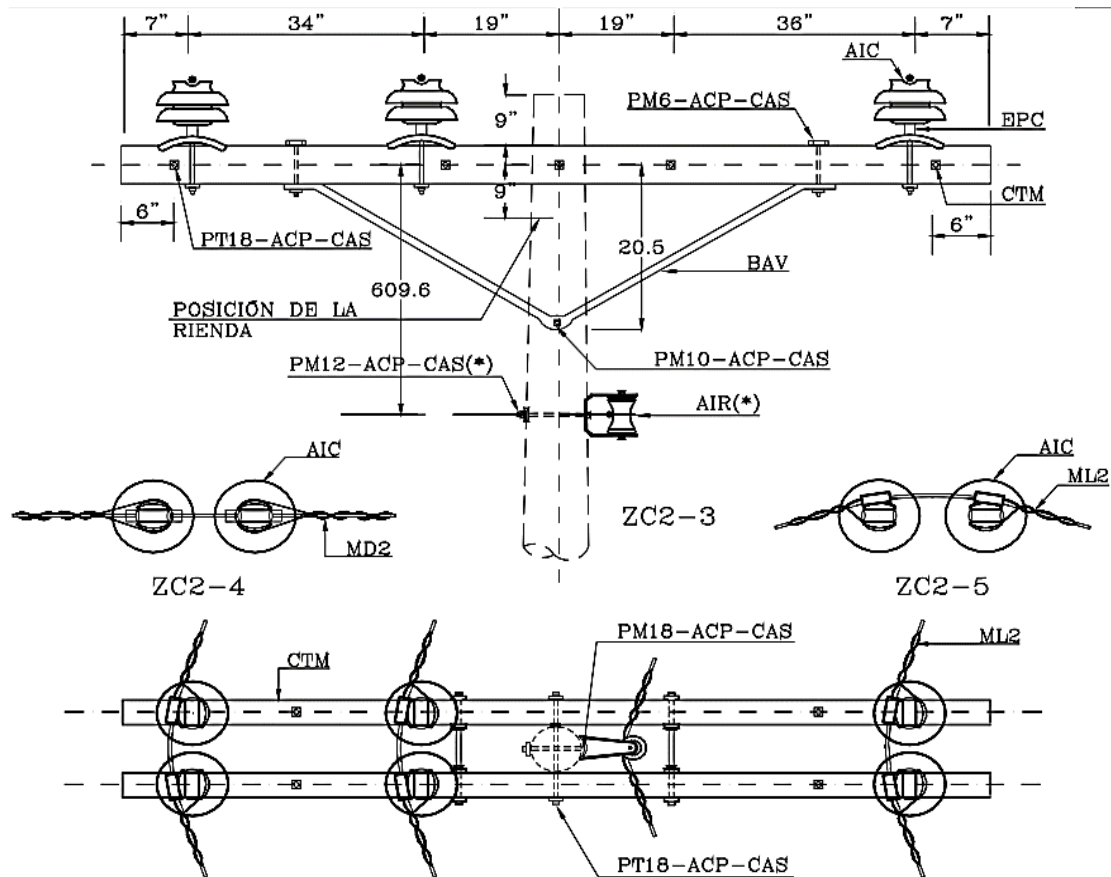
## PRIMARIA TRIFASICA DE PASO DOBLE



IND	CANT.	MATERIAL	ZC2	ZC2-1	ZC2-2
ALI	MTS	ALAMBRE ALUMINIO DESNUDO BLANDO N° 4	10.5	-	-
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/2" x 3/16" x 11/16"	15	15	15
AIC	PZA	AISLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	6	6	6
AIR	PZA	AISLADOR RODILLO 1 VIA 1.3 KV ANSI 53-2	1	1	1
BAG	PZA	BALANCÍN METÁLICO PLANO 30"	4	4	4
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	13	13	13
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 3/4" x 8'	2	2	2
EPC	PZA	ESPIGA 24.9 KV P/CRUCETA DE MADERA	4	4	4
EPP	PZA	ESPIGA 24.9 KV ESPIGA PUNTA DE POSTE	2	2	2
ML2	JGO	MALLA DOBLE LATERAL 25 KVN° ..... S/REQ.	-	-	3
MD2	JGO	MALLA DOBLE SIMPLE 25 KV N°.....S/REQ	-	3	-
MAR	PZA	MALLA AMARRE RODILLO N°.....S/REQ	-	1	1
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN N° .... S/REQ. FASE	3	-	-
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN N°...S/REQ NEUTRO	1	-	-
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	4	4	4
PM10	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 10"	2	2	2
PM14	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 14"	2	2	2
PM18	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8"X18"	1	1	1
PT18	PZA	PERNO TOTAL ROSCADO 5/8"X18"	2	2	2
RA1	PZA	RACK DE 1 VIA	1	1	1
SA1	PZA	SEPARADOR P/ESPIGA PUNTA DE POSTE	2	2	2
TES	PZA	TUBO ESPACIADOR	2	2	2
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN		ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 33

## Anexo 3.bb

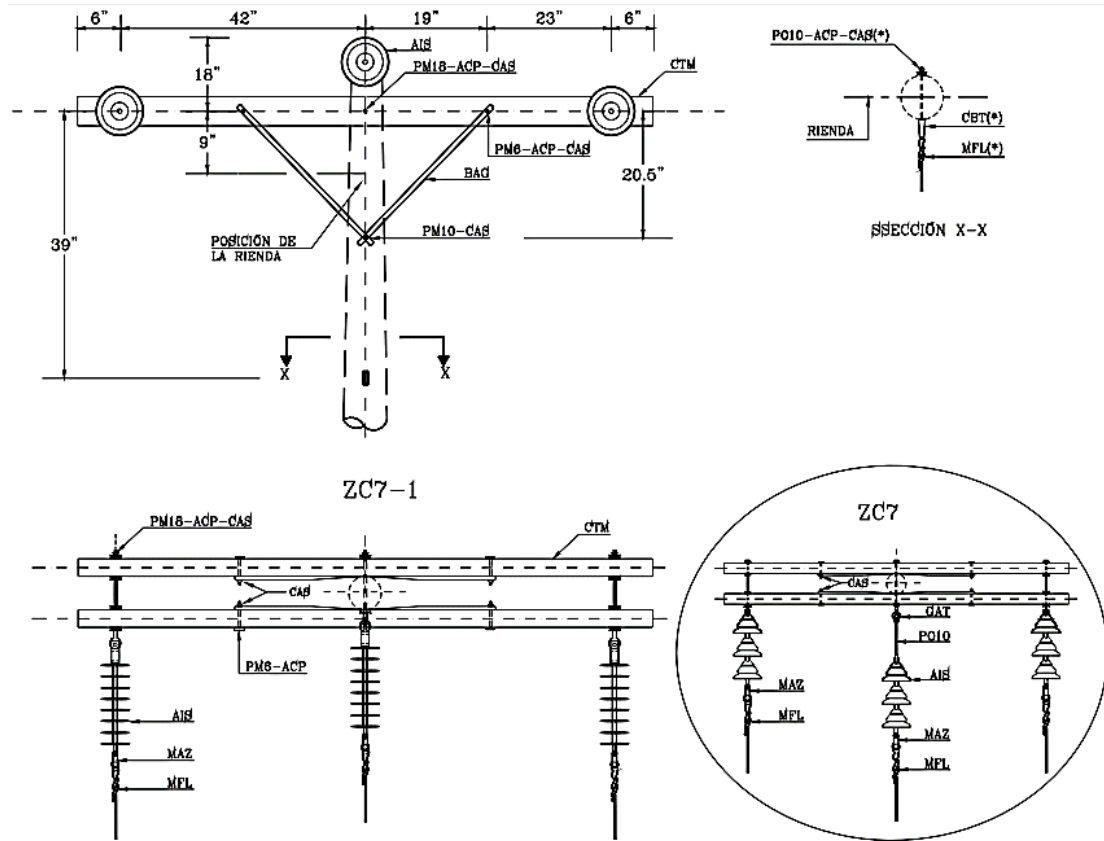
## PRIMARIA TRIFASICA DE PASO DOBLE SEMICENTRADA



IND	CANT.	MATERIAL	ZC2-3	ZC2-4	ZC2-5
ALI	MTS	ALAMBRE ALUMINIO DESNUDO BLANDO N° 4	10.5	-	-
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/2" x 3/16" x 11/16"	23	23	23
AIC	PZA	AISLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	6	6	6
AIR	PZA	AISLADOR RODILLO 1 VIA 1.3 KV ANSI 53-2	1	1	1
BAV	PZA	BALANCÍN METÁLICO TIPO "V" 60"	2	2	2
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	15	15	15
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 3/4" x 10'	2	2	2
EPG	PZA	ESPIGA 24.9 KV P/CRUCETA DE MADERA	6	6	6
ML2	JGO	MALLA DOBLE LATERAL 25 KV N° .... S/REQ.	-	-	3
MD2	JGO	MALLA DOBLE SIMPLE 25 KV N°.....S/REQ	-	3	-
MAR	PZA	MALLA AMARRE RODILLO N°...S/REQ	-	1	1
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN N° .... S/REQ. FASE	3	-	-
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN N°...S/REQ NEUTRO	1	-	-
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	4	4	4
PM10	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 10"	1	1	1
PM12	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 12"	1	1	1
PM18	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8"X18"	1	1	1
PT18	PZA	PERNO TOTAL ROSCADO 5/8"X18"	4	4	4
RA1	PZA	RACK DE 1 VIA	1	1	1
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN		ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 34

Anexo 3.bc

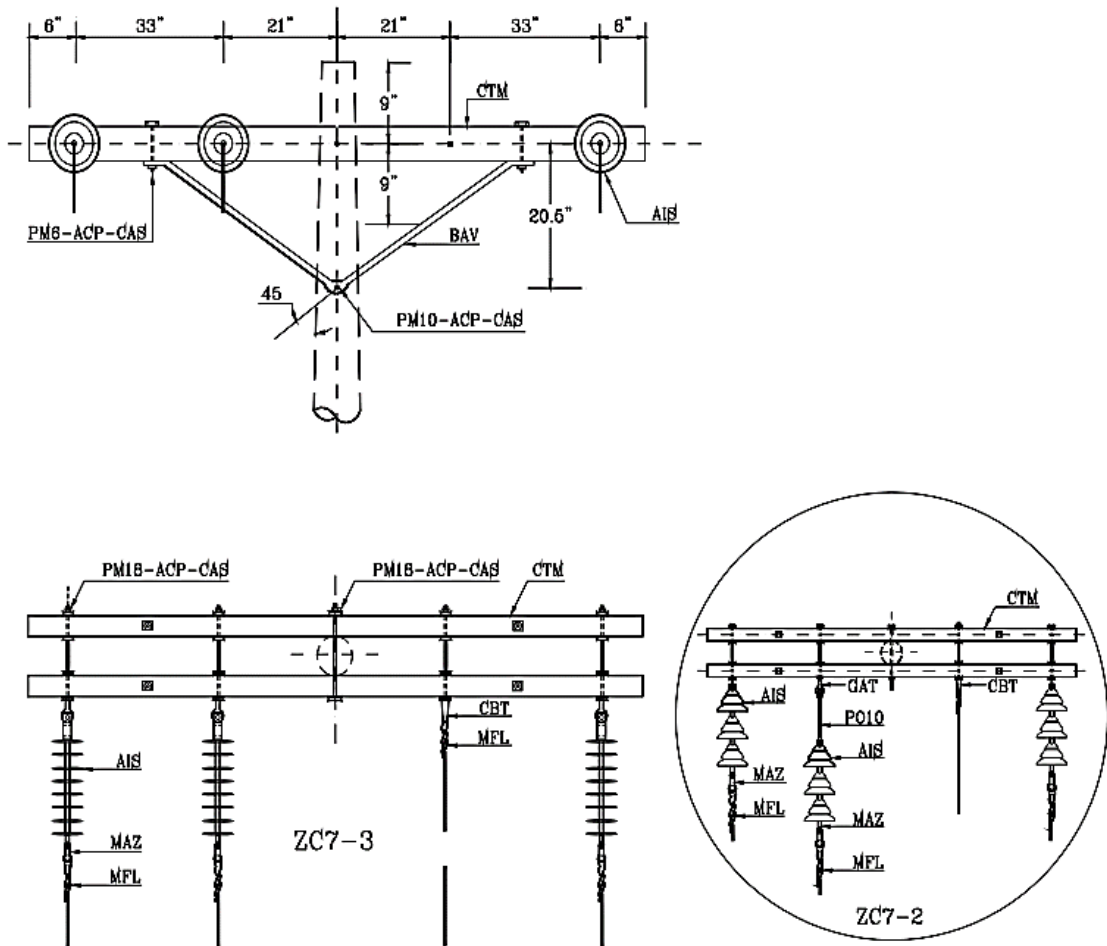
PRIMARIA TRIFASICA FIN DE LINEA



IND	CANT.	MATERIAL	ZC7	ZC7-1	
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	18	18	
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN POLIMÉRICO 35 KV	-	3	
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN 15 KV 10" ANSI 52-4	9	-	
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	10	10	
BAG	PZA	BALANCÍN METÁLICO PLANO 30"	4	4	
CBT	PZA	CORBATIN 5/8"	1	1	
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 3/4" x 10'	2	2	
GAT	PZA	GRILLETE DE TENSIÓN DE 5/8"	1	-	
MAZ	PZA	MANILLA ZAPATILLA	3	3	
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA FASE N°...S/REQ.	3	3	
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA NEUTRO N°...S/REQ.	1	1	
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	4	4	
PM10	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 10"	1	1	
PM18	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 18"	1	1	
PO10	PZA	PERNO DE OJO 5/8" x 10"	2	1	
PO12	PZA	PERNO DE OJO 5/8" X 12"	1	1	
PO18	PZA	PERNO DE OJO TOT. ROSC. 5/8" x 18"	2	2	
TA1	PZA	TUERCA DE OJO 5/8"	1	-	
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN		ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 37

## Anexo 3.bd

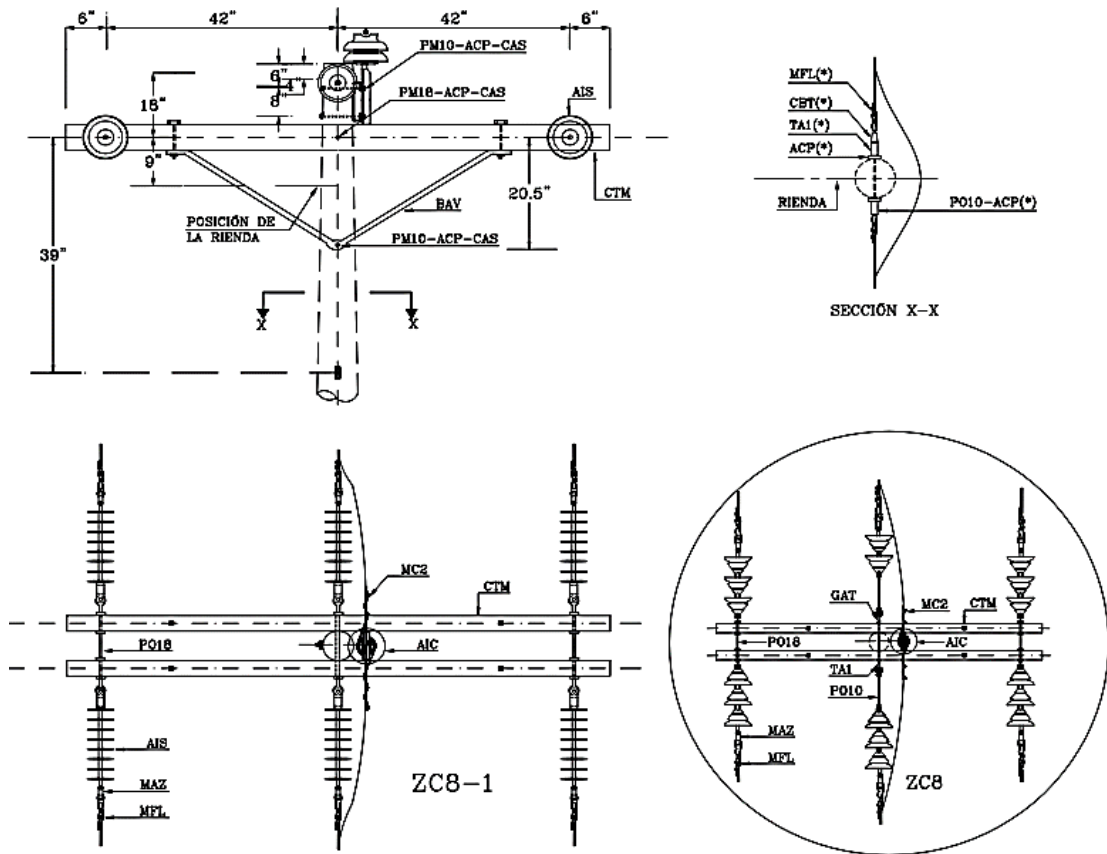
## PRIMARIA TRIFASICA FIN DE LINEA SEMICENTRADA



IND	CANT.	MATERIAL	ZC7-2	ZC7-3
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	22	22
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN POLIMÉRICO 35 KV	-	3
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN 15 KV 10" ANSI 52-4	9	-
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	10	10
BAV	PZA	BALANCÍN METÁLICO TIPO "V" 60"	2	2
CBT	PZA	CORBATIN 5/8"	1	1
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 3/4" x 10'	2	2
GAT	PZA	GRILLETE DE TENSIÓN DE 5/8"	1	-
MAZ	PZA	MANILLA ZAPATILLA	3	3
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA FASE N°....S/REQ.	3	3
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA NEUTRO N°....S/REQ.	1	1
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	4	4
PM10	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 10"	1	1
PM18	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 18"	1	1
PO10	PZA	PERNO DE OJO 5/8" x 10"	1	-
PO18	PZA	PERNO DE OJO TOT. ROSC. 5/8" x 18"	4	4
TA1	PZA	TUERCA DE OJO 5/8"	1	-
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN		ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3
				HOJA Nro. 38

## Anexo 3.be

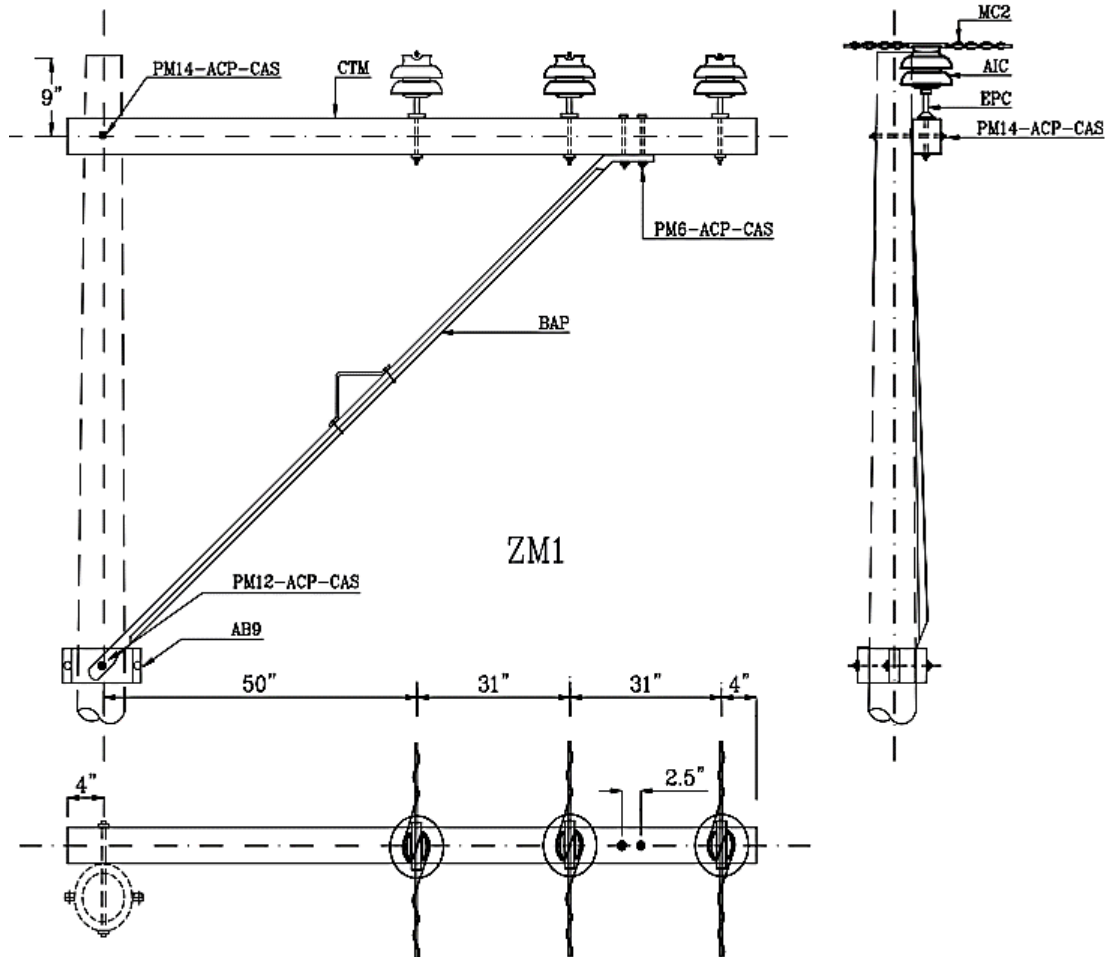
## PRIMARIA TRIFASICA DOBLE



IND	CANT.	MATERIAL	ZC8	ZC8-1
ALI	MTS	ALAMBRE DE ALUMINIO DESNUDO N° 4	-	1.5
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	20	20
AIC	PZA	AISLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	1	1
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN POLIMÉRICO 35 KV	-	6
AIS	PZA	AISLADOR SUSPENSIÓN 15 KV 10" ANSI 52-4	18	-
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	9	9
BAV	PZA	BALANCÍN METÁLICO TIPO "V" 60"	2	2
CBT	PZA	CORBATIN 5/8"	2	2
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 1/4" x 4 1/4" x 8'	2	2
EPP	PZA	ESPIGA 24.9 KV P/PUNTA DE POSTE	1	1
GAT	PZA	GRILLETE DE TENSIÓN DE 5/8"	-	2
MAZ	PZA	MANILLA ZAPATILLA	6	6
MC2	PZA	MALLA SIMPLE CIMA N°....S/REQ.	1	-
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA FASE N°....S/REQ.	6	6
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA NEUTRO N°....S/REQ.	2	2
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN TOTAL N°...S/REQ.	1	-
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	4	4
PM10	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 10"	3	3
PM18	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 18"	1	1
PO10	PZA	PERNO DE OJO 5/8" x 10"	1	3
PO12	PZA	PERNO DE OJO 5/8" x 12"	1	1
PO18	PZA	PERNO DE OJO TOTAL ROSCADO 5/8" x 18"	2	2
TA1	PZA	TUERCA DE OJO 5/8"	4	6
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN		ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3
				HOJA Nro. 39

## Anexo 3.bf

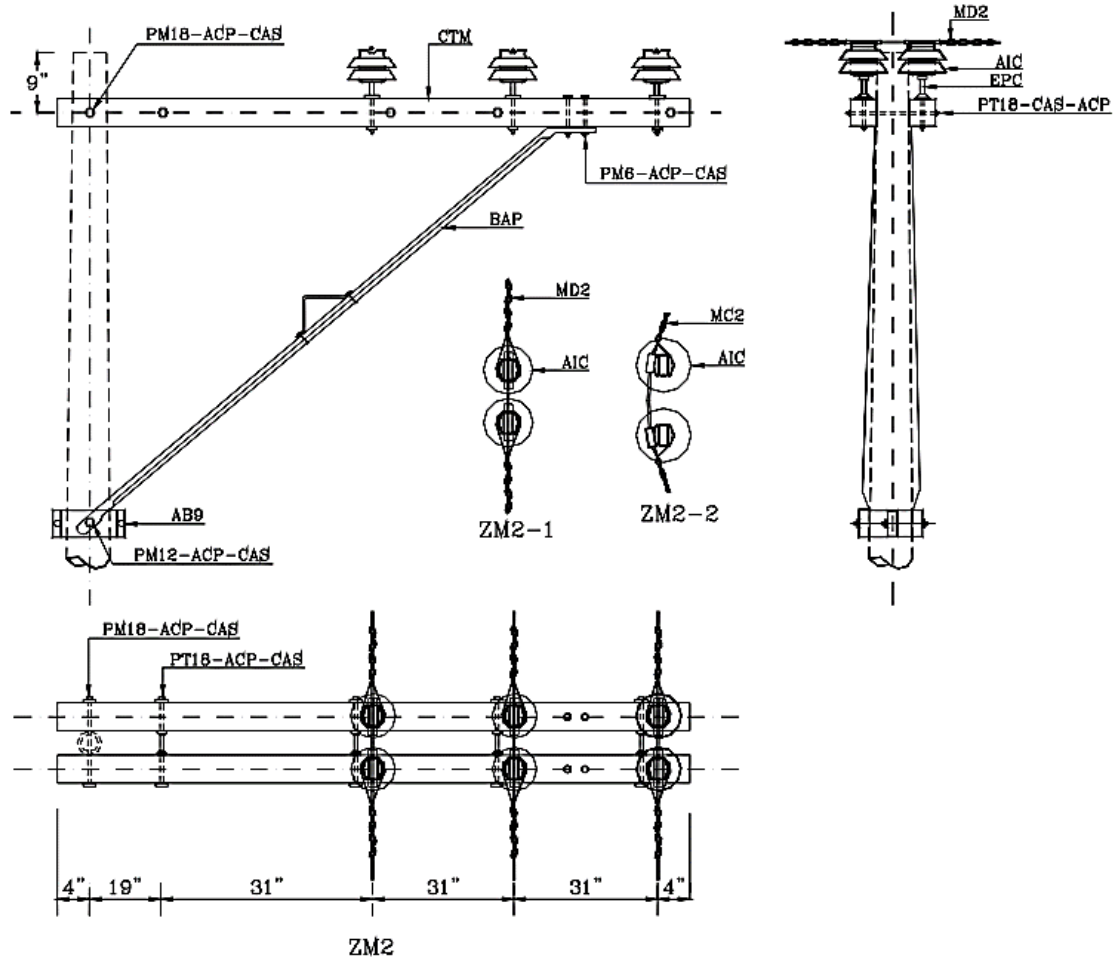
## PRIMARIA TRIFASICA BANDERA DE PASO SIMPLE



IND	CANT.	MATERIAL	ZM1	ZM1-1
ALI	MTS	ALAMBRE DE ALUMINIO DESNUDO BLANDO N° 4	4.5	-
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	5	5
AIC	PZA	AISLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	3	3
BAP	PZA	BALANCÍN METÁLICO PIE DE AMIGO 10'	1	1
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	4	4
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 3/4" X 10'	1	1
EPC	PZA	ESPIGA 24.9 KV P/CRUCETA DE MADERA	3	3
MC1	PZA	MALLA SIMPLE CIMA N° ..... S/REQ. 25 KV	-	3
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN TOTAL N° ...S/REQ	3	-
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	2	2
PM10	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 10"	1	1
PM14	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 14"	1	1
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN	ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 47

## Anexo 3.bg

## PRIMARIA TRIFASICA BANDERA DE PASO DOBLE

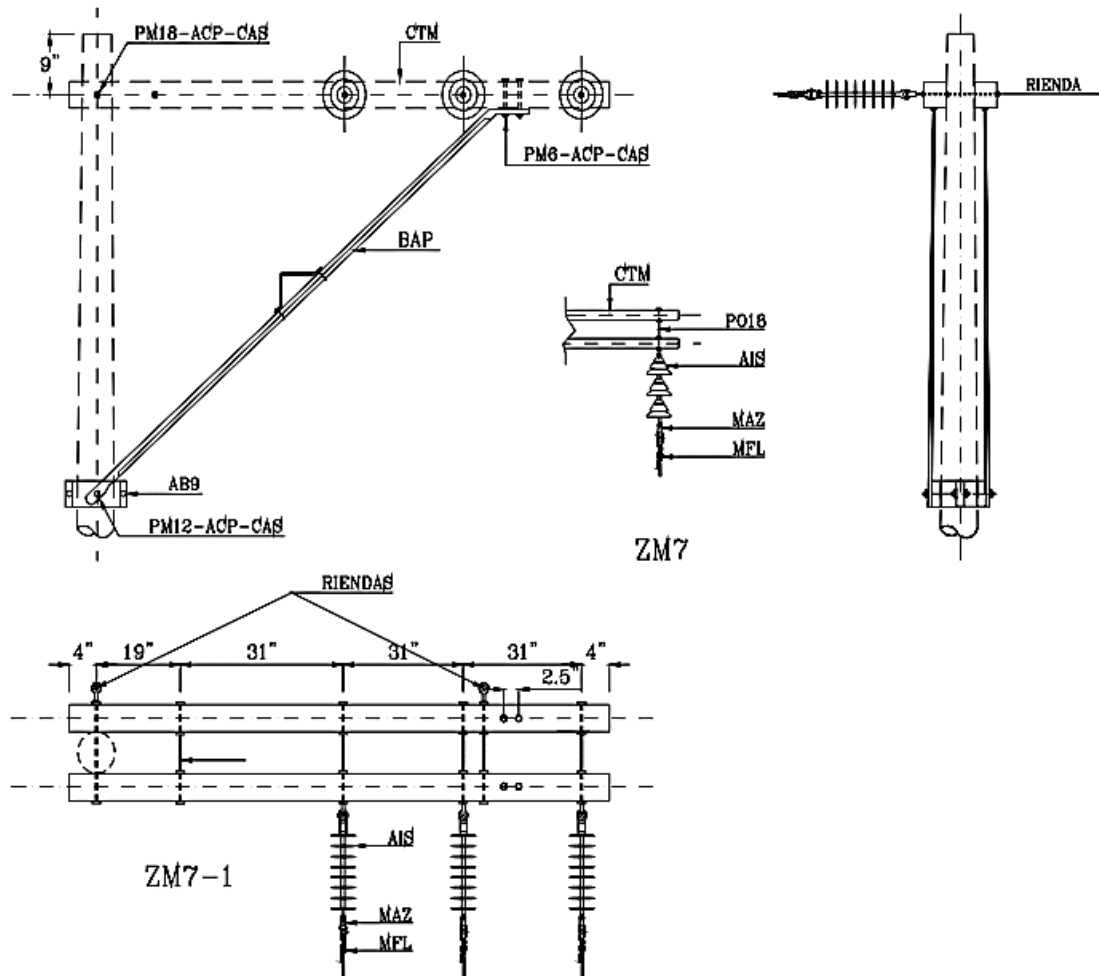


IND	CANT.	MATERIAL	ZM2	ZM2-1	ZM2-2
ALI	MTS	ALAMBRE ALUMINIO DESNUDO BLANDO N° 4	9	-	-
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	22	22	22
AIC	PZA	AISLADOR CAMPANA 35 KV ANSI 56-3	6	6	6
BAP	PZA	BALANCÍN METÁLICO PIE DE AMIGO 10'	2	2	2
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	14	14	14
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 1/4" x 10'	2	2	2
EPC	PZA	ESPIGA 24.9 KV P/CRUCETA DE MADERA	6	6	6
MD2	JGO	MALLA DOBLE SIMPLE 25 KV N° .... S/REQ.	-	3	-
ML2	JGO	MALLA DOBLE LATERAL 25 KV N° .... S/REQ	-	-	3
MPT	PZA	MALLA PROTECCIÓN TOTAL N° .... S/REQ. FASE	3	-	-
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	4	4	4
PM12	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 12"	1	1	1
PM18	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" X 18"	1	1	1
PT18	PZA	PERNO TOTAL ROSCADO 5/8" X 18"	4	4	4
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN		ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 49



## Anexo 3.bh

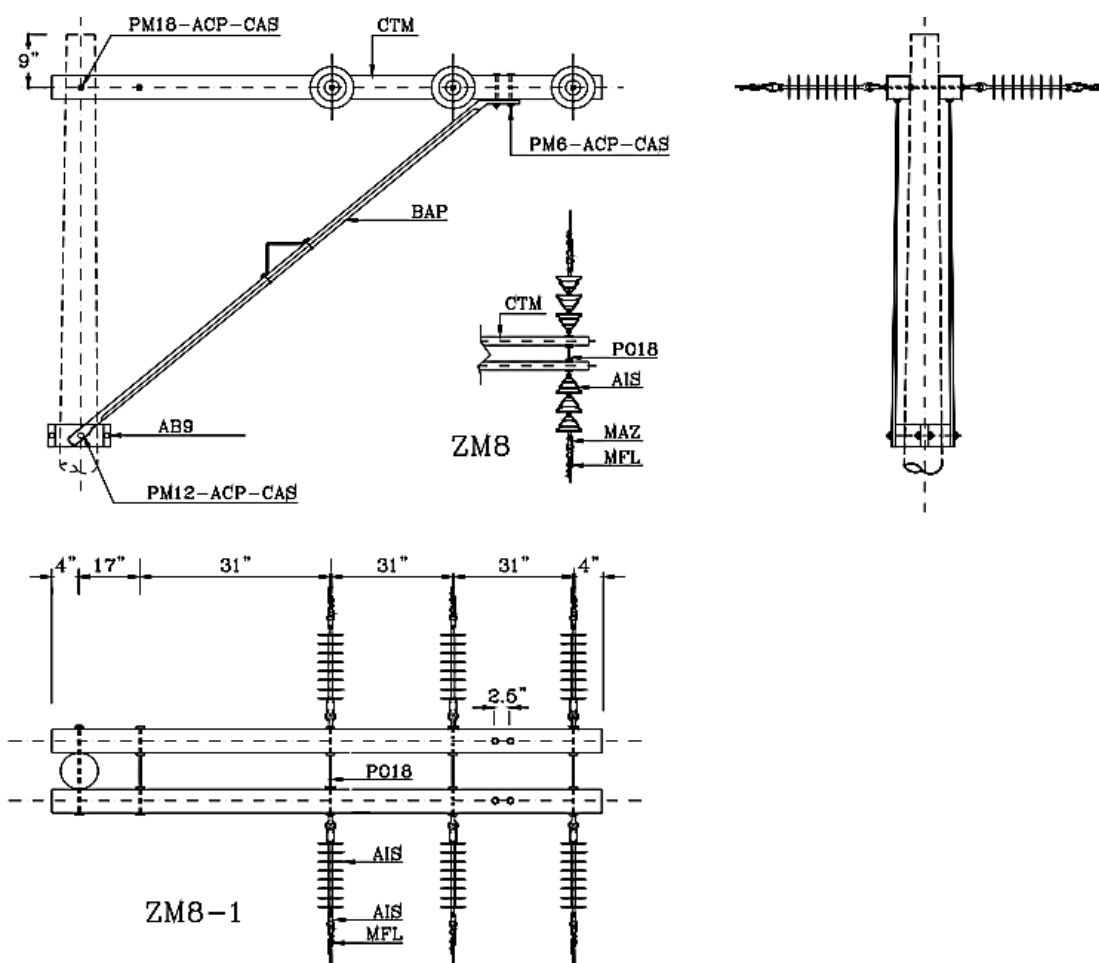
## PRIMARIA TRIFASICA BANDERA FIN DE LINEA



## Anexo 3.bi

IND	CANT.	MATERIAL	ZM7	ZM7-1
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	26	26
AIS	PZA	AISLADOR DE SUSPENSIÓN POLIMÉRICO 35 KV	-	3
AIS	PZA	AISLADOR DE SUSPENSIÓN 15 KV 10" ANSI 52-4	9	-
BAP	PZA	BALANCÍN METÁLICO PIE DE AMIGO 10"	2	2
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	12	12
CBT	PZA	CORBATIN DE 5/8"	2	2
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 3/4" X 10'	2	2
MAZ	PZA	MANILLA ZAPATILLA	3	3
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA N° ..... S/REQ. 25 KV	3	3
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	4	4
PM12	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 12"	1	1
PO18	PZA	PERNO DE OJO TOTAL ROSCADO 5/8" x 18"	5	5
PT18	PZA	PERNO TOTAL ROSCADO 5/8" x 18"	1	1
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN	ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 51

### PRIMARIA TRIFASICA BANDERA DE RETENCION DOBLE



IND	CANT.	MATERIAL	ZM8	ZM8-1
ACP	PZA	ARANDELA CUAD. PLANA 2 1/4" x 3/16" x 11/16"	22	22
AIS	PZA	AISLADOR DE SUSPENSIÓN POLIMÉRICO 35 KV	-	6
AIS	PZA	AISLADOR DE SUSPENSIÓN 15 KV 10" ANSI 52-4	18	-
BAP	PZA	BALANCÍN METALICO PIE DE AMIGO 10'	2	2
CAS	PZA	CONTRATUERCA SEGURIDAD 5/8"	8	8
CTM	PZA	CRUCETA ALMENDRILLO 3 3/4" x 4 1/4" X 10'	2	2
MAZ	PZA	MANILLA ZAPATILLA	6	6
MFL	PZA	MALLA FIN DE LÍNEA FASE N° ..... S/REQ.	6	6
PM6	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 6"	4	4
PM12	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 12"	1	1
PM18	PZA	PERNO TIPO MAQUINA 5/8" x 18"	1	1
PO18	PZA	PERNO DE OJO TOTAL ROSCADO 5/8" x 18"	3	3
PT18	PZA	PERNO TOTAL ROSCADO 5/8" x 18"	1	1
TA1	PZA	TUERCA DE OJO 5/8" X 18"	3	3
S - G DE REDES NORMALIZACIÓN	ELAB. REV.	VERIF. APROB.	18/11/2004 Rev. No. 3	HOJA Nro. 53

## ANEXO 4

En el siguiente anexo se muestra un resumen del Historial de Carga correspondiente al mes de Octubre y Agosto del 2014, con lecturas tomadas cada 15 minutos proporcionados por la Cnel-EP Unidad de Negocios Guayaquil, los cuales nos ayudaron para tener los valores de máxima y mínima carga.

En las siguientes tablas se muestra el historial de carga de los alimentadores de la subestación Bien Público la cual se manipulo los datos para tener los valores máximos de cada día durante el mes correspondiente.

DIA	P(KW)	Q (KVAR)	S(KVA)	FP ACTUAL	Vln a	Vln b	Vln c	Ia	Ib	Ic
1	2051,2	599,9	2134,1	0,961	114,7	115,5	115,2	102,6	96,5	77,0
2	2039,0	600,7	2122,5	0,961	114,6	115,5	115,2	101,4	94,0	77,8
3	2036,9	565,2	2112,9	0,964	114,4	115,2	114,9	103,0	94,6	77,2
4	1204,8	445,0	1284,3	0,938	114,6	115,4	115,2	57,4	59,9	46,1
5	1565,5	679,5	1706,7	0,917	114,6	115,5	115,2	78,8	80,5	61,7
6	1999,5	592,9	2083,0	0,960	114,7	115,6	115,4	103,7	93,1	77,8
7	2056,5	616,6	2143,2	0,960	114,5	115,2	115,0	100,8	96,2	78,6
8	1970,6	589,5	2053,2	0,960	114,5	115,3	115,0	98,2	92,9	74,6
9	5810,7	1765,0	6072,9	0,957	114,5	115,2	115,1	277,6	264,1	243,5
10	935,0	430,3	1018,7	0,918	114,6	115,4	115,1	46,6	49,2	38,0
11	876,6	406,9	962,4	0,911	114,9	115,7	115,4	40,7	49,0	33,2
12	866,1	409,6	955,6	0,906	114,9	115,7	115,8	42,1	46,9	33,7
13	2076,8	618,2	2166,9	0,958	114,5	115,3	115,3	105,8	95,4	80,3
14	2165,3	650,2	2249,9	0,962	114,3	115,2	115,3	107,6	101,9	79,7
15	2064,7	664,3	2150,8	0,960	114,3	115,2	115,3	103,4	96,7	75,9
16	1847,3	578,9	1935,9	0,954	113,9	114,7	114,8	94,0	85,8	67,3
17	2004,4	583,4	2081,8	0,963	114,1	115,0	115,0	100,4	93,9	77,6
18	1322,8	451,7	1387,2	0,954	114,1	114,9	115,0	65,5	69,0	49,2
19	941,8	432,4	1036,3	0,909	113,7	114,5	114,4	46,2	49,9	36,6
20	2091,0	661,4	2191,7	0,954	114,0	114,8	114,8	105,4	95,3	80,3
21	2149,5	663,6	2241,6	0,959	113,4	114,1	114,2	106,3	99,8	81,7
22	1934,5	670,4	2045,4	0,946	113,8	114,8	114,9	98,6	91,8	71,6
23	1898,8	622,0	1996,9	0,951	114,3	115,2	115,2	96,2	88,6	71,2
24	1821,6	592,9	1914,9	0,951	114,3	115,1	115,2	93,7	83,4	68,0
25	1155,0	491,3	1249,4	0,924	115,6	116,2	116,3	55,3	59,3	44,8
26	832,3	405,3	913,6	0,911	115,5	116,3	116,0	40,3	44,3	34,2
27	2044,0	626,0	2131,3	0,959	114,5	115,4	115,2	104,2	92,2	78,7

28	2013,2	579,4	2094,2	0,961	114,5	115,4	115,2	98,3	94,8	77,1
29	1955,0	593,5	2043,2	0,957	113,8	114,8	115,6	97,6	92,2	74,1
30	1856,1	598,6	1948,1	0,953	114,2	115,1	115,9	91,4	88,0	70,2
31	1630,3	563,6	1719,3	0,948	114,2	115,2	115,9	85,5	74,7	61,0

**Tabla 77: Historial carga (máxima demanda) – Alimentador José Mascote mes Octubre.**

DÍA	P(KW)	Q(MVAR)	S(KVA)	FP ACTUAL	Vln a	Vln b	Vln c	la	lb	lc
1	979,1	433,3	1070,7	0,914	114,7	115,4	115,2	44,7	28,0	65,8
2	964,2	429,4	1051,7	0,917	114,6	115,5	115,2	44,5	26,6	65,3
3	957,8	408,7	1033,5	0,927	114,5	115,2	114,9	44,6	28,8	61,5
4	788,5	355,0	854,7	0,923	114,7	115,4	115,1	34,2	23,6	51,8
5	2370,7	740,5	2483,7	0,955	114,6	115,5	115,2	96,9	94,5	125,8
6	934,6	403,0	1016,5	0,919	114,8	115,6	115,4	43,8	26,3	64,6
7	959,6	424,9	1048,1	0,916	114,5	115,2	114,9	44,0	28,0	64,4
8	984,1	424,5	1068,3	0,921	114,5	115,2	115,0	48,2	27,3	66,8
9	968,4	446,0	1052,4	0,920	114,7	115,4	115,2	47,6	28,0	64,9
10	846,2	360,6	919,9	0,920	114,6	115,3	115,1	38,0	25,3	53,9
11	778,5	348,1	852,8	0,913	115,0	115,7	115,5	34,5	23,5	50,4
12	752,6	345,7	828,2	0,909	114,8	115,6	115,7	36,0	25,0	45,8
13	967,2	443,3	1046,6	0,924	114,6	115,3	115,3	45,7	27,0	65,1
14	1022,7	436,4	1111,6	0,920	114,4	115,2	115,3	47,6	27,4	68,2
15	1009,3	457,4	1108,1	0,911	114,3	115,1	115,2	47,6	29,1	66,9
16	933,5	432,5	1028,9	0,907	114,2	114,8	114,8	44,6	26,5	64,4
17	944,4	411,4	1020,1	0,926	114,1	115,0	115,0	45,2	25,4	64,6
18	877,0	379,1	949,8	0,923	114,1	114,9	114,9	38,9	26,2	57,5
19	845,7	358,2	918,4	0,921	113,8	114,6	114,5	38,6	26,2	52,8
20	1017,5	444,2	1107,9	0,918	114,0	114,8	114,8	49,3	29,2	65,8
21	1028,1	420,3	1108,1	0,928	113,4	114,1	114,2	46,0	28,4	68,9
22	949,8	431,8	1040,3	0,913	113,7	114,7	114,8	44,3	27,0	61,3
23	939,3	427,1	1031,8	0,910	114,3	115,2	115,2	44,9	26,1	61,8
24	909,0	411,4	993,7	0,915	114,3	115,1	115,1	44,3	24,8	57,5
25	822,1	382,7	905,6	0,908	115,9	116,5	116,6	39,5	23,9	51,7
26	715,8	336,1	776,9	0,921	115,6	116,2	116,0	33,8	22,5	44,0
27	990,1	462,5	1092,8	0,906	114,5	115,4	115,2	45,6	28,4	67,1
28	978,1	428,8	1067,1	0,917	114,6	115,4	115,2	46,2	26,9	69,2
29	952,8	400,3	1028,2	0,927	114,0	114,9	115,7	43,1	27,4	66,1
30	922,4	102,9	928,2	0,994	114,3	115,1	115,9	44,1	26,4	60,3

31	950,8	136,0	960,6	0,990	114,2	115,2	115,9	45,1	28,0	61,0
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

**Tabla 78: Historial carga (máxima demanda) – Alimentador Quisquis mes Octubre.**

DÍA	P(KW)	Q(KVAR)	S(KVA)	FP ACTUAL	Vln a	Vln b	Vln c	Ia	Ib	Ic
1	1945,9	589,1	2020,6	0,963	114,0	114,9	116,1	97,5	92,3	72,5
2	1119,3	451,4	1206,1	0,928	114,1	115,0	116,1	54,9	58,2	41,7
3	903,8	404,3	985,4	0,917	114,6	115,4	116,3	43,1	47,9	34,8
4	1809,7	607,8	1905,5	0,950	114,1	114,9	116,0	91,8	81,3	69,9
5	2023,9	615,5	2110,9	0,959	114,1	114,9	115,8	100,1	96,1	76,0
6	2212,7	634,7	2288,9	0,967	114,3	115,0	116,0	111,5	108,7	85,6
7	2167,4	616,5	2241,9	0,967	114,0	115,0	116,2	111,8	101,3	82,5
8	1900,5	630,1	1991,8	0,954	114,0	114,6	115,7	97,4	89,0	70,2
9	1124,8	486,1	1224,3	0,919	113,7	114,4	115,6	57,4	56,7	42,0
10	882,7	415,4	972,1	0,908	113,9	114,7	115,8	42,7	48,4	33,5
11	2682,6	691,9	2770,5	0,968	114,0	114,9	115,9	135,4	106,3	111,4
12	1944,6	585,0	2030,3	0,958	113,9	114,6	115,5	99,8	91,9	72,7
13	1885,3	605,6	1975,2	0,955	114,3	115,1	115,2	97,2	88,5	68,7
14	1873,1	594,9	1965,3	0,953	113,6	114,4	114,5	97,4	86,8	71,4
15	1948,5	618,1	2031,9	0,959	114,1	114,8	115,0	101,4	92,5	72,5
16	1188,5	456,4	1266,3	0,939	114,4	115,1	115,2	58,9	58,4	45,1
17	847,8	399,2	934,2	0,907	114,0	114,9	115,1	40,7	45,4	32,5
18	1841,0	597,0	1928,6	0,955	114,0	114,8	115,0	95,3	84,3	71,4
19	1936,7	586,1	2023,5	0,957	114,4	115,1	115,2	99,1	90,0	71,8
20	1897,2	590,1	1983,5	0,956	114,4	115,1	115,3	97,8	90,6	70,7
21	1990,8	617,7	2068,8	0,962	114,4	115,1	115,2	101,5	95,8	75,6
22	1941,6	589,5	2023,7	0,959	114,4	115,1	115,2	97,4	91,0	75,7
23	1075,9	458,7	1169,6	0,920	114,1	114,8	114,9	48,6	57,1	42,6
24	827,9	368,2	903,2	0,917	114,0	114,8	115,1	38,9	45,2	31,8
25	1956,0	608,0	2045,0	0,956	114,3	115,0	115,1	99,3	89,8	75,1
26	2062,8	618,9	2149,1	0,960	114,5	115,3	115,4	103,8	98,6	77,0
27	2006,1	612,9	2096,2	0,957	114,3	115,1	115,4	99,7	96,0	74,7
28	2004,0	622,0	2096,1	0,956	114,2	115,1	115,2	101,7	94,5	74,5
29	1837,9	576,6	1916,6	0,959	114,4	115,4	115,4	92,4	84,6	70,9
30	1108,7	436,1	1190,2	0,932	114,6	115,4	115,2	50,5	57,5	43,6
31	874,7	403,1	960,4	0,911	114,7	115,6	115,4	42,1	46,3	33,7

**Tabla 79: Historial carga (mínima demanda) – Alimentador José Mascote mes Agosto.**

DIA	P(KW)	Q(KVAR)	S(KVA)	FP ACTUAL	Vln a	Vln b	Vln c	Ia	Ib	Ic
1	924,4	98,1	927,5	0,997	114,0	114,9	116,1	50,2	25,9	55,1
2	842,1	60,5	844,2	0,997	114,1	115,0	116,1	43,5	26,8	48,7
3	737,3	16,6	737,4	1,000	114,6	115,4	116,4	40,3	22,9	42,9
4	844,9	66,3	847,6	0,997	114,1	114,9	116,0	46,4	24,3	50,4
5	959,4	107,6	965,0	0,994	114,1	114,9	115,8	50,5	26,3	58,7
6	1058,0	144,3	1063,4	0,995	114,4	115,0	116,0	54,4	29,6	65,1
7	1090,1	122,4	1097,0	0,994	114,0	114,9	116,1	54,1	30,7	63,7
8	947,9	116,2	955,0	0,993	114,0	114,6	115,7	51,2	26,3	55,2
9	756,3	46,6	757,4	0,999	113,8	114,5	115,6	40,5	25,5	45,8
10	739,3	39,3	740,4	0,999	114,0	114,7	115,9	40,1	23,7	42,7
11	922,4	93,7	926,2	0,996	114,0	114,9	115,9	48,9	27,6	55,4
12	926,4	392,1	1003,7	0,923	113,9	114,6	115,4	46,3	27,0	58,8
13	934,4	405,1	1017,7	0,918	114,4	115,1	115,2	47,2	26,6	62,3
14	948,9	413,1	1032,4	0,919	113,6	114,4	114,5	47,6	27,3	61,6
15	944,5	413,1	1015,0	0,931	114,1	114,7	114,9	47,9	27,2	62,4
16	856,6	362,2	930,0	0,921	114,3	115,0	115,1	43,2	25,9	50,0
17	723,9	328,7	794,5	0,911	114,1	114,9	115,0	38,5	24,2	39,1
18	921,8	426,4	1005,3	0,917	114,1	114,9	115,0	49,6	25,9	60,7
19	941,2	394,3	1017,9	0,925	114,4	115,1	115,2	48,3	26,5	61,6
20	966,2	403,6	1044,9	0,925	114,4	115,1	115,2	47,6	25,1	63,9
21	988,4	420,0	1064,3	0,929	114,4	115,1	115,1	51,7	26,3	66,3
22	955,8	391,4	1027,5	0,930	114,3	115,0	115,1	48,4	26,6	63,9
23	756,5	342,0	827,8	0,914	114,1	114,8	114,9	39,1	24,2	47,6
24	710,6	319,1	777,2	0,914	114,0	114,8	115,0	37,3	24,1	38,6
25	963,4	428,7	1052,3	0,916	114,3	115,0	115,1	50,6	25,9	63,7
26	1002,8	427,7	1090,3	0,920	114,5	115,3	115,3	47,5	27,3	67,5
27	987,4	421,5	1062,4	0,929	114,3	115,1	115,3	48,8	26,2	66,6
28	1022,3	409,7	1100,4	0,929	114,2	115,1	115,1	48,2	27,5	66,1
29	931,2	400,0	1004,9	0,927	114,5	115,3	115,3	46,8	24,2	60,3
30	803,4	344,9	873,3	0,920	114,6	115,4	115,2	40,4	24,4	49,0
31	751,1	329,6	817,2	0,919	114,7	115,6	115,4	38,2	23,7	43,3

**Tabla 80: Historial carga (mínima demanda) – Alimentador Quisquis mes Agosto.**

## ANEXO 5

El diseño de sistemas de distribución para 22 kV y 36kV implica realizar una inversión para reemplazar algunos elementos que no podrían utilizarse a estos nuevos niveles de voltaje. A continuación se presentan tablas detallando cada uno de los costos por unidad de los elementos a reemplazar.

ELEMENTO	UNIDA D	CANTIDA D	P. UNITARIO	P. TOTAL
<b>ELEMENTOS DE PROTECCION ELECTRICA</b>				
Pararrayo polimérico 18 KV	c/u	289	\$ 68,32	\$ 19.744,48
Seccionador fusible unipolar tipo abierto 27 KV-100 A	c/u	115	\$ 95,48	\$ 10.980,20
Seccionador tipo barra para Bypass 27 KV-600 A	c/u	4	\$ 375,22	\$ 1.500,88
<b>ELEMENTO DE COMPENSACION DE POTENCIA</b>				
Banco de capacitores 3x300 KVAR	c/u	1	\$ 12.965,00	\$ 12.965,00
Banco de capacitores 3x200 KVAR	c/u	3	\$ 8.791,00	\$ 26.373,00
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION AUTOPROTEGIDOS</b>				
Transformador 25 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	7	\$ 2.273,49	\$ 15.914,43
Transformador 37.5 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	3	\$ 2.987,61	\$ 8.962,83
Transformador 50 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	28	\$ 3.308,28	\$ 92.631,84
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION CONVENCIONALES</b>				
				\$ 0,00
Transformador 10 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	10	\$ 1.465,00	\$ 14.650,00
Transformador 15 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	8	\$ 1.882,32	\$ 15.058,56
Transformador 25 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	15	\$ 2.149,20	\$ 32.238,00
Transformador 37,5 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	7	\$ 2.805,32	\$ 19.637,24
Transformador 50 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	42	\$ 2.906,50	\$ 122.073,00
Transformador 75 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	22	\$ 5.143,03	\$ 113.146,66
Transformador 100 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	11	\$ 5.965,39	\$ 65.619,29
Transformador 167 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	9	\$ 8.690,15	\$ 78.211,35
Transformador 333 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	c/u	1	\$ 15.378,35	\$ 15.378,35
<b>TRANSFORMADORES TRIFASICOS CONVENCIONALES</b>				
				\$ 0,00
Transformador trifásico convencional 75 kVA, 22000 - 220 / 127 V	c/u	2	\$ 4.818,11	\$ 9.636,22

Transformador trifásico convencional 100 kVA, 22000 - 220 / 127 V	c/u	3	\$ 5.955,14	\$ 17.865,42
Transformador trifásico convencional 150 kVA, 22000 - 220 / 127 V	c/u	1	\$ 7.243,02	\$ 7.243,02
<b>TRANSFORMADORES PADMOUNTED</b>				\$ 0,00
Transformador monofásico Padmounted 50 kVA 12700 -240/120V Malla	c/u	2	\$ 4.819,09	\$ 9.638,18
Transformador monofásico Padmounted 75 kVA 12700 -240/120V Malla	c/u	1	\$ 6.302,20	\$ 6.302,20
Transformador monofásico Padmounted 100 kVA 12700 -240/120V Malla	c/u	3	\$ 8.213,93	\$ 24.641,79
Transformador trifásico Padmounted 15 kVA 12700 -240/120V Malla	c/u	1	\$ 2.662,47	\$ 2.662,47
Transformador trifásico Padmounted 75 kVA 12700 -240/120V Malla	c/u	1	\$ 6.844,66	\$ 6.844,66
Transformador trifásico Padmounted 112,5 kVA 12700 -240/120V Malla	c/u	1	\$ 9.006,66	\$ 9.006,66
Transformador trifásico Padmounted 150 kVA 12700 -240/120V Malla	c/u	1	\$ 10.160,14	\$ 10.160,14
<b>AISLADORES Y POSTES</b>				\$ 0,00
Aislador (espiga) pin, porcelana, 25 KV, ANSI 56-1	c/u	305	\$ 13,61	\$ 4.151,05
Aislador de suspensión, caucho siliconado, 25 KV, ANSI DS-28	c/u	264	\$ 13,43	\$ 3.545,52
<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA</b>				\$ 0,00
Transformador trifásico 8/10/12 MVA, 69kV/22kv -19.91 kV; Dyn5	c/u	1	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00
<b>ELEMENTOS DE SUBESTACION</b>				\$ 0,00
Seccionador tripolar principal, 22kV, 1200 A	c/u	1	\$ 10.274,12	\$ 10.274,12
Seccionador tripolar interconexión, 22 kV, 600 A	c/u	4	\$ 9.338,46	\$ 37.353,84
Cuchillas de mantenimiento, monopolares, 22 kV, 600 A	c/u	24	\$ 1.086,65	\$ 26.079,60
Reconectores 22 kV 560 A	c/u	2	\$ 28.172,90	\$ 56.345,80
<b>TOTAL</b>				\$ 1.192.271,99

**Tabla 81: Precios unitarios de los elementos a reemplazar para el nivel de 22 kV.**

ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
<b>ELEMENTOS DE PROTECCION ELECTRICA</b>				
Pararrayo polimérico 30 KV	c/u	289	\$ 75,09	\$ 21.701,01
Seccionador fusible unipolar tipo abierto 35 KV-100 A	c/u	115	\$ 121,53	\$ 13.975,95
Seccionador tipo barra para Bypass 35 KV-600 A	c/u	4	\$ 525,30	\$ 2.101,20
<b>ELEMENTO DE COMPENSACION DE POTENCIA</b>				
Banco de capacitores 3x300 KVAR	c/u	1	\$ 13.290,00	\$ 13.290,00
Banco de capacitores 3x200 KVAR	c/u	3	\$ 9.091,00	\$ 27.273,00



<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION AUTOPROTEGIDOS</b>				
Transformador 25 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	7	\$ 2.613,95	\$ 18.297,65
Transformador 37.5 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	3	\$ 3.464,90	\$ 10.394,70
Transformador 50 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	28	\$ 3.870,36	\$ 108.370,08
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION CONVENCIONALES</b>				
Transformador 10 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	10	\$ 1.699,40	\$ 16.994,00
Transformador 15 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	8	\$ 2.220,76	\$ 17.766,08
Transformador 25 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	15	\$ 2.471,35	\$ 37.070,25
Transformador 37,5 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	7	\$ 3.253,80	\$ 22.776,60
Transformador 50 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	42	\$ 3.429,00	\$ 144.018,00
Transformador 75 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	22	\$ 6.120,17	\$ 134.643,74
Transformador 100 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	11	\$ 7.038,70	\$ 77.425,70
Transformador 167 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	9	\$ 10.341,10	\$ 93.069,90
Transformador 333 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	c/u	1	\$ 18.146,04	\$ 18.146,04
<b>TRANSFORMADORES TRIFASICOS CONVENCIONALES</b>				
Transformador trifásico convencional 75 kVA, 22000 - 220 / 127 V	c/u	2	\$ 5.685,24	\$ 11.370,48
Transformador trifásico convencional 100 kVA, 22000 - 220 / 127 V	c/u	3	\$ 7.026,90	\$ 21.080,70
Transformador trifásico convencional 150kVA, 22000 - 220 / 127 V	c/u	1	\$ 8.691,60	\$ 8.691,60
<b>TRANSFORMADORES PADMOUNTED</b>				
Transformador monofásico Padmounted 50 kVA 19918 -240/120V Malla	c/u	2	\$ 5.734,61	\$ 11.469,22

Transformador monofásico Padmounted 75 kVA 19918 -240/120V Malla	c/u	1	\$ 7.436,36	\$ 7.436,36
Transformador monofásico Padmounted 100 kVA 19918 -240/120V Malla	c/u	3	\$ 9.855,60	\$ 29.566,80
Transformador trifásico Padmounted 15 kVA 19918 -240/120V Malla	c/u	1	\$ 3.114,54	\$ 3.114,54
Transformador trifásico Padmounted 75 kVA 19918 -240/120V Malla	c/u	1	\$ 8.110,14	\$ 8.110,14
Transformador trifásico Padmounted 112,5 kVA 19918 -240/120V Malla	c/u	1	\$ 10.717,16	\$ 10.717,16
Transformador trifásico Padmounted 150 kVA 19918 -240/120V Malla	c/u	1	\$ 12.192,00	\$ 12.192,00
<b>AISLADORES Y POSTES</b>				
Aislador (espiga) pin, porcelana, 35 KV, ANSI 56-3	c/u	305	\$ 17,01	\$ 5.188,05
Aislador de suspensión, caucho siliconado, 35 KV, ANSI DS-35	c/u	264	\$ 14,85	\$ 3.920,4
<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA</b>				
Transformador trifásico 8/10/12 MVA, 69kV/34.5-19.91 kV; Dyn5	c/u	1	\$ 305.000,00	\$ 305.000,00
<b>ELEMENTOS DE SUBESTACION</b>				
Seccionador tripolar principal, 35 kV, 1200 A	c/u	1	\$ 14.897,47	\$ 14.897,47
Seccionador tripolar interconexión, 35 kV, 600 A	c/u	4	\$ 13.073,84	\$ 52.295,36
Cuchillas de mantenimiento, monopolares, 35 kV, 600 A	c/u	24	\$ 1.466,90	\$ 35.205,60
Reconectores 35 kV 560 A	c/u	2	\$ 40.850,70	\$ 81.701,40
<b>TOTAL</b>				\$ 1.383.258,23

**Tabla 82: Precios unitarios de los elementos a reemplazar para el nivel de 36 kV.**

## ANALISIS DEL FLUJO DE CAJA

Con el fin de determinar si el proyecto es viable, se realiza una evaluación económica para conocer los resultados de los indicadores TIR y VAN. Este análisis se realiza para los diferentes niveles de tensión y cargabilidades. En las siguientes tablas se muestra la evaluación económica.

## CASO a)

<b>EVALUACION ECONOMICA</b>			
<b>Años</b>	<b>Inversión</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Flujo Neto</b>
		<b>Ahorros</b>	
0	1.508.527,96		(1.508.527,96)
1	0	3.737,61	3.737,61
2	0	3.737,61	3.737,61
3	0	3.737,61	3.737,61
4	0	3.737,61	3.737,61
5	0	3.737,61	3.737,61
6	0	3.737,61	3.737,61
7	0	3.737,61	3.737,61
8	0	3.737,61	3.737,61
9	0	3.737,61	3.737,61
10	0	3.737,61	3.737,61
11	0	3.737,61	3.737,61
12	0	3.737,61	3.737,61
13	0	3.737,61	3.737,61
14	0	3.737,61	3.737,61
15	0	3.737,61	3.737,61
16	0	3.737,61	3.737,61
17	0	3.737,61	3.737,61
18	0	3.737,61	3.737,61
19	0	3.737,61	3.737,61
20	0	3.737,61	3.737,61
21	0	3.737,61	3.737,61
22	0	3.737,61	3.737,61
23	0	3.737,61	3.737,61
24	0	3.737,61	3.737,61
25	0	3.737,61	3.737,61
26	0	3.737,61	3.737,61
27	0	3.737,61	3.737,61
28	0	3.737,61	3.737,61
29	0	3.737,61	3.737,61
30	0	3.737,61	3.737,61
31	0	3.737,61	3.737,61
32	0	3.737,61	3.737,61
33	0	3.737,61	3.737,61
34	0	3.737,61	3.737,61
35	0	3.737,61	3.737,61
36	0	3.737,61	3.737,61
37	0	3.737,61	3.737,61

38	0	3.737,61	3.737,61
39	0	3.737,61	3.737,61
40	0	3.737,61	3.737,61
41	0	3.737,61	3.737,61
42	0	3.737,61	3.737,61
43	0	3.737,61	3.737,61
44	0	3.737,61	3.737,61
45	0	3.737,61	3.737,61
46	0	3.737,61	3.737,61
47	0	3.737,61	3.737,61
48	0	3.737,61	3.737,61
49	0	3.737,61	3.737,61
50	0	3.737,61	3.737,61

**Tabla 83: Flujo de caja para 22 kV y cargabilidad del 60%.**

<b>EVALUACION ECONOMICA</b>			
<b>Años</b>	<b>Inversión</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Flujo Neto</b>
		<b>Ahorros</b>	
0	1.508.527,96		(1.508.527,96)
1	0	8.779,03	8.779,03
2	0	8.779,03	8.779,03
3	0	8.779,03	8.779,03
4	0	8.779,03	8.779,03
5	0	8.779,03	8.779,03
6	0	8.779,03	8.779,03
7	0	8.779,03	8.779,03
8	0	8.779,03	8.779,03
9	0	8.779,03	8.779,03
10	0	8.779,03	8.779,03
11	0	8.779,03	8.779,03
12	0	8.779,03	8.779,03
13	0	8.779,03	8.779,03
14	0	8.779,03	8.779,03
15	0	8.779,03	8.779,03
16	0	8.779,03	8.779,03
17	0	8.779,03	8.779,03
18	0	8.779,03	8.779,03
19	0	8.779,03	8.779,03
20	0	8.779,03	8.779,03
21	0	8.779,03	8.779,03
22	0	8.779,03	8.779,03
23	0	8.779,03	8.779,03
24	0	8.779,03	8.779,03

25	0	8.779,03	8.779,03
26	0	8.779,03	8.779,03
27	0	8.779,03	8.779,03
28	0	8.779,03	8.779,03
29	0	8.779,03	8.779,03
30	0	8.779,03	8.779,03
31	0	8.779,03	8.779,03
32	0	8.779,03	8.779,03
33	0	8.779,03	8.779,03
34	0	8.779,03	8.779,03
35	0	8.779,03	8.779,03
36	0	8.779,03	8.779,03
37	0	8.779,03	8.779,03
38	0	8.779,03	8.779,03
39	0	8.779,03	8.779,03
40	0	8.779,03	8.779,03
41	0	8.779,03	8.779,03
42	0	8.779,03	8.779,03
43	0	8.779,03	8.779,03
44	0	8.779,03	8.779,03
45	0	8.779,03	8.779,03
46	0	8.779,03	8.779,03
47	0	8.779,03	8.779,03
48	0	8.779,03	8.779,03
49	0	8.779,03	8.779,03
50	0	8.779,03	8.779,03

**Tabla 84: Flujo de caja para 22 kV y cargabilidad del 100%**

<b>EVALUACION ECONOMICA</b>			
<b>Años</b>	<b>Inversión</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Flujo Neto</b>
		<b>Ahorros</b>	
0	1.749.070,41		(1.749.070,41)
1	0	5.041,42	5.041,42
2	0	5.041,42	5.041,42
3	0	5.041,42	5.041,42
4	0	5.041,42	5.041,42
5	0	5.041,42	5.041,42
6	0	5.041,42	5.041,42
7	0	5.041,42	5.041,42
8	0	5.041,42	5.041,42
9	0	5.041,42	5.041,42
10	0	5.041,42	5.041,42
11	0	5.041,42	5.041,42

12	0	5.041,42	5.041,42
13	0	5.041,42	5.041,42
14	0	5.041,42	5.041,42
15	0	5.041,42	5.041,42
16	0	5.041,42	5.041,42
17	0	5.041,42	5.041,42
18	0	5.041,42	5.041,42
19	0	5.041,42	5.041,42
20	0	5.041,42	5.041,42
21	0	5.041,42	5.041,42
22	0	5.041,42	5.041,42
23	0	5.041,42	5.041,42
24	0	5.041,42	5.041,42
25	0	5.041,42	5.041,42
26	0	5.041,42	5.041,42
27	0	5.041,42	5.041,42
28	0	5.041,42	5.041,42
29	0	5.041,42	5.041,42
30	0	5.041,42	5.041,42
31	0	5.041,42	5.041,42
32	0	5.041,42	5.041,42
33	0	5.041,42	5.041,42
34	0	5.041,42	5.041,42
35	0	5.041,42	5.041,42
36	0	5.041,42	5.041,42
37	0	5.041,42	5.041,42
38	0	5.041,42	5.041,42
39	0	5.041,42	5.041,42
40	0	5.041,42	5.041,42
41	0	5.041,42	5.041,42
42	0	5.041,42	5.041,42
43	0	5.041,42	5.041,42
44	0	5.041,42	5.041,42
45	0	5.041,42	5.041,42
46	0	5.041,42	5.041,42
47	0	5.041,42	5.041,42
48	0	5.041,42	5.041,42
49	0	5.041,42	5.041,42
50	0	5.041,42	5.041,42

**Tabla 85: Flujo de caja para 36kV y cargabilidad del 60%.**

<b>EVALUACION ECONOMICA</b>			
<b>Años</b>	<b>Inversión</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Flujo Neto</b>
		<b>Ahorros</b>	
0	1.749.070,41		(1.749.070,41)
1	0	13.559,69	13.559,69
2	0	13.559,69	13.559,69
3	0	13.559,69	13.559,69
4	0	13.559,69	13.559,69
5	0	13.559,69	13.559,69
6	0	13.559,69	13.559,69
7	0	13.559,69	13.559,69
8	0	13.559,69	13.559,69
9	0	13.559,69	13.559,69
10	0	13.559,69	13.559,69
11	0	13.559,69	13.559,69
12	0	13.559,69	13.559,69
13	0	13.559,69	13.559,69
14	0	13.559,69	13.559,69
15	0	13.559,69	13.559,69
16	0	13.559,69	13.559,69
17	0	13.559,69	13.559,69
18	0	13.559,69	13.559,69
19	0	13.559,69	13.559,69
20	0	13.559,69	13.559,69
21	0	13.559,69	13.559,69
22	0	13.559,69	13.559,69
23	0	13.559,69	13.559,69
24	0	13.559,69	13.559,69
25	0	13.559,69	13.559,69
26	0	13.559,69	13.559,69
27	0	13.559,69	13.559,69
28	0	13.559,69	13.559,69
29	0	13.559,69	13.559,69
30	0	13.559,69	13.559,69
31	0	13.559,69	13.559,69
32	0	13.559,69	13.559,69
33	0	13.559,69	13.559,69
34	0	13.559,69	13.559,69
35	0	13.559,69	13.559,69
36	0	13.559,69	13.559,69
37	0	13.559,69	13.559,69

38	0	13.559,69	13.559,69
39	0	13.559,69	13.559,69
40	0	13.559,69	13.559,69
41	0	13.559,69	13.559,69
42	0	13.559,69	13.559,69
43	0	13.559,69	13.559,69
44	0	13.559,69	13.559,69
45	0	13.559,69	13.559,69
46	0	13.559,69	13.559,69
47	0	13.559,69	13.559,69
48	0	13.559,69	13.559,69
49	0	13.559,69	13.559,69
50	0	13.559,69	13.559,69

**Tabla 86: Flujo de caja para 36kV y cargabilidad del 100%.**

**CASO b)** La empresa distribuidora se hace cargo de la inversión y se los cobra los transformadores privados a los usuarios periódicamente, en un lapso de 10 años.

<b>TRANSFORMADORES PARA ABONADOS COMERCIALES [22kV]</b>			
<b>Equipos Eléctricos</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION CONVENCIONALES</b>			
Transformador 15 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	3	\$ 1.882,32	\$ 5.646,96
Transformador 25 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	4	\$ 2.149,20	\$ 8.596,80
Transformador 37,5 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	5	\$ 2.805,32	\$ 14.026,60
Transformador 50 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	11	\$ 2.906,50	\$ 31.971,50
Transformador 75 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	11	\$ 5.143,03	\$ 56.573,33
Transformador 100 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	12	\$ 5.965,39	\$ 71.584,68
Transformador 167 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	8	\$ 8.690,15	\$ 69.521,20
Transformador 333 kVA, 22000 GRdY / 12700 ó 22000 GRdY/12700 V-120/240 V	1	\$ 15.378,35	\$ 15.378,35
<b>TRANSFORMADORES TRIFASICOS CONVENCIONALES</b>			
Transformador trifásico convencional 75 kVA, 22000 - 220 / 127 V	2	\$ 4.818,11	\$ 9.636,22
Transformador trifásico convencional 100 kVA, 22000 - 220 / 127 V	2	\$ 5.955,14	\$ 11.910,28



<b>TRANSFORMADORES PADMOUNTED</b>			
Transformador monofásico Padmounted 75 kVA 12700 -240/120V Malla	1	\$ 6.302,20	\$ 6.302,20
Transformador monofásico Padmounted 100 kVA 12700 -240/120V Malla	1	\$ 8.213,93	\$ 8.213,93
Transformador trifásico Padmounted 15 kVA 12700 -240/120V Malla	1	\$ 2.662,47	\$ 2.662,47
Transformador trifásico Padmounted 75 kVA 12700 -240/120V Malla	2	\$ 6.844,66	\$ 13.689,32
Transformador trifásico Padmounted 112,5 kVA 12700 -240/120V Malla	2	\$ 9.006,66	\$ 18.013,32
Transformador trifásico Padmounted 150 kVA 12700 -240/120V Malla	1	\$ 10.160,14	\$ 10.160,14
<b>TOTAL</b>			\$ 353.887,3

**Tabla 87: Precio unitario de transformadores a 22 kV.**

<b>TRANSFORMADORES PARA ABONADOS COMERCIALES [36kV]</b>			
<b>Equipos Eléctricos</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
<b>TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION CONVENCIONALES</b>			
Transformador 15 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	3	\$ 2.220,76	\$ 6.662,28
Transformador 25 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	4	\$ 2.471,35	\$ 9.885,40
Transformador 37,5 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	5	\$ 3.253,80	\$ 16.269,00
Transformador 50 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	11	\$ 3.429,00	\$ 37.719,00
Transformador 75 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	11	\$ 6.120,17	\$ 67.321,87
Transformador 100 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	12	\$ 7.038,70	\$ 84.464,40
Transformador 167 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	8	\$ 10.341,10	\$ 82.728,80
Transformador 333 kVA, 34500 GRdY / 19918 ó 34500 GRdY/19918 V-120/240 V	1	\$ 18.146,04	\$ 18.146,04
<b>TRANSFORMADORES TRIFASICOS CONVENCIONALES</b>			
Transformador trifásico convencional 75 kVA, 22000 - 220 / 127 V	2	\$ 5.685,24	\$ 11.370,48
Transformador trifásico convencional 100 kVA, 22000 - 220 / 127 V	2	\$ 7.026,90	\$ 14.053,80
<b>TRANSFORMADORES PADMOUNTED</b>			

Transformador monofásico Padmounted 75 kVA 19918 -240/120V Malla	1	\$ 7.436,36	\$ 7.436,36
Transformador monofásico Padmounted 100 kVA 19918 -240/120V Malla	1	\$ 9.855,60	\$ 9.855,60
Transformador trifásico Padmounted 15 kVA 19918 -240/120V Malla	1	\$ 3.114,54	\$ 3.114,54
Transformador trifásico Padmounted 75 kVA 19918 -240/120V Malla	2	\$ 8.110,14	\$ 16.220,28
Transformador trifásico Padmounted 112,5 kVA 19918 -240/120V Malla	2	\$ 10.717,16	\$ 21.434,32
Transformador trifásico Padmounted 150 kVA 19918 -240/120V Malla	1	\$ 12.192,00	\$ 12.192,00
<b>TOTAL</b>			\$ 418.874,1

**Tabla 88: Precio unitario de transformadores a 36 kV.**

<b>EVALUACION ECONOMICA</b>				
<b>Años</b>	<b>Inversión</b>	<b>Ingresos</b>		<b>Flujo Neto</b>
		<b>Ahorros</b>	<b>Transformadores</b>	
0	1.508.527,96			(1.508.527,96)
1	0	3.737,61	35.388,73	39.126,34
2	0	3.737,61	35.388,73	39.126,34
3	0	3.737,61	35.388,73	39.126,34
4	0	3.737,61	35.388,73	39.126,34
5	0	3.737,61	35.388,73	39.126,34
6	0	3.737,61	35.388,73	39.126,34
7	0	3.737,61	35.388,73	39.126,34
8	0	3.737,61	35.388,73	39.126,34
9	0	3.737,61	35.388,73	39.126,34
10	0	3.737,61	35.388,73	39.126,34
11	0	3.737,61		3.737,61
12	0	3.737,61		3.737,61
13	0	3.737,61		3.737,61
14	0	3.737,61		3.737,61
15	0	3.737,61		3.737,61
16	0	3.737,61		3.737,61
17	0	3.737,61		3.737,61
18	0	3.737,61		3.737,61
19	0	3.737,61		3.737,61
20	0	3.737,61		3.737,61
21	0	3.737,61		3.737,61
22	0	3.737,61		3.737,61
23	0	3.737,61		3.737,61
24	0	3.737,61		3.737,61

25	0	3.737,61		3.737,61
26	0	3.737,61		3.737,61
27	0	3.737,61		3.737,61
28	0	3.737,61		3.737,61
29	0	3.737,61		3.737,61
30	0	3.737,61		3.737,61
31	0	3.737,61		3.737,61
32	0	3.737,61		3.737,61
33	0	3.737,61		3.737,61
34	0	3.737,61		3.737,61
35	0	3.737,61		3.737,61
36	0	3.737,61		3.737,61
37	0	3.737,61		3.737,61
38	0	3.737,61		3.737,61
39	0	3.737,61		3.737,61
40	0	3.737,61		3.737,61
41	0	3.737,61		3.737,61
42	0	3.737,61		3.737,61
43	0	3.737,61		3.737,61
44	0	3.737,61		3.737,61
45	0	3.737,61		3.737,61
46	0	3.737,61		3.737,61
47	0	3.737,61		3.737,61
48	0	3.737,61		3.737,61
49	0	3.737,61		3.737,61
50	0	3.737,61		3.737,61

**Tabla 89: Flujo de caja teniendo en cuenta la venta de transformadores a 22 kV**

Subestación Bien Público 69/22 kV			
CARGABILIDAD 60%			
Año	30	40	50
TIR	-10%	-7%	-5%
VAN	(1.196.616,26)	(\$ 1.191.826,64)	(\$ 1.189.152,14)

**Tabla 90: Evaluación económica teniendo en cuenta la venta de transformadores a 22 kV.**

<b>EVALUACION ECONOMICA</b>				
<b>Años</b>	<b>Inversión</b>	<b>Ingresos</b>		<b>Flujo Neto</b>
		<b>Ahorros</b>	<b>Transformadores</b>	
0	1.508.527,96			(1.508.527,96)
1	0	8.779,03	35.388,73	44.167,76
2	0	8.779,03	35.388,73	44.167,76
3	0	8.779,03	35.388,73	44.167,76
4	0	8.779,03	35.388,73	44.167,76
5	0	8.779,03	35.388,73	44.167,76
6	0	8.779,03	35.388,73	44.167,76
7	0	8.779,03	35.388,73	44.167,76
8	0	8.779,03	35.388,73	44.167,76
9	0	8.779,03	35.388,73	44.167,76
10	0	8.779,03	35.388,73	44.167,76
11	0	8.779,03		8.779,03
12	0	8.779,03		8.779,03
13	0	8.779,03		8.779,03
14	0	8.779,03		8.779,03
15	0	8.779,03		8.779,03
16	0	8.779,03		8.779,03
17	0	8.779,03		8.779,03
18	0	8.779,03		8.779,03
19	0	8.779,03		8.779,03
20	0	8.779,03		8.779,03
21	0	8.779,03		8.779,03
22	0	8.779,03		8.779,03
23	0	8.779,03		8.779,03
24	0	8.779,03		8.779,03
25	0	8.779,03		8.779,03
26	0	8.779,03		8.779,03
27	0	8.779,03		8.779,03
28	0	8.779,03		8.779,03
29	0	8.779,03		8.779,03
30	0	8.779,03		8.779,03
31	0	8.779,03		8.779,03
32	0	8.779,03		8.779,03
33	0	8.779,03		8.779,03
34	0	8.779,03		8.779,03
35	0	8.779,03		8.779,03
36	0	8.779,03		8.779,03
37	0	8.779,03		8.779,03

38	0	8.779,03		8.779,03
39	0	8.779,03		8.779,03
40	0	8.779,03		8.779,03
41	0	8.779,03		8.779,03
42	0	8.779,03		8.779,03
43	0	8.779,03		8.779,03
44	0	8.779,03		8.779,03
45	0	8.779,03		8.779,03
46	0	8.779,03		8.779,03
47	0	8.779,03		8.779,03
48	0	8.779,03		8.779,03
49	0	8.779,03		8.779,03
50	0	8.779,03		8.779,03

**Tabla 91: Flujo de carga teniendo en cuenta la venta de transformadores a 22 kV.**

Subestación Bien Público 69/22 kV			
CARGABILIDAD 100%			
Año	30	40	50
TIR	-7%	-5%	-3%
VAN	(1.127.221,96)	(\$ 1.115.971,93)	(\$ 1.109.689,98)

**Tabla 92: Evaluación económica teniendo en cuenta la venta de transformadores a 22 kV**

EVALUACION ECONOMICA				
Años	Inversión	Ingresos		Flujo Neto
		Ahorros	Transformadores	
0	1.749.070,41			(1.749.070,41)
1	0	5.041,42	41.887,42	46.928,84
2	0	5.041,42	41.887,42	46.928,84
3	0	5.041,42	41.887,42	46.928,84
4	0	5.041,42	41.887,42	46.928,84
5	0	5.041,42	41.887,42	46.928,84
6	0	5.041,42	41.887,42	46.928,84
7	0	5.041,42	41.887,42	46.928,84
8	0	5.041,42	41.887,42	46.928,84
9	0	5.041,42	41.887,42	46.928,84
10	0	5.041,42	41.887,42	46.928,84
11	0	5.041,42		5.041,42
12	0	5.041,42		5.041,42

13	0	5.041,42		5.041,42
14	0	5.041,42		5.041,42
15	0	5.041,42		5.041,42
16	0	5.041,42		5.041,42
17	0	5.041,42		5.041,42
18	0	5.041,42		5.041,42
19	0	5.041,42		5.041,42
20	0	5.041,42		5.041,42
21	0	5.041,42		5.041,42
22	0	5.041,42		5.041,42
23	0	5.041,42		5.041,42
24	0	5.041,42		5.041,42
25	0	5.041,42		5.041,42
26	0	5.041,42		5.041,42
27	0	5.041,42		5.041,42
28	0	5.041,42		5.041,42
29	0	5.041,42		5.041,42
30	0	5.041,42		5.041,42
31	0	5.041,42		5.041,42
32	0	5.041,42		5.041,42
33	0	5.041,42		5.041,42
34	0	5.041,42		5.041,42
35	0	5.041,42		5.041,42
36	0	5.041,42		5.041,42
37	0	5.041,42		5.041,42
38	0	5.041,42		5.041,42
39	0	5.041,42		5.041,42
40	0	5.041,42		5.041,42
41	0	5.041,42		5.041,42
42	0	5.041,42		5.041,42
43	0	5.041,42		5.041,42
44	0	5.041,42		5.041,42
45	0	5.041,42		5.041,42
46	0	5.041,42		5.041,42
47	0	5.041,42		5.041,42
48	0	5.041,42		5.041,42
49	0	5.041,42		5.041,42
50	0	5.041,42		5.041,42

**Tabla 93: Flujo de carga teniendo en cuenta la venta de transformadores a 36 kV.**

Subestación Bien Público 69/36 kV			
CARGABILIDAD 60%			
Año	30	40	50
TIR	-9%	-7%	-5%
VAN	(1.371.381,06)	(\$ 1.364.920,65)	(\$ 1.361.313,19)

**Tabla 94: Evaluación económica teniendo en cuenta la venta de transformadores a 36 kV.**

EVALUACION ECONOMICA				
Años	Inversión	Ingresos		Flujo Neto
		Ahorros	Transformadores	
0	1.749.070,41			(1.749.070,41)
1	0	13.559,69	41.887,42	55.447,11
2	0	13.559,69	41.887,42	55.447,11
3	0	13.559,69	41.887,42	55.447,11
4	0	13.559,69	41.887,42	55.447,11
5	0	13.559,69	41.887,42	55.447,11
6	0	13.559,69	41.887,42	55.447,11
7	0	13.559,69	41.887,42	55.447,11
8	0	13.559,69	41.887,42	55.447,11
9	0	13.559,69	41.887,42	55.447,11
10	0	13.559,69	41.887,42	55.447,11
11	0	13.559,69		13.559,69
12	0	13.559,69		13.559,69
13	0	13.559,69		13.559,69
14	0	13.559,69		13.559,69
15	0	13.559,69		13.559,69
16	0	13.559,69		13.559,69
17	0	13.559,69		13.559,69
18	0	13.559,69		13.559,69
19	0	13.559,69		13.559,69
20	0	13.559,69		13.559,69
21	0	13.559,69		13.559,69
22	0	13.559,69		13.559,69
23	0	13.559,69		13.559,69
24	0	13.559,69		13.559,69
25	0	13.559,69		13.559,69
26	0	13.559,69		13.559,69
27	0	13.559,69		13.559,69
28	0	13.559,69		13.559,69

29	0	13.559,69		13.559,69
30	0	13.559,69		13.559,69
31	0	13.559,69		13.559,69
32	0	13.559,69		13.559,69
33	0	13.559,69		13.559,69
34	0	13.559,69		13.559,69
35	0	13.559,69		13.559,69
36	0	13.559,69		13.559,69
37	0	13.559,69		13.559,69
38	0	13.559,69		13.559,69
39	0	13.559,69		13.559,69
40	0	13.559,69		13.559,69
41	0	13.559,69		13.559,69
42	0	13.559,69		13.559,69
43	0	13.559,69		13.559,69
44	0	13.559,69		13.559,69
45	0	13.559,69		13.559,69
46	0	13.559,69		13.559,69
47	0	13.559,69		13.559,69
48	0	13.559,69		13.559,69
49	0	13.559,69		13.559,69
50	0	13.559,69		13.559,69

**Tabla 95: Flujo de carga teniendo en cuenta la venta de transformadores a 36 kV.**

Subestación Bien Público 69/36 kV			
CARGABILIDAD 100%			
Año	30	40	50
TIR	-6%	-4%	-2%
VAN	(1.254.128,51)	(\$ 1.236.752,23)	(\$ 1.227.049,41)

**Tabla 96: Evaluación económica teniendo en cuenta la venta de transformadores a 36 kV.**



**CASO c)** La empresa distribuidora asume el total de la inversión y vende los equipos reemplazados a un 80% de su valor original en un lapso de 10 años.

<b>EVALUACION ECONOMICA</b>				
<b>Años</b>	<b>Inversión</b>	<b>Ingresos</b>		<b>Flujo Neto</b>
		<b>Ahorros</b>	<b>Venta de equipos Reemplazados</b>	
0	1.508.527,96			(1.508.527,96)
1	0	3.737,61	89.698,51	93.436,12
2	0	3.737,61	89.698,51	93.436,12
3	0	3.737,61	89.698,51	93.436,12
4	0	3.737,61	89.698,51	93.436,12
5	0	3.737,61	89.698,51	93.436,12
6	0	3.737,61	89.698,51	93.436,12
7	0	3.737,61	89.698,51	93.436,12
8	0	3.737,61	89.698,51	93.436,12
9	0	3.737,61	89.698,51	93.436,12
10	0	3.737,61	89.698,51	93.436,12
11	0	3.737,61		3.737,61
12	0	3.737,61		3.737,61
13	0	3.737,61		3.737,61
14	0	3.737,61		3.737,61
15	0	3.737,61		3.737,61
16	0	3.737,61		3.737,61
17	0	3.737,61		3.737,61
18	0	3.737,61		3.737,61
19	0	3.737,61		3.737,61
20	0	3.737,61		3.737,61
21	0	3.737,61		3.737,61
22	0	3.737,61		3.737,61
23	0	3.737,61		3.737,61
24	0	3.737,61		3.737,61
25	0	3.737,61		3.737,61
26	0	3.737,61		3.737,61
27	0	3.737,61		3.737,61
28	0	3.737,61		3.737,61
29	0	3.737,61		3.737,61
30	0	3.737,61		3.737,61
31	0	3.737,61		3.737,61
32	0	3.737,61		3.737,61
33	0	3.737,61		3.737,61
34	0	3.737,61		3.737,61
35	0	3.737,61		3.737,61

36	0	3.737,61		3.737,61
37	0	3.737,61		3.737,61
38	0	3.737,61		3.737,61
39	0	3.737,61		3.737,61
40	0	3.737,61		3.737,61
41	0	3.737,61		3.737,61
42	0	3.737,61		3.737,61
43	0	3.737,61		3.737,61
44	0	3.737,61		3.737,61
45	0	3.737,61		3.737,61
46	0	3.737,61		3.737,61
47	0	3.737,61		3.737,61
48	0	3.737,61		3.737,61
49	0	3.737,61		3.737,61
50	0	3.737,61		3.737,61

**Tabla 97: Flujo de caja teniendo en cuenta la venta de equipos reemplazados  
22 kV.**

Subestación Bien Público 69/22 kV			
CARGABILIDAD 60%			
Año	30	40	50
TIR	-5%	-4%	-3%
VAN	(796.891,53)	(\$ 792.101,91)	(\$ 789.427,41)

**Tabla 98: Evaluación económica teniendo en cuenta la venta de equipos  
reemplazados a 22 kV.**

EVALUACION ECONOMICA				
Años	Inversión	Ingresos		Flujo Neto
		Ahorros	Venta de equipos Reemplazados	
0	1.508.527,96			(1.508.527,96)
1	0	8.779,03	89.698,51	98.477,54
2	0	8.779,03	89.698,51	98.477,54
3	0	8.779,03	89.698,51	98.477,54
4	0	8.779,03	89.698,51	98.477,54
5	0	8.779,03	89.698,51	98.477,54
6	0	8.779,03	89.698,51	98.477,54
7	0	8.779,03	89.698,51	98.477,54
8	0	8.779,03	89.698,51	98.477,54
9	0	8.779,03	89.698,51	98.477,54

10	0	8.779,03	89.698,51	98.477,54
11	0	8.779,03		8.779,03
12	0	8.779,03		8.779,03
13	0	8.779,03		8.779,03
14	0	8.779,03		8.779,03
15	0	8.779,03		8.779,03
16	0	8.779,03		8.779,03
17	0	8.779,03		8.779,03
18	0	8.779,03		8.779,03
19	0	8.779,03		8.779,03
20	0	8.779,03		8.779,03
21	0	8.779,03		8.779,03
22	0	8.779,03		8.779,03
23	0	8.779,03		8.779,03
24	0	8.779,03		8.779,03
25	0	8.779,03		8.779,03
26	0	8.779,03		8.779,03
27	0	8.779,03		8.779,03
28	0	8.779,03		8.779,03
29	0	8.779,03		8.779,03
30	0	8.779,03		8.779,03
31	0	8.779,03		8.779,03
32	0	8.779,03		8.779,03
33	0	8.779,03		8.779,03
34	0	8.779,03		8.779,03
35	0	8.779,03		8.779,03
36	0	8.779,03		8.779,03
37	0	8.779,03		8.779,03
38	0	8.779,03		8.779,03
39	0	8.779,03		8.779,03
40	0	8.779,03		8.779,03
41	0	8.779,03		8.779,03
42	0	8.779,03		8.779,03
43	0	8.779,03		8.779,03
44	0	8.779,03		8.779,03
45	0	8.779,03		8.779,03
46	0	8.779,03		8.779,03
47	0	8.779,03		8.779,03
48	0	8.779,03		8.779,03
49	0	8.779,03		8.779,03
50	0	8.779,03		8.779,03

**Tabla 99: Flujo de caja teniendo en cuenta la venta de equipos reemplazados  
22 kV.**

Subestación Bien Público 69/22 kV			
CARGABILIDAD 100%			
Año	30	40	50
TIR	-3%	-2%	-1%
VAN	(727.497,23)	(\$ 716.247,21)	(\$ 709.965,25)

**Tabla 100: Evaluación económica teniendo en cuenta la venta de equipos  
reemplazados a 22 kV.**

EVALUACION ECONOMICA				
Años	Inversión	Ingresos		Flujo Neto
		Ahorros	Venta de equipos Reemplazados	
0	1.749.070,41			(1.749.070,41)
1	0	5.041,42	89.698,51	94.739,93
2	0	5.041,42	89.698,51	94.739,93
3	0	5.041,42	89.698,51	94.739,93
4	0	5.041,42	89.698,51	94.739,93
5	0	5.041,42	89.698,51	94.739,93
6	0	5.041,42	89.698,51	94.739,93
7	0	5.041,42	89.698,51	94.739,93
8	0	5.041,42	89.698,51	94.739,93
9	0	5.041,42	89.698,51	94.739,93
10	0	5.041,42	89.698,51	94.739,93
11	0	5.041,42		5.041,42
12	0	5.041,42		5.041,42
13	0	5.041,42		5.041,42
14	0	5.041,42		5.041,42
15	0	5.041,42		5.041,42
16	0	5.041,42		5.041,42
17	0	5.041,42		5.041,42
18	0	5.041,42		5.041,42
19	0	5.041,42		5.041,42
20	0	5.041,42		5.041,42
21	0	5.041,42		5.041,42
22	0	5.041,42		5.041,42
23	0	5.041,42		5.041,42
24	0	5.041,42		5.041,42
25	0	5.041,42		5.041,42

26	0	5.041,42		5.041,42
27	0	5.041,42		5.041,42
28	0	5.041,42		5.041,42
29	0	5.041,42		5.041,42
30	0	5.041,42		5.041,42
31	0	5.041,42		5.041,42
32	0	5.041,42		5.041,42
33	0	5.041,42		5.041,42
34	0	5.041,42		5.041,42
35	0	5.041,42		5.041,42
36	0	5.041,42		5.041,42
37	0	5.041,42		5.041,42
38	0	5.041,42		5.041,42
39	0	5.041,42		5.041,42
40	0	5.041,42		5.041,42
41	0	5.041,42		5.041,42
42	0	5.041,42		5.041,42
43	0	5.041,42		5.041,42
44	0	5.041,42		5.041,42
45	0	5.041,42		5.041,42
46	0	5.041,42		5.041,42
47	0	5.041,42		5.041,42
48	0	5.041,42		5.041,42
49	0	5.041,42		5.041,42
50	0	5.041,42		5.041,42

**Tabla 101: Flujo de caja teniendo en cuenta la venta de equipos reemplazados a 36 kV.**

Subestación Bien Público 69/36 kV			
CARGABILIDAD 60%			
Año	30	40	50
TIR	-6%	-4%	-3%
VAN	(1.019.487,25)	(\$ 1.013.026,85)	(\$ 1.009.419,39)

**Tabla 102: Evaluación económica teniendo en cuenta la venta de equipos reemplazados a 36 kV.**

<b>EVALUACION ECONOMICA</b>				
<b>Años</b>	<b>Inversión</b>	<b>Ingresos</b>		<b>Flujo Neto</b>
		<b>Ahorros</b>	<b>Venta de equipos Reemplazados</b>	
0	1.749.070,41			(1.749.070,41)
1	0	13.559,69	89.698,51	103.258,20
2	0	13.559,69	89.698,51	103.258,20
3	0	13.559,69	89.698,51	103.258,20
4	0	13.559,69	89.698,51	103.258,20
5	0	13.559,69	89.698,51	103.258,20
6	0	13.559,69	89.698,51	103.258,20
7	0	13.559,69	89.698,51	103.258,20
8	0	13.559,69	89.698,51	103.258,20
9	0	13.559,69	89.698,51	103.258,20
10	0	13.559,69	89.698,51	103.258,20
11	0	13.559,69		13.559,69
12	0	13.559,69		13.559,69
13	0	13.559,69		13.559,69
14	0	13.559,69		13.559,69
15	0	13.559,69		13.559,69
16	0	13.559,69		13.559,69
17	0	13.559,69		13.559,69
18	0	13.559,69		13.559,69
19	0	13.559,69		13.559,69
20	0	13.559,69		13.559,69
21	0	13.559,69		13.559,69
22	0	13.559,69		13.559,69
23	0	13.559,69		13.559,69
24	0	13.559,69		13.559,69
25	0	13.559,69		13.559,69
26	0	13.559,69		13.559,69
27	0	13.559,69		13.559,69
28	0	13.559,69		13.559,69
29	0	13.559,69		13.559,69
30	0	13.559,69		13.559,69
31	0	13.559,69		13.559,69
32	0	13.559,69		13.559,69
33	0	13.559,69		13.559,69
34	0	13.559,69		13.559,69
35	0	13.559,69		13.559,69
36	0	13.559,69		13.559,69
37	0	13.559,69		13.559,69
38	0	13.559,69		13.559,69

39	0	13.559,69		13.559,69
40	0	13.559,69		13.559,69
41	0	13.559,69		13.559,69
42	0	13.559,69		13.559,69
43	0	13.559,69		13.559,69
44	0	13.559,69		13.559,69
45	0	13.559,69		13.559,69
46	0	13.559,69		13.559,69
47	0	13.559,69		13.559,69
48	0	13.559,69		13.559,69
49	0	13.559,69		13.559,69
50	0	13.559,69		13.559,69

**Tabla 103: Flujo de caja teniendo en cuenta la venta de equipos reemplazados a 36 kV.**

Subestación Bien Público 69/36 kV			
CARGABILIDAD 100%			
Año	30	40	50
TIR	-3%	-2%	-1%
VAN	(902.234,70)	(\$ 884.858,43)	(\$ 875.155,60)

**Tabla 104: Evaluación económica teniendo en cuenta la venta de equipos reemplazados a 36 kV.**