

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO DE LA LÍNEA PRIMARIA EN 22.9kV  
PAMPAS - PASTO BUENO - REGIÓN ANCASH**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ**

**PROMOCIÓN 2007 - II**

**LIMA-PERU**

**2012**

# ÍNDICE

## PRÓLOGO

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1.- ANTECEDENTES.....	7
1.2.- PROBLEMÁTICA.....	9
1.3.- OBJETIVO.....	9
1.4.- NORMAS UTILIZADAS.....	9

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1.- SECCIÓN MÁS ECONÓMICA DE UN CONDUCTOR.....	10
2.2.- CAÍDA DE TENSIÓN EN LA LÍNEA.....	11
2.3.- PÉRDIDAS EN UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.....	12
2.4.- CAPACITANCIA DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.....	15
2.5.- PARÁMETROS DE LOS CONDUCTORES.....	16
2.6.- DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AISLAMIENTO.....	18
2.7.- SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	21
2.8.- METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES.....	25
2.9.- METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS.....	37

2.10.- DETERMINACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.....	41
---	----

### **CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA LÍNEA**

3.1.- CÁLCULO DE LA MÁXIMA DEMANDA.....	43
---	----

3.2.- SELECCIÓN DE LA RUTA PARA LA LÍNEA.....	44
---	----

3.3.- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS BÁSICAS DEL SISTEMA.....	47
---	----

3.4.- CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR.....	48
---	----

3.5.- CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS.....	54
--	----

3.6.- VERIFICACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.....	60
---	----

3.7.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	61
--------------------------------	----

3.8.- MODELO CIRCUITAL DE LA LÍNEA.....	63
---	----

3.9.- CÁLCULO DEL NIVEL DE AISLAMIENTO.....	64
---	----

3.10.- CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	67
--	----

### **CAPÍTULO IV: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y MATERIALES**

4.1.- POSTE DE MADERA IMPORTADA.....	69
--------------------------------------	----

4.2.- CRUCETAS Y BRAZOS DE MADERA IMPORTADA.....	70
--	----

4.3.- AISLADOR POLIMÉRICO TIPO PÍN.....	71
---	----

4.4.- ESPIGA RECTA PARA CRUCETA.....	73
--------------------------------------	----

4.5.- AISLADOR POLIMÉRICO TIPO SUSPENSIÓN.....	75
4.6.- ACCESORIOS DE CADENAS DE AISLADORES.....	76
4.7.- CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO.....	78
4.8.- ACCESORIOS DEL CONDUCTOR.....	79
4.9.- ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES Y CRUCETAS.....	81
4.10.- CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS – MARTIN, PARA RETENIDAS.....	84
4.11.- ACCESORIOS METÁLICOS PARA RETENIDAS.....	85
4.12.- CONDUCTOR DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA.....	87
4.13.- ELECTRODO PARA PUESTA A TIERRA.....	88
4.14.- SECCIONADOR - FUSIBLE TIPO EXPULSION.....	90
4.15.- PARARRAYOS.....	91
4.16.- INTERRUPTOR DE RECIERRE AUTOMATICO (RECLOSER) .....	92

## **CAPÍTULO V: METRADO, PRESUPUESTO Y FÓRMULA POLINÓMICA**

5.1.- METRADO Y PRESUPUESTO (SUMINISTRO EQUIPOS Y MATERIALES)....	95
5.2.- METRADO Y PRESUPUESTO (OBRAS CIVILES y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO).....	98
5.3.- RESUMEN DE METRADO Y VALOR REFERENCIAL.....	100
5.4.- FÓRMULA POLINOMICA DE REAJUSTE DE PRECIOS.....	101

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>102</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>105</b>
<b>PLANOS</b>	

## **PRÓLOGO**

El distrito de Pasto Bueno, provincia de Pallasca en la región Ancash, es una típica comunidad enclavada en la serranía del Perú, con una población aproximada de 8 700 habitantes y un considerable desarrollo económico gracias a la ganadería y agricultura, actividades fundamentales en la zona.

Actualmente la población de Pasto Bueno cuenta con un suministro de energía eléctrica tipo monofásico y solo cubre a la mitad de la población. Estas condiciones no permiten el desarrollo social en general de esta población como es: el comercio, la industria, la educación, salud, entre otros.

Por esta razón, los pobladores de Pasto Bueno realizaron el petitorio correspondiente ante las autoridades regionales, para contar con una nueva dotación de energía eléctrica tipo trifásico, que beneficie a todos los pobladores de dicha comunidad y así satisfacer sus necesidades. Cabe señalar que la comunidad de Pampas será el punto desde donde se alimentará al centro poblado de Pasto Bueno.

El presente informe de ingeniería trata sobre el diseño de la línea primaria desde Pampas hasta Pasto Bueno y se ha estructurado en cinco capítulos que a continuación se detallan:

El Capítulo I, es la parte introductoria, donde se aborda las generalidades, los antecedentes, se plantea la problemática y se define el objetivo.

El Capítulo II, se presenta el fundamento teórico, así como la metodología para los cálculos eléctricos y cálculos mecánicos (conductores y estructuras), así como la demostración de algunas fórmulas importantes.

En el Capítulo III, diseño de la línea, se presenta el cálculo de máxima demanda, trabajos topográficos, los resultados de los cálculos mecánicos (conductores y estructuras), resultados de los cálculos eléctricos y el modelo circuital de la línea.

El Capítulo IV, trata brevemente, sobre las especificaciones técnicas de los materiales necesarios, para montar la línea diseñada.

En el Capítulo V, se efectúa el metrado y presupuesto para: equipos, materiales, obras civiles, montaje electromecánico, también se elabora la fórmula polinómica de reajuste de precios.

El informe de ingeniería finaliza con las conclusiones, recomendaciones, anexos y planos correspondientes.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1. ANTECEDENTES**

Vista la petición hecha por pobladores de Pasto Bueno, ante el Gobierno Regional de Ancash en el mes de octubre del 2011, para contar con una nueva dotación de energía eléctrica, se realizaron los trabajos topográficos y la selección de la ruta para la línea en el mes enero del 2012.

Estos trabajos previos sirven como base para elaborar el expediente técnico final, el cual contiene: línea primaria, redes primarias, redes secundarias.

El presente informe de suficiencia trata sobre el diseño de la línea primaria exclusivamente, pues en los expedientes técnicos de electrificación este tema se trata de manera muy somera, este diseño toma como referencia el curso de Líneas de Transmisión, materia del décimo ciclo en la FIM.

La Línea primaria en 22.9 kV, se derivará de la estructura existente N°61 A2, ubicada en el cerro Huachaper, estructura perteneciente a la línea Pallasca - Pampas.

El punto de salida de la línea tiene las siguientes coordenadas UTM en el sistema WGS 84:

**Norte** : 9 090 780 m                      **Este** : 181 731 m

El punto de llegada se ubica en las siguientes coordenadas:

**Norte** : 9 095 894 m                      **Este** : 184 670 m

Los primeros 6.064 km la línea primaria atravesará por terreno accidentado cubierto por pastizal ichu, los 0.60 km siguientes atravesará por terreno cubierto de arbustos y el tramo de línea restante atravesará por terreno relativamente accidentado ondulado cubierto por vegetación tipo ichu y pastizal. La altitud del terreno en la zona del proyecto varía entre 3 421 y 3 720 m.s.n.m.

Las temperaturas ambientales en el lugar y a lo largo de la línea son:

- Temperatura mínima : -5°C
- Temperatura media : 15°C
- Temperatura máxima : 25°C

La humedad relativa del aire no sobrepasa 60 %, mientras que la velocidad máxima del viento no supera en promedio 110 km/h.

Para acceder a la zona del proyecto puede efectuarse desde la ciudad de Chimbote, al cual puede llegarse bien por vía aérea o terrestre (por la Panamericana Norte). Si se accede desde Chimbote debe tomarse la carretera Santa – Huallanca, hasta el caserío de Chukicara, desde donde se continuará por una carretera asfaltada que se va a Cabana hasta el nuevo puente Quiroz, luego continuar hacia la izquierda por la trocha carrozable hacia Pallasca y desde esta

localidad a través de otra trocha carrozable se llega a la localidad de Pampas en aproximadamente 2 horas.

Las actividades económicas más importantes de la población de Pasto Bueno son la agricultura para autoconsumo y para comercio, complementariamente la ganadería, la industria de lácteos, el comercio con la venta e intercambio de productos alimenticios entre otros.

## **1.2. PROBLEMÁTICA**

El Centro poblado de Pasto Bueno tiene la urgente necesidad de contar con energía eléctrica trifásica, confiable y de calidad, para cubrir sus necesidades básicas de subsistencia, el desarrollo de la industria local y el desarrollo económico de la comunidad de Pasto Bueno en general.

## **1.3. OBJETIVO**

Diseñar la línea primaria en 22.9 kV Pampas – Pasto Bueno, para dotar de energía eléctrica a la población de Pasto Bueno, en la región Ancash.

## **1.4. NORMAS UTILIZADAS**

Para este diseño se utilizarán las siguientes normas:

- Código Nacional de electricidad – Utilización 2011
- Normas de la Dirección General de Electricidad para electrificación Rural.
- Código NESC
- Norma VDE 210
- REA Buletin 62-1
- Otras normas internacionales específicas.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **2.1. SECCIÓN MÁS ECONÓMICA DE UN CONDUCTOR**

En el caso de distribución, para la selección de esta sección del conductor, generalmente se toma en cuenta la caída de tensión. En el caso de líneas de transmisión el concepto de caída de tensión tiene menos importancia que el costo de pérdidas de energía y el costo inicial, entonces la mayor área de un conductor da el menor costo de energía ya que tendrá menores pérdidas, pero por otra parte se tendrá un incremento en el costo inicial, lo que establece un compromiso entre estos dos factores, por lo cual se debe hacer un balance adecuado analizando todos los factores que intervienen en forma cuidadosa.

Los gastos que en principio se tienen en una línea de transmisión completa son:

- El costo inicial del conductor mismo, que es directamente proporcional a la sección del conductor.
- Los costos de los postes, aisladores, y montaje de la línea aérea.

## 2.2. CAÍDA DE TENSIÓN EN LA LÍNEA

Existen varias maneras de obtener esta caída de tensión, pero para este proyecto se realizará de acorde con la NORMA DGE-018-2003, para sistemas trifásicos se han empleado las siguientes fórmulas:

$$\Delta V\% = \frac{PL(R_t + X_L \operatorname{tg}\phi)}{10V_L^2} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 2.1}$$

Se define:

$$\Delta V\% = K_1 PL \quad ; \quad K_1 = \frac{R_t + X_L \operatorname{tg}\phi}{10V_L^2}$$

Donde:

$\Delta V\%$  : Caída porcentual de tensión.

$K_1$  : Factor de caída de tensión

$P$  : Potencia, en kW.

$L$  : Longitud del tramo de línea, en km.

$V_L$  : Tensión entre fases, en kV.

$R_t$  : Resistencia del conductor, en  $\Omega / \text{km}$ .

$X_L$  : Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en  $\Omega/\text{km}$ .

$\phi$  : Ángulo de factor de potencia.

## 2.3. PÉRDIDAS EN UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Como generalmente el aislante natural en una línea de transmisión es el aire, se toma por perfecto, pero en realidad no es así, sobre todo cuando los niveles de tensión a transportar son muy altos, donde se producen corrientes de fuga, estas pérdidas son características a la línea y su manifestación es a través la componente transversal denominada perditanancia.

### 2.3.1. Tensión crítica disruptiva en una línea

Cuando los conductores de la línea alcanzan una diferencia de potencial lo suficientemente grande, que rebasa la rigidez dieléctrica del aire, (el aire se hace conductor), a esta tensión se le denomina tensión crítica disruptiva, se calcula mediante la fórmula de Peek:

$$E_c = 36.5 m_c m_f f_c \frac{D}{2} \ln\left(\frac{2d}{D}\right) \text{ kV} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2.2}$$

Donde:

$E_c$  : Tensión crítica disruptiva (kV).

$D$  : Diámetro del conductor (cm).

$d$  : Separación entre conductores (cm).

$m_c$  : Factor de corrección debido a la rugosidad del conductor

$m_c = 1$  (Para hilos lisos y pulidos).

$m_c = 0.95$  (Para hilos oxidados y ligeramente rugosos).

$m_c = 0.85$  (Para cables).

$m_t$  : Factor de corrección debido al estado higrométrico del aire.

$m_t = 1$  (Para tiempo seco).

$m_t = 0.8$  ( Para tiempo lluvioso).

$f_c$  : Factor de corrección debido a la densidad del aire.

$$f_c = \frac{3.926h}{273 + t_m} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2.3}$$

$t_m$  : Temperatura media en °C .

$h$  : Presión barométrica en cm de Hg.

$$\ln h = \ln 76 - 2.3 \frac{Alt}{18336} \quad (\text{Alt: altitud en m}) \dots\dots\dots \text{Ecuación 2.4}$$

### 2.3.2. Evaluación de Pérdidas

Las pérdidas en una línea expresadas en kW/km fase, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$P_c = \frac{241}{f_c} (f + 25) \sqrt{r \left( \frac{E}{3} - \frac{E_c}{3} \right)^2} \cdot 10^{-5} \text{ kW/km. fase } \dots\dots \text{Ecuación 2.5}$$

Donde:

$E$  : Tensión compuesta más elevada en la línea (kV).

$E_c$  : Tensión crítica compuesta (kV).

- $f_c$  : Factor de corrección debido a la densidad del aire (Ecuación 2.3).  
 $f$  : Frecuencia de operación de la línea (60Hz).  
 $r$  : Radio del conductor (cm).  
 $d$  : Separación entre conductores (cm).

De acuerdo a la **NORMA DGE-018-2003**, las pérdidas por efecto Joule se calculará de la siguiente manera:

$$P_J = \frac{P^2 r_1 L}{1000 V_L^2 (\cos^2 \phi)} \quad \text{kW} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2.6}$$

Donde:

- $P$  : Demanda de potencia (kW).  
 $r_1$  : Resistencia del conductor a temperatura de operación (Ohm).  
 $V_L$  : Tensión entre fases (kV).  
 $L$  : Longitud del circuito o tramo del circuito (km).  
 $\Phi$  : Ángulo del factor de potencia.

### 2.3.3. Perditancia

Como ya se mencionó la perditancia es una característica importante en una línea de transmisión, es conocida como la componente transversal de la línea, se produce por muchas causas, entre ellas las pérdidas corona y por el nivel de contaminación en el lugar de montaje.

Se evalúa de la siguiente manera:

$$G_K = \frac{3P_J}{E_C^2} 10^{-3} \quad \text{Siemens/km.fase} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 2.7}$$

Donde:

$G_K$  : Perditancia.

$P_J$  : Pérdidas en la línea (kW/km).

$E_C$  : Tensión crítica disruptiva de la línea (kV).

## 2.4. CAPACITANCIA DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Como se sabe, los conductores que se encuentran a diferentes niveles de tensión (potencial), son desde el punto de vista eléctrico equivalentes a las armaduras de un condensador y según los niveles de tensión, toman carga entre ellos y respecto a tierra.

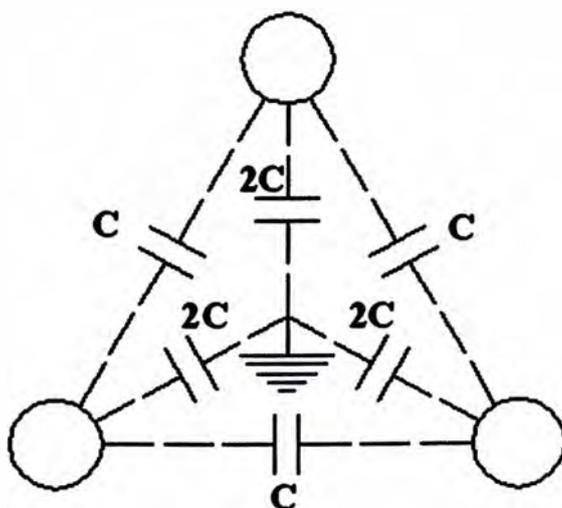


Figura N° 2.1: Modelo capacitivo de una terna de conductores

En forma general para calcular la capacidad de una línea se empleará la siguiente fórmula:

$$C = \frac{0.055}{\text{Ln} \frac{\text{DMG}}{r'}} \cdot 10^{-6} \text{ F/km} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2.8}$$

Donde:

DMG : Distancia media geométrica entre ejes de fases en mm.

$r'$  : Radio ficticio en mm, definido por:  $r' = (nrR^{n-1})^{1/n}$

$r$  : Radio del conductor (mm).

$R$  : Radio de la circunferencia que pasa por el centro de los conductores que forman la fase (mm).

$n$  : Número de conductores por fase.

## 2.5. PARÁMETROS DE LOS CONDUCTORES

Las fórmulas y valores descritas, son las que se generalmente se utilizan como base para el diseño de líneas de electrificación rural pues están de acorde con la NORMA DGE-018-2003.

### 2.5.1. Resistencia Eléctrica

Esta resistencia de los conductores se calculará mediante la fórmula recomendada por la DGE, la resistencia de los conductores a la temperatura de operación es:

$$R_t = R_{20} [1 + 0,0036 (t - 20^\circ)] (\Omega/\text{km}) \dots\dots \text{Ecuación 2.9}$$

Donde:

$R_t$  : Resistencia del conductor (ohm/km).

$R_{20}$  : Resistencia del conductor en c.c. a 20°C (ohm/km).

$t$  : Temperatura máxima de operación (°C).

### 2.5.2. Reactancia Inductiva

La reactancia inductiva para sistemas trifásicos equilibrados o balanceados se calcula con la expresión siguiente:

$$X_L = 377(0.5 + 4.6 \ln(\text{DMG}/r)) \times 10^{-4} (\Omega/\text{km}) \dots\dots \text{Ecuación 2.10}$$

Donde:

DMG : Distancia media geométrica (m).

$r$  : Radio del conductor (m).

Tabla N° 2.1: Características de los conductores

Sección mm <sup>2</sup>	Numero de alambres	Diámetro exterior (mm)	Diámetro de cada alambre (mm)	Resistencia eléctrica a 20°C(Ω/km)
25	7	6.3	2.1	1.370
35	7	7.5	2.5	0.966
50	7	9.0	3.0	0.671
70	19	10.5	2.1	0.507
95	19	12.5	2.5	0.358

## 2.6. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AISLAMIENTO

Para el cálculo aislamiento se ha tomado en cuenta los siguientes criterios.

- Aislamiento por Contaminación Ambiental
- Sobretensión a Frecuencia Industrial en Seco
- Sobretensión Atmosférica

### 2.6.1. Aislamiento requerido por Contaminación Ambiental

Tomando en cuenta la Norma IEC 815 “GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS”, Se tiene el siguiente cuadro, donde se muestra los niveles de aislamiento recomendados según la zona de contaminación.

Tabla N° 2.2: Longitud de fuga unitaria respecto al nivel de contaminación

Nivel de Contaminación	Longitud de Fuga Unitaria
Ligero	12 mm / kV
Medio	20 mm / kV
Pesado	25 mm / kV
Muy pesado	31 mm / kV

Para determinar la longitud de la línea de fuga: fase – tierra, requerida en el aislamiento, se ha considerado que el área del proyecto se caracteriza por ser una zona alejada del mar, entre los 3 000 y 4 000 msnm, expuesta a fuertes descargas atmosféricas (por encima de los 3 500 msnm) y frecuentes lluvias, lo que contribuye a la limpieza periódica de los aisladores. Por ello se

puede considerar para alturas mayores a 3 500 msnm, una zona de contaminación Media-Ligera: 15 mm/Kv.

La línea de fuga fase-tierra está dada por la siguiente expresión:

$$L_{FUGA} = L_{f0} \cdot U_{MAX} \cdot f_{ch} \dots\dots \text{Ecuación 2.11}$$

Donde:

$L_{FUGA}$  : Longitud de fuga fase-tierra requerida (mm).

$L_{f0}$  : Longitud de fuga unitaria en mm/kV $\phi$ - $\phi$  (Tabla N°2.2)

$U_{MAX}$  : Tensión Máxima de Servicio (kV)

$f_{ch}$  : Factor de Corrección por Altura

$$f_{ch} = 1 + 1.25 (\text{msnm} - 1\ 000) \times 10^{-4}$$

### **2.6.2. Aislamiento requerido por Sobretensión a Frecuencia Industrial en Seco**

Esta sobretensión se produce debido a fallas en el sistema en funcionamiento y está dada por la siguiente expresión:

$$V_{fi} = \frac{f_s \cdot V_{m\acute{a}x} \cdot H}{\sqrt{3 \cdot (1 - 3 \cdot \sigma) \cdot \delta^n \cdot fl}} \dots\dots \text{Ecuación 2.12}$$

Donde:

$f_s$  : Factor de sobretensión a frecuencia industrial (1,5)

$V_{m\acute{a}x}$  : Tensión máxima.

$H$  : Factor por Humedad.

n : Exponente empírico.

fl : Factor por lluvia.

$\sigma$  : Desviación estándar.

$\delta$  : Densidad relativa del aire

$$\delta = \frac{3.92 \times b}{273 + t} \quad \text{y} \quad \log(b) = \log 76 - \frac{\text{msnm}}{18336}$$

### **2.6.3. Aislamiento requerido por Sobretensión Atmosférica**

Al ser las líneas primarias sistemas de bajos niveles de aislamiento, del orden de 100 kV a 200 kV, las descargas atmosféricas son la mayor causa de fallas ocasionadas por los flameos por sobretensiones inducidas y directas sobre este tipo de líneas. Las líneas primarias se ven afectadas mayormente por sobretensiones inducidas que son inyectadas al sistema mediante el acoplamiento que puede ser conductivo a través del terreno y puesta a tierra de las estructuras, y los acoplamientos inductivos o capacitivos.

Estas sobretensiones tienen magnitudes menores que las producidas por descargas directas; de acuerdo con investigaciones de campo efectuadas (en USA y Sud-Africa), el valor máximo de estas sobretensiones, por lo general, no sobrepasa los 300 kV. Por lo que para limitar las salidas por efecto de las sobretensiones inducidas se han efectuado la combinación adecuada de los elementos de las estructuras (aisladores, y postes, crucetas y brazos de madera) de manera de obtener un nivel de aislamiento (CFO) de 300 kV.

A continuación se describe el procedimiento de cálculo del aislamiento requerido por descargas atmosféricas:

$$V_i = \frac{NBI}{(1 - N \cdot \sigma) \cdot \delta} \dots \text{Ecuación 2.13}$$

Donde:

NBI : Nivel Básico de Aislamiento.

N : Desviaciones estándar alrededor de la media.

$\sigma$  : Desviación estándar.

$\delta$  : Densidad relativa del aire

$$\delta = \frac{3.92 \times b}{273 + t} \quad \text{y} \quad \log(b) = \log 76 - \frac{\text{msnm}}{18336}$$

## 2.7. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

En concordancia con la Norma DGE-018-2003, los criterios para el dimensionamiento de las puestas a tierra en líneas primarias de electrificación rural son los siguientes:

- **Seguridad de las personas:** Toma en cuenta las tensiones de toque, paso y de transferencia que pueden representar un riesgo para las personas. A pesar que la línea atraviesa por zonas con escaso tránsito de personas, las bajadas de cobre (donde se use) se cubrirán (2.5m desde la base) con listones de madera.

- **Operación del sistema:** En sistemas sin neutro corrido, desde el punto de vista de operación del sistema la puesta a tierra de las estructuras de las líneas primarias no representa un papel importante, incluso podría prescindirse de ellas sin poner en riesgo la operación del sistema.
  
- **Descargas atmosféricas:** Las líneas primarias ubicadas en la sierra, debido a los recorridos por zonas naturalmente apantallados por cerros o árboles están más expuestas a sobretensiones por descargas indirectas, que por descargas directas, en tal sentido, se considera que la línea primaria estará expuesta básicamente a sobretensiones indirectas o inducidas.

En sistemas sin neutro corrido, el dimensionamiento de la puesta a tierra se ha basado en el Código Nacional de Electricidad Suministro, en el NESC y en normas sudafricanas, estas últimas están previstas para sistemas convencionales de media tensión (no necesariamente de electrificación rural) y para zonas con intensas descargas atmosféricas.

En vista de ello se instalará puestas a tierra en todas las estructuras que no llevan retenida. Asimismo en las estructuras con pararrayos estos se conectarán a su respectiva puesta a tierra.

En líneas primarias sin cable de guarda, el valor de resistencia de puesta a tierra no es importante; puede aceptarse, sin ningún inconveniente, valores hasta de 500  $\Omega$ , por lo que no es necesario medir la resistividad eléctrica del terreno, ni la resistencia de puesta a tierra luego de instalada.

Por lo indicado anteriormente, la puesta a tierra a utilizar en la línea es del tipo PAT0, y el conductor de bajada se iniciara a 0,60 m de la cruceta. La bajada del

conductor estará sujeta por grapas en U a 5cm hasta los 2,5 m de altura sobre el terreno y a 30 cm para el resto.

Asimismo se aprovechará la excavación de la cimentación del poste, para la colocación de la varilla de acero recubierto de cobre de 2.4 m. Esto permitirá no contar con una partida de excavación y relleno para la puesta a tierra tipo PAT0.

Como la excavación para cada estructura es de 2m de profundidad, la varilla de puesta a tierra deberá de golpearse de manera que no sobresalga en relación a la cimentación de su estructura.

En las estructuras de seccionamiento se ha considerado la instalación de puestas a tierra tipo PAT1 (pozo de tierra con tierra vegetal y tratado con sales). La excavación para este tipo de puesta a tierra deberá efectuarse a un costado de la correspondiente a su estructura.

### **2.7.1. Fórmula de cálculo para la resistencia de la puesta a tierra**

#### **Tipo PAT-1:**

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \ln \left[ \left( \frac{4L}{1.36 \cdot d} \right) \left( \frac{2H+L}{4H+L} \right) \right] \quad \Omega \dots \dots \text{Ecuación 2.14}$$

Donde:

$R_1$  : Resistencia de la puesta a tierra (ohm)

$\rho$  : Resistividad eléctrica del terreno (ohm-m)

$L$  : Longitud de la jabalina (m)

d      Diámetro de la jabalina (m),

H      Profundidad de enterramiento (m)

## 2.8. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

### 2.8.1. Demostración de la ecuación de la catenaria

Sea un conductor de longitud  $L$ (m) y peso específico  $W_R$ (N/m)

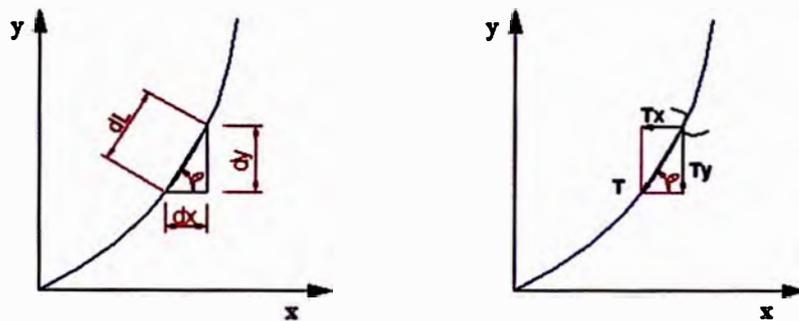


Figura N° 2.2: Diferencial de longitud del conductor

Se tiene:  $T_y = W_R \cdot L$  ;  $T_x = T_0$

$T_0$  : Tensión horizontal (constante a lo largo de la catenaria).

Del gráfico:

Tomamos un diferencial de longitud de conductor ( $dL$ )

$$dL = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx$$

$$\int_0^L dL = \int_0^x \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx \dots (1)$$

También:

$$\operatorname{Tg}\theta = \frac{T_y}{T_o} = \frac{W_R L}{T_o} = \frac{dy}{dx} = \frac{W_R}{T_o} \int_0^L dL \dots (2)$$

Reemplazando (1) en (2) se obtiene:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{W_R}{T_o} \int_0^x \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx$$

Derivando con respecto a x:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{W_R}{T_o} \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}$$

Haciendo un cambio de variable:  $\frac{dy}{dx} = u \rightarrow \frac{du}{dx} = \frac{W_R}{T_o} \sqrt{1 + u^2}$

$$\frac{du}{\sqrt{1 + u^2}} = \frac{W_R}{T_o} dx \quad \text{Integrando: } \frac{W_R}{T_o} x = \operatorname{Senh}^{-1}(u) + K_1$$

En el vértice se tiene:  $x = 0$ ;  $dy / dx = 0 \rightarrow K_1 = 0$

$$\frac{W_R}{T_o} x = \operatorname{Senh}^{-1}(u) \rightarrow \operatorname{Senh}\left(\frac{W_R}{T_o} x\right) = u = \frac{dy}{dx}$$

Integrando:

$$\int_0^y dy = \int_0^x \operatorname{senh}\left(\frac{W_R}{T_o} x\right) dx \rightarrow y = \frac{T_o}{W_R} \operatorname{Cosh}\left(\frac{W_R}{T_o} x\right) + K_2 \dots (3)$$

En el vértice se tiene:  $x = 0$  ;  $y = 0 \rightarrow K_2 = -\frac{T_o}{W_R}$

Reemplazando en la ecuación (3):

$$y + \frac{T_0}{W_R} = \frac{T_0}{W_R} \text{Cosh}\left(\frac{W_R}{T_0} x\right)$$

Haciendo traslación del eje "y", además haciendo  $T_0 / W_R = p$

Se obtiene la ecuación general de la catenaria

$$y = p \text{Cosh}\left(\frac{x}{p}\right) \dots \text{Ecuación 2.15}$$

### 2.8.2. Longitud de arco de la catenaria

$$dL = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx \dots (4)$$

De la ecuación general de la catenaria se tiene:

$$y = p \text{Cosh}\left(\frac{x}{p}\right) \rightarrow \frac{dy}{dx} = \text{Senh}\left(\frac{x}{p}\right)$$

Reemplazando en la ecuación (4) e integrando:  $\int_0^L dL = \int_0^x \text{Cosh}\left(\frac{x}{p}\right) dx$

$$L = p \text{Senh}\left(\frac{x}{p}\right) + K_3 ; \text{ Para } x = 0, L = 0 \rightarrow K_3 = 0$$

$$L = p \text{Senh}\left(\frac{x}{p}\right) \dots \text{Ecuación 2.16}$$

### 2.8.3. Tracción a lo largo de la catenaria

Del gráfico inicial:  $T = \sqrt{T_x^2 + T_y^2} = T_x \sqrt{1 + \left(\frac{T_y}{T_x}\right)^2} \dots\dots (5)$

De la ecuación (2) se obtiene:  $T = T_o \sqrt{1 + \left(\frac{L}{p}\right)^2}$

Reemplazando la ecuación de longitud:

$$T = T_o \text{Cosh}\left(\frac{x}{p}\right)$$

$$T = W_R y \dots\dots \text{Ecuación 2.17}$$

### 2.8.4. Fórmulas consideradas para cálculos mecánicos en vanos nivelados y desnivelados

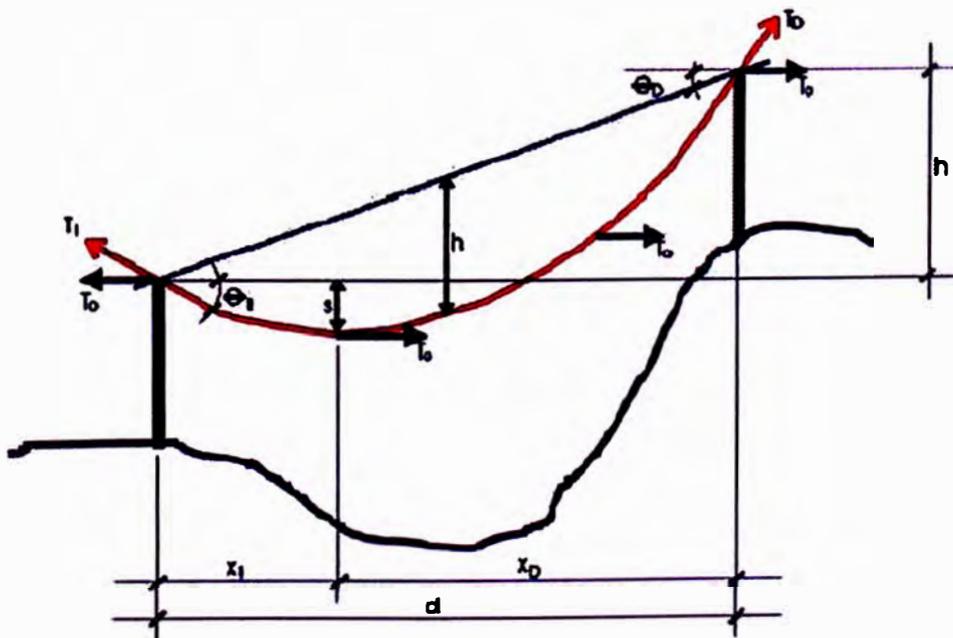


Figura N° 2.3: Vano desnivelado y parámetros a calcular

➤ **Esfuerzo del conductor en el extremo superior derecho**

Fórmula exacta:  $T_D = T_0 \text{Cosh}(X_D/p)$  ..... Ecuación 2.18

Fórmula aproximada:  $T_D = \sqrt{T_0^2 + (X_D W_R)^2}$  ..... Ecuación 2.19

➤ **Esfuerzo del conductor en el extremo superior izquierdo**

Fórmula exacta:  $T_I = T_0 \text{Cosh}(X_I/p)$  ..... Ecuación 2.20

Fórmula aproximada:  $T_I = \sqrt{T_0^2 + (X_I W_R)^2}$  ..... Ecuación 2.21

➤ **Ángulo del conductor respecto a la línea horizontal, en el apoyo derecho**

$$\theta_D = \text{Cos}^{-1}(T_0/T_D) \text{ ..... Ecuación 2.22}$$

➤ **Ángulo del conductor respecto a la línea horizontal, en el apoyo izquierdo**

$$\theta_I = \text{Cos}^{-1}(T_0/T_I) \text{ ..... Ecuación 2.23}$$

➤ **Distancia del punto más bajo de la catenaria al apoyo izquierdo**

Fórmula exacta:

$$x_I = -p \left[ \text{senh}^{-1} \left( \frac{h/d}{\sqrt{(\text{senh}(d/p))^2 - (\text{cosh}(d/p) - 1)^2}} \right) - \text{tgh}^{-1} \left( \frac{\text{cosh}(d/p) - 1}{\text{senh}(d/p)} \right) \right]$$

..... Ecuación 2.24

Fórmulas aproximadas:

$$x_i = \frac{d}{2} \left( 1 + \frac{h}{4f} \right) \dots\dots \text{Ecuación 2.25}$$

$$x_i = \frac{d}{2} - \frac{T_o}{W_R} \frac{h}{d} \dots\dots \text{Ecuación 2.26}$$

- **Distancia del punto más bajo de la catenaria al apoyo derecho**

$$x_D = d - x_i \dots\dots \text{Ecuación 2.27}$$

- **Longitud del conductor**

Fórmula exacta:

$$L = \sqrt{\left( 2p \operatorname{senh} \left( \frac{d}{2p} \right) \right)^2 + h^2} \dots\dots \text{Ecuación 2.28}$$

Fórmula aproximada:

$$L = \frac{d}{\cos \psi} + \frac{8f^2 \cos^3 \psi}{3d} \dots\dots \text{Ecuación 2.29}$$

Donde: 
$$\cos \psi = \frac{1}{\sqrt{1 + (h/d)^2}}$$

- **Flecha del conductor en terreno sin desnivel**

Fórmula exacta

$$f = p \left( \operatorname{Cosh} \left( \frac{d}{2p} \right) - 1 \right) \dots\dots \text{Ecuación 2.30}$$

Fórmulas aproximadas

$$f = \frac{W_R d^2}{8T_o} \dots \text{Ecuación 2.31} \quad ; \quad f = \frac{d^2}{8p} \dots \text{Ecuación 2.32}$$

➤ **Flecha del conductor en terreno desnivelado**

Fórmula exacta:

$$f = p \left( \text{Cosh} \left( \frac{x_1}{p} \right) - \text{Cosh} \left( \frac{\frac{d}{2} - x_1}{p} \right) \right) + \frac{h}{2} \dots \text{Ecuación 2.33}$$

Fórmulas aproximadas:

$$f = \frac{W_R d^2}{8T_o} \sqrt{1 + \left( \frac{h}{d} \right)^2} \dots \text{Ecuación 2.34}$$

$$f = \frac{d^2}{8p} \sqrt{1 + \left( \frac{h}{d} \right)^2} \dots \text{Ecuación 2.35}$$

$$p = \frac{T_o}{W_R} \dots \text{Ecuación 2.36}$$

➤ **Saeta del conductor**

Fórmula exacta:

$$s = p \left[ \text{Cosh} \left( \frac{x_1}{p} \right) - 1 \right] \dots \text{Ecuación 2.37}$$

Fórmulas aproximadas:

$$s = f \left[ 1 - \left( \frac{h}{4f} \right)^2 \right] \dots \text{Ecuación 2.38} ; \quad s = \frac{x_i^2}{2p} \dots \text{Ecuación 2.39}$$

➤ **Vano - Peso**

$$Vp = x_D(i) + x_i(i + 1) \dots \text{Ecuación 2.40}$$

➤ **Vano - Medio (Vano - Viento)**

$$VM = (d_i + d(i + 1))/2 \dots \text{Ecuación 2.41}$$

➤ **Vano ideal de regulación**

La tensión de un tramo de línea comprendido entre dos apoyos de anclaje, se calcula para un vano de longitud igual a la del vano regulador ( $d_r$ ). Este vano de regulación representará el vano con el cual se llevarán a cabo todos los cálculos para dicho tramo.

**Para vanos nivelados**

$$d_r = \frac{\sum_{i=1}^n d_i^3}{\sum_{i=1}^n d_i} \dots \text{Ecuación 2.42}$$

### Para vanos desnivelados

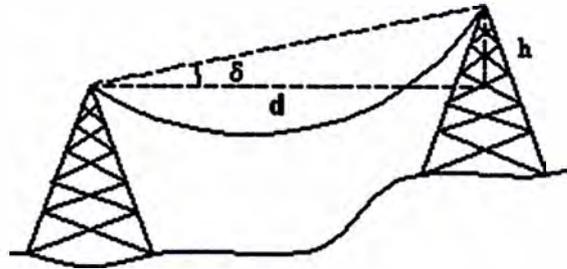


Figura N° 2.4: Vano de regulación en un vano desnivelado

$$d_r = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{d_i}{\cos^3(\delta_i)} \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{d_i}{\cos(\delta_i)} \right)} \quad \Bigg| \quad \frac{\sum_{i=1}^n d_i^3}{\sum_{i=1}^n d_i} \quad \dots \dots \text{Ecuación 2.43}$$

#### 2.8.5. Ecuación de cambio de estado

$$T_{02}^3 - \left[ T_{01} - \frac{d^2 W_{R1}^2 E \cdot \cos^3(\delta)}{24 S^2 T_{01}^2} - \alpha(t_2 - t_1) E \cdot \cos(\delta) \right] T_{02}^2 - \frac{d^2 W_{R2}^2 E \cdot \cos^3(\delta)}{24 S^2} = 0$$

..... Ecuación 2.44

Donde:

$T_{01}$  : Esfuerzo horizontal del conductor para la condición inicial (N/mm<sup>2</sup>)

$T_{02}$  : Esfuerzo horizontal del conductor para la condición final (N/mm<sup>2</sup>)

$d$  : Longitud del vano (m).

$E$  : Módulo de Elasticidad final del conductor (N/mm<sup>2</sup>).

$S$  : Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

- $W_{R1}$  : Peso del conductor para la condición inicial (N/m).
- $W_{R2}$  : Peso del conductor para la condición final (N/m).
- $t_1$  : Temperatura del conductor en la condición inicial ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- $t_2$  : Temperatura del conductor en la condición final ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- $\alpha$  : Coeficiente de expansión térmica ( $1/^{\circ}\text{C}$ ).
- $h$  : Desnivel de vano (m).
- $p$  : Parámetro del conductor en (m).
- $\delta$  : Ángulo de desnivel.

### 2.8.6. Sobrecarga en conductores

El conductor estará sometido a su propio peso, además afectarán otros factores, principalmente el viento y las capas de hielo que se forman en la superficie del conductor, esto debido a las condiciones climáticas en la zona donde estará tendida nuestra línea.

#### 2.8.6.1. Sobrecarga por viento

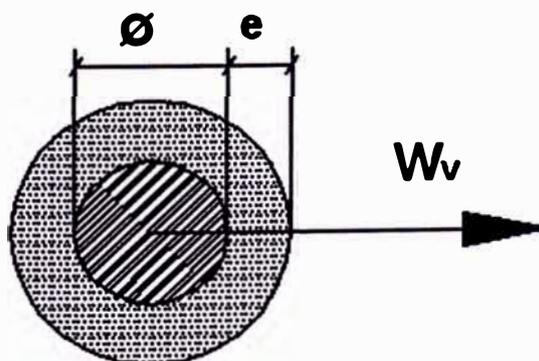


Figura N° 2.5: Conductor con manguito de hielo, afectado solo por viento.

Para alturas de poste menores de 40m y velocidades menores de 120 km/h, se utilizará la siguiente relación:

$$w_v = (0.00481)V_v^2(\phi + 2e) / 1000 \dots \text{Ecuación 2.45}$$

Donde:

$W_v$  : Sobrecarga de viento (kg/m).

$V_v$  : Velocidad del viento (km/h).

$e$  : Costra de hielo sobre el conductor (mm).

$\Phi$  : Diámetro del conductor (mm).

#### 2.8.6.2. Sobrecarga por hielo



Figura N° 2.6: Conductor con manguito de hielo, afectado solo por el hielo.

Esta sobrecarga se evalúa atendiendo al diámetro del conductor y al espesor de la capa de hielo que se forma de la siguiente manera:

$$W_h = 0.0029(e^2 + e.\phi) \dots \text{Ecuación 2.46}$$

Donde:

$W_h$  : Sobrecarga de hielo (kg/m).

$W_c$  : Peso del conductor (kg/m).

$\phi$  : Diámetro del conductor (mm).

$e$  : Espesor de la capa de hielo (mm).

### 2.8.6.3. Sobre carga por hielo y viento

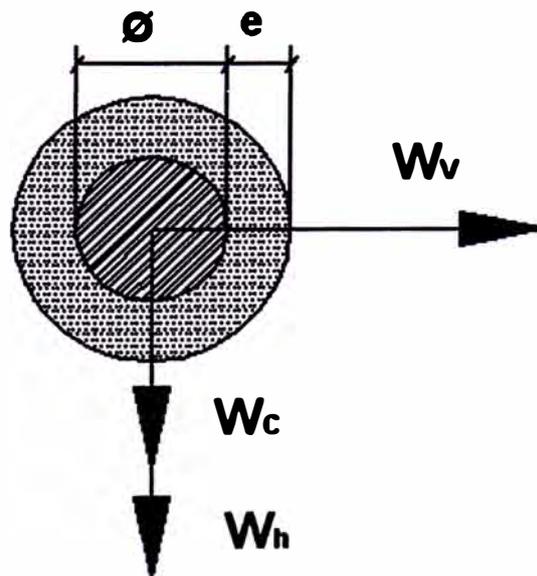


Figura N° 2.7: Conductor con manguito de hielo, afectado por el hielo y viento

$$W_R = \sqrt{((W_c + W_h)^2 + W_v^2)} \dots \text{Ecuación 2.47}$$

$W_R$  : Carga resultante (kg/m).

$W_c$  : Peso del conductor (kg/m).

$W_h$  : Sobrecarga de hielo (kg/m).

$W_v$  Sobrecarga de viento (kg/m).

Para las cargas de hielo y viento se consideran las fórmulas ya tratadas.

## 2.9. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS

Estos cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en los postes y cables de retenidas, de tal manera que en las condiciones más críticas, no se superen los esfuerzos máximos previstos y pongan en riesgo la seguridad de las personas y el desarrollo de la industria.

Los factores de seguridad respecto a la carga de rotura, de los postes en condiciones normales, serán las siguientes:

Postes de concreto armado	2
Postes de madera	2.2
Cruceta de madera	4
Cables de retenida	2
Deflexión máxima en postes de madera	4%

Para Desarrollar el cálculo mecánico de estructuras y definición de sus prestaciones mecánicas se han utilizado las siguientes fórmulas

### 2.9.2. Fórmulas utilizadas para el cálculo mecánico de estructuras

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

$$MVC = (P_v)(L)(\phi_c)(\sum H_i) \cos \frac{\alpha}{2} \dots \text{Ecuación 2.48}$$

- Momento debido a la carga de los conductores:

$$MTC = 2(T_c)(\sum H_i) \sin \frac{\alpha}{2} \dots \text{Ecuación 2.49}$$

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

$$MTR = T_c (\sum H_i) \dots \text{Ecuación 2.50}$$

- Momento debido al desequilibrio de cargas verticales:

$$MCW = (B_c)[(W_c)(L)(K_r) + WCA + WAD] \dots \text{Ecuación 2.51}$$

- Momento debido a la carga del viento sobre la estructura:

$$MVP = \frac{(P_v)(h_l)^2 (D_m + 2D_o)}{600} \dots \text{Ecuación 2.52}$$

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

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP \dots \text{Ecuación 2.53}$$

- Momento total en estructura terminales:

$$MRN = MTC + MVP \dots \text{Ecuación 2.54}$$

- Esfuerzo del poste de madera en la línea de empotramiento, para hipótesis de condiciones normales:

$$R_H = \frac{MRN}{3.13 \times 10^{-5} \times (C)^3} \dots\dots \text{Ecuación 2.55}$$

- Deflexión Máxima del poste de madera:

$$\delta = \frac{MRN}{3EI} \leq 4\% \dots\dots \text{Ecuación 2.56}$$

$$I = \frac{\pi(Dm)^3 \cdot D_o}{64} \dots\dots \text{Ecuación 2.57}$$

- Carga en la punta del poste de concreto en condiciones normales

$$Q_N = \frac{MRN}{(hl - 0.15)} \dots\dots \text{Ecuación 2.58}$$

- Esfuerzo a la deflexión en crucetas de madera

$$R_C = \frac{Ma}{W_s} \dots\dots \text{Ecuación 2.59 ;}$$

$$W_s = \frac{b(h_c)^2}{6} ; Ma = (\sum Qv)(Bc)$$

Donde:

Pv : Presión del viento sobre superficies cilíndricas (Pa).

L : Longitud del vano-viento (m).

Tc : Carga del conductor (kg).

- $\phi_c$  : Diámetro del conductor (m).
- $K_r$  : Relación entre el vano peso y vano viento.
- $\alpha$  : Ángulo de desvío topográfico.
- $D_o$  : Diámetro del poste en la cabeza (cm).
- $D_m$  : Diámetro del poste en la línea de empotramiento (cm).
- $h_l$  : Altura libre del poste (m).
- $H_i$  : Altura de la carga  $i$  en la estructura con respecto al suelo (m).
- $W_c$  : Peso del conductor (N/m).
- $W_{CA}$  : Peso del aislador tipo PIN o cadena de aislador (N)
- $W_{AD}$  : Peso de un hombre con herramientas (igual a 1000 N).
- $C$  : Circunferencia del poste en la línea de empotramiento (cm).
- $E$  : Módulo de Elasticidad del poste (N/cm<sup>2</sup>)
- $I$  : Momento de inercia (cm<sup>4</sup>)
- $L_p$  : Longitud total del poste (m).
- $F_p$  : Fuerza equivalente en la punta (N)
- $\Sigma Q_v$  : Sumatoria de cargas verticales (incluye el peso del aislador, conductor y de un hombre con herramientas, en newton).
- $B_c$  : Brazo de la cruceta (m).
- $h_c$  : Lado de la cruceta paralelo a la carga (cm).

- b : Lado de la cruceta perpendicular a la carga (cm).
- $\delta$  : Variación porcentual de la deflexión.

## 2.10. DETERMINACIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Esta sección trata sobre la elección de unas buenas medidas para la cimentación, y así tener la plena seguridad que el poste no volcará, cuando se haya izado y montado el equipo electromecánico. Se tiene que verificar que el momento resistente es mayor al momento actuante.

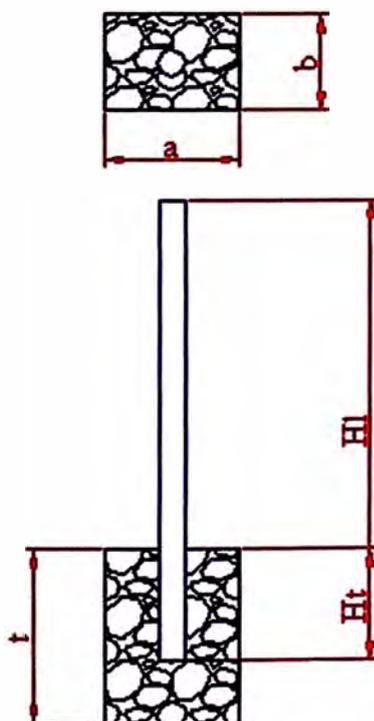


Figura N° 2.8: Características longitudinales del poste y la cimentación

Para postes de concreto se aplica la siguiente fórmula empírica:

**Momento resistente ( $M_r$ ) > Momento actuante ( $M_a$ )**

$$\frac{P}{2} \left( a - \frac{4P}{3bF} \right) + Cbt^3 > F_p (H_L + H_T) \dots \dots \text{Ecuación 2.60}$$

Donde:

- C : Coeficiente definido por la densidad del terreno y el ángulo de talud ( $\text{kg/m}^3$ ).
- a : Ancho del macizo (m).
- b : Largo del macizo (m).
- F : Presión admisible del terreno ( $\text{kg/m}^2$ ).
- $F_p$  : Fuerza que admite la punta del poste (kg).
- M : Peso específico del concreto ( $\text{kg/m}^3$ ).
- t : Profundidad del macizo (m).
- $H_L$  : Altura libre del poste (m).
- $H_T$  : Profundidad empotrada del poste (m).
- $D_B$  : Diámetro en la base del poste (m).
- $D_{emp}$  : Diámetro en la línea de empotramiento (m).
- P : Peso total (poste, equipos, macizo) (kg)

$$P = P_{\text{peso poste}} + P_{\text{peso crucetas y accesorios}} + P_{\text{peso macizo (solo concreto)}}$$

## CAPÍTULO III

### DISEÑO DE LA LÍNEA

#### 3.1. CÁLCULO DE LA MÁXIMA DEMANDA

Según los trabajos en campo, la cantidad y las características de las cargas son:

Tabla N° 3.1: Número de lotes

<b>Cantidad</b>	<b>Energía contratada(kW)</b>	<b>f.s.</b>
2157	0.8	0.5

Tabla N° 3.2: Número de lámparas

<b>Cantidad</b>	<b>Energía por Lámpara (kW)</b>	<b>f.s.</b>
711	0.0816	1

Tabla N° 3.3: Número de cargas especiales

<b>Cantidad</b>	<b>Energía contratada (kW)</b>	<b>f.s.</b>
10	73	1

Por lo tanto la máxima demanda actual será:  $P_{ACT} = 1\ 650.8\ Kw$

El diseño se realizará para un tiempo de 20 años, y con una tasa de crecimiento “i” del 3% (población rural):

$$P_{PROY} = P_{ACT} \cdot (1 + i)^n \quad kW \dots\dots \text{Ecuación 3.1}$$

$P_{PROY}$  : Potencia proyectada (kW).

$P_{ACT}$  : Potencia Actual (kW).

i : Tasa de crecimiento anual.

n : Tiempo de proyección (Años)

$$\rightarrow P_{Proy} = 2.981\ MW \Leftrightarrow 3\ MW$$

### 3.2. SELECCIÓN DE LA RUTA PARA LA LÍNEA

El planteamiento y selección del trazo de la ruta de una línea se basará en forma general de los siguientes criterios y normas enumeradas en orden de importancia:

- Evitar el paso por zonas con vestigios arqueológicos.
- Evitar el paso por zonas protegidas por el estado. (Decreto Supremo N° 010-90-AG).
- Evitar el paso por terrenos inundables, suelos hidromórficos, cauces naturales provocados por lluvias, terrenos con pendiente pronunciada en los que sean frecuentes las caídas de piedras y/o árboles y geológicamente inestables.
- Minimizar la afectación de terrenos de propiedad privada.

- Desarrollo del trazo de la ruta cercana a las carreteras, aprovechando accesos existentes como trochas comunales; y respetando los derechos de vía en las carreteras. Esto permitirá la reducción de los impactos al área de influencia del proyecto, que implica crear menos accesos para el transporte, construcción, operación y mantenimiento de la obra.
- Minimizar los fuertes ángulos de desvío, lo cual implica optimizar los suministros de materiales.

### **3.2.1. Trabajos Topográficos**

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace el trabajo de campo. Se plantea la ruta de la línea con el equipo topográfico, obteniendo la tabla N° 3.4, de la cual se puede mencionar:

Longitud Total de la línea: 7 027.74 m

- Altura mínima: 3 421.43 m.s.n.m
- Altura máxima: 3 720 m.s.n.m

Las mediciones fueron realizadas por un equipo de estación total.

Tabla N° 3.4: Resultados de los trabajos topográficos

PUNTO	ACUMULADA(m)	COTA(m.s.n.m)	ÁNGULO(°)	TIPO DE ESTRUCTURA	TERRENO	VANO ADELANTE (m)	DESNIVEL(m)
0	-	3720.00	0	DS(Existente)	Eriazo	18.45 (f)	-
1	18.45	3717.00	0	TSHM	Eriazo	21.37 (f)	3
2	39.82	3718.05	(+)20° 14' 20"	A2	Cultivo	65.45	-1.05
3	105.27	3722.62	0	R	Eriazo	327.52	-4.57
4	432.79	3644.23	0	PRH	Eriazo	502.08	78.39
5	934.87	3551.41	0	PSH	Eriazo	175.97	92.82
6	1110.84	3529.39	0	S3-2	Eriazo	771.88	22.02
7	1882.72	3502.45	(-) 31° 54' 40"	S3-2	Eriazo	834.55	26.94
8	2717.27	3469.01	0	S3-2	Eriazo	977.41	33.44
9	3694.68	3500.31	0	S3-2	Eriazo	327.62	-31.30
10	4022.30	3565.83	0	S	Eriazo	98.62	-65.52
11	4120.92	3584.07	(+) 49° 57' 40"	A3	Eriazo	108.95	-18.24
12	4229.87	3586.38	(+) 26° 39' 00"	S3-2	Eriazo	750.77	-2.31
13	4980.64	3421.43	0	S3-2	Eriazo	651.18	164.95
14	5631.82	3504.70	(+) 4° 00' 00"	S3-2	Eriazo	506.82	-83.27
15	6138.64	3478.60	0	PSH	Eriazo	467.59	26.10
16	6606.23	3505.22	0	PSH	Eriazo	290.48	-26.62
17	6896.71	3518.00	(-) 4° 42' 20"	R	Eriazo	131.03	-12.78
18	7027.74	3505.87	0	A2	Eriazo	0	12.13

Tabla N° 3.5: Tramos y vanos equivalentes

TRAMO	PUNTOS	VANO EQUIVALENTE (m)
1	0 - 1	18.45
2	1 - 2	21.37
3	2 - 3	65.45
4	3 - 4	327.52
5	4 - 5 -6	678.77
6	6 - 7	771.88
7	7 - 8	834.55
8	8 - 9	977.41
9	9 -10 - 11 - 12	535.19
10	12 - 13	750.77
11	13 - 14	651.18
12	14 - 15 -16 -17	1264.89
13	17 - 18	131.03

Los vanos equivalentes presentados en la tabla 3.5, se utilizarán para los cálculos correspondientes.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS BÁSICAS DEL SISTEMA

Para efectos del diseño eléctrico de la línea se tendrán en cuenta las siguientes características:

- Tensión Nominal de la Red : 22.9 kV
- Tensión Máxima de Servicio : 25.0 Kv
- Potencia a suministrar : 3 MW
- Frecuencia Nominal : 60 Hz

- Altitud en el área del proyecto : 3 421 - 3 720 m.s.n.m.
- Factor de Potencia : 0.9 (atraso)
- Nivel básico de aislamiento al impulso: 150 kV pico
- Longitud del circuito : 7.0277 km

Estos datos básicos servirán para los cálculos correspondientes y así determinar los demás parámetros de la línea.

### 3.4. CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR

Para esta sección se usará las hipótesis de cálculo mecánico, los valores tomados están de acuerdo con las condiciones climatológicas de la zona del proyecto.

<b>Hipótesis I</b>	:	<b>EDS Tensión de cada día (inicial)</b>
Temperatura	:	15 °C
Velocidad de viento	:	nulo
Espesor de hielo	:	nulo
Esfuerzo EDS	:	18 % Tr

**Hipótesis II** : **EDS Tensión de cada día (final)**

Temperatura : 15 °C

Velocidad de viento : nulo

Espesor de hielo : nulo

Esfuerzo EDS : 15 % Tr

**Hipótesis III** : **Máximo Esfuerzo (con viento)**

Temperatura : 5 °C

Velocidad de viento : 29.9 m/s (107.64 km / h )

Espesor de hielo : 0 mm

**Hipótesis IV** : **Máxima carga de hielo**

Temperatura : 0 °C

Velocidad del viento : nulo

Espesor de hielo : 6 mm

**Hipótesis V** : **Carga de hielo y carga de viento**

Temperatura mínima : 0 °C

Velocidad del viento : 14.5 m/s (52.2 km / h)

Espesor de hielo : 3mm

**Hipótesis VI** : **Temperatura máxima**

Temperatura : 50 °C

Presión de viento : nulo

Espesor de hielo : 0 mm

Se puede realizar el cálculo para varios tipos de conductores, con el fin de ver quien cumple con las características del proyecto y requisitos establecidos por las normas.

Para este caso en particular, se tomará el conductor de Aleación de Aluminio de 120 mm<sup>2</sup>, cuyos datos se presentan:

**Tabla N° 3.6: Datos del conductor de 120 mm<sup>2</sup>**

Tipo de conductor	AAAC
Sección (real)	116.99 mm <sup>2</sup>
Diámetro	14 mm
Carga de rotura	35 320 N
Peso unitario ( $W_C$ )	0.322 kg/m
Módulo de elasticidad	60820 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de dilatación	0.000023 1/°C
Resistencia Eléctrica a 20°C	0.285 Ω/km

Aplicando las ecuaciones de cambio de estado y las ecuaciones de sobrecarga visto en Capítulo II, se obtiene el siguiente cuadro:

Tabla N° 3.7: Esfuerzo izquierdo y derecho en el conductor, para las hipótesis de cambio de estado

	<b>DESNIVEL</b>	<b>VANO</b>	<b>HIPÓTESIS I</b>		<b>HIPÓTESIS II</b>		<b>HIPÓTESIS III</b>	
<b>TRAMO</b>	<b>h(m)</b>	<b>d(m)</b>	<b>T.I.(N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>T.D.(N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>T.I.(N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>T.D.(N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>T.I.(N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>T.D.(N/mm<sup>2</sup>)</b>
2 - 3	4.59	65.45	49.061	49.067	40.899	40.905	63.386	63.401
3 - 4	-78.39	327.52	50.166	50.066	42.218	42.118	95.872	95.609
4 - 6	0.00	441.30	51.015	51.015	43.252	43.252	104.207	104.207
6 - 7	-26.94	771.88	55.228	55.192	48.363	48.327	123.447	123.352
7 - 8	-33.35	834.55	56.303	56.259	49.678	49.633	127.409	127.291
8 - 9	31.21	977.41	59.048	59.090	53.062	53.105	137.160	137.274
9 - 12	0.00	264.40	49.733	49.733	41.707	41.707	91.208	91.208
12 - 13	-164.95	750.77	54.978	54.762	48.040	47.820	122.179	121.600
13 - 14	83.27	651.18	53.345	53.454	46.084	46.194	116.021	116.310
14 - 17	0.00	450.07	51.096	51.096	43.349	43.349	104.739	104.739
17 - 18	12.13	131.03	49.187	49.203	41.052	41.068	74.850	74.890

Tabla N° 3.7: Esfuerzo izquierdo y derecho en el conductor, para las hipótesis de cambio de estado (continuación)

TRAMO	DESNIVEL	VANO	HIPÓTESIS IV		HIPÓTESIS V		HIPÓTESIS VI	
	h(m)	d(m)	T.I.(N/mm <sup>2</sup> )	T.D.(N/mm <sup>2</sup> )	T.I.(N/mm <sup>2</sup> )	T.D.(N/mm <sup>2</sup> )	T.I.(N/mm <sup>2</sup> )	T.D.(N/mm <sup>2</sup> )
2 - 3	4.59	65.45	65.113	65.126	62.717	62.727	16.285	16.290
3 - 4	-78.39	327.52	81.738	81.530	68.895	68.728	36.165	36.065
4 - 6	0.00	441.30	86.474	86.474	71.397	71.397	39.642	39.642
6 - 7	-26.94	771.88	99.479	99.404	80.512	80.451	47.194	47.157
7 - 8	-33.35	834.55	102.414	102.320	82.753	82.678	48.711	48.666
8 - 9	31.21	977.41	109.793	109.883	88.483	88.555	52.437	52.480
9 - 12	0.00	264.40	79.223	79.223	67.733	67.733	33.809	33.809
12 - 13	-164.95	750.77	98.625	98.166	79.913	79.545	46.740	46.519
13 - 14	83.27	651.18	94.160	94.389	76.562	76.745	44.350	44.460
14 - 17	0.00	450.07	86.793	86.793	71.589	71.589	39.861	39.861
17 - 18	12.13	131.03	70.630	70.662	64.468	64.494	24.716	24.731

En la tabla N° 3.7 se puede apreciar que los máximos esfuerzos del conductor se dan en la hipótesis III, con vano  $d = 977$  m, entre los tramos 8 – 9, con esfuerzo de extremo derecho T.D. =  $137.274 \text{ N/mm}^2$ .

Considerando el esfuerzo de rotura del conductor:  $\sigma_{\text{Rot}} = 301.9 \text{ N/mm}^2$ .

$$\text{Factor de seguridad} = 301.90 / 137.274 = 2.2$$

Con lo cual se asegura el buen funcionamiento del sistema.

### 3.5. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS

#### 3.5.1. Selección de apoyos

Para este proyecto se utilizarán como apoyos postes de madera, por los siguientes motivos:

Vanos relativamente cortos.

Ligereza, por consiguiente facilidad y rapidez en la instalación del sistema eléctrico.

Transporte relativamente más fácil para lugares alejados.

El impacto ambiental que produce será menor que el poste de concreto.

Bajo precio con respecto los postes de concreto.

Como se mencionó en el Capítulo II, los factores de seguridad respecto a la carga de rotura, en condiciones normales serán:

- Postes de madera 2.2
- Cruceta de madera 4
- Cables de retenida 2
- Deflexión máxima en postes de madera 4%

Tabla N° 3.8: Datos técnicos de los postes de madera tratada

Datos Técnicos	Clase 4	Clase 5
Longitud	13.72 m	
Diámetro mínimo en la cima	16.9 cm	15.7 cm
Diámetro en la línea de empotramiento	28.3 cm	26.3 cm
Carga de rotura a 610 mm de la cima (kN)	10.67	8.45
Esfuerzo máximo a la flexión (MPa)	55.16	
Módulo de Elasticidad (MPa)	12 400	
Masa por Unidad (kg)		

Tabla N° 3.9: Consideraciones de diseño

Descripción	Clase 5	Clase 6
Longitud de empotramiento (m)	1.80	1.80
Longitud libre del poste (m)	11.92	11.92
Coefficiente de seguridad en condiciones normales	2.2	2.2
Deflexión Máxima ( $\delta\%$ )	4%	4%

Para el cálculo de estructuras, se analizarán las fuerzas sobre un poste de alineamiento sin retenida, en condiciones de EDS final (según norma).

Considerando el armado de alineamiento que se muestra en la figura N° 3.1, pues el conductor es de un diámetro considerable (120 mm<sup>2</sup>).

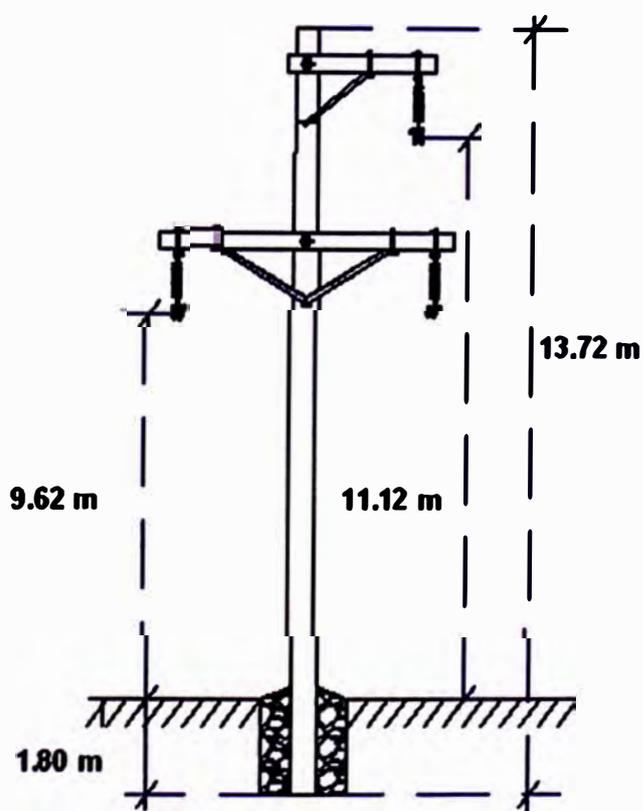


Figura N° 3.1: Poste de alineamiento

### 3.5.2. Momento debido a la carga del viento sobre los conductores

$$MVC = P_v \cdot \phi_c L \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sum H_i \quad \dots \text{Ecuación 2.48}$$

Tabla N° 3.10

<b>RESULTADOS</b>	
P <sub>v</sub> (Pa)	475.041
Φ (m)	0.012361
L (m)	212.81
ΣH <sub>i</sub> (m)	30.36

### 3.5.3. Momento debido a la tracción en los conductores

Esta fuerza se calculará para las condiciones de EDS final.

$$MTR = 2.T_c (\Sigma H_i) . \text{sen} \left( \frac{\alpha}{2} \right) \dots\dots \text{Ecuación 2.49}$$

Tabla N° 3.11

<b>RESULTADOS</b>	
T <sub>c</sub> (kN)	12.70
ΣH <sub>i</sub> (m)	30.36

### 3.5.4. Momento del viento sobre la estructura

$$MVP = \frac{(P_v) \cdot (hl)^2 (D_m + 2D_o)}{600} \dots\dots \text{Ecuación 2.52}$$

Tabla N° 3.12

<b>RESULTADOS</b>	
P <sub>v</sub> (Pa)	475.041
hl (m)	11.92
D <sub>o</sub> (cm)	16.9
D <sub>m</sub> (cm)	28.3
<b>MVP (kN.m)</b>	<b>6.986</b>

### 3.5.5. Momento debido al desequilibrio de fuerzas verticales

$$MCW = (B_c) [(W_c)(L)(K_r) + WCA + WAD] \dots \text{Ecuación 2.51}$$

Tabla N° 3.13

<b>RESULTADOS</b>	
B <sub>c</sub> (m)	0.975
W <sub>c</sub> (N/m)	3.1582
L(m)	212.81
K <sub>r</sub>	1.004276
WCA (N)	7.848
WDA (N)	1000
<b>MCW (kN.m)</b>	<b>1.641</b>

Con los datos anteriores, para postes de madera, conductor AAAC de 120 mm<sup>2</sup> de sección y para condiciones EDS final se construye la siguiente tabla:

Tabla N° 3.14: Momento total sobre la estructura

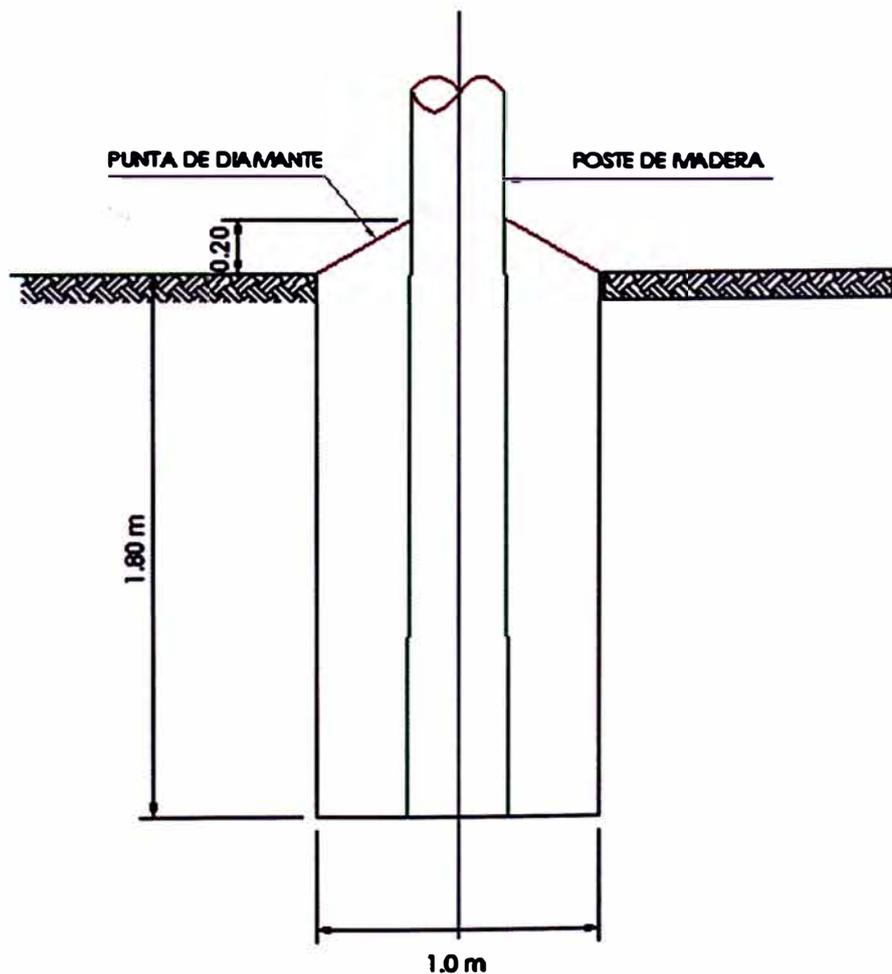
$\alpha(^{\circ})$	MCV(kN.m)	MTC(kN.m)	MCW(kN.m)	MVP(kN.m)	MRN(kN.m) (TOTAL)	$\delta \leq 0.04$
5 <sup>o</sup>	37.902	14.112	1.641	6.986	60.640	0.0086696
10 <sup>o</sup>	37.793	28.196	1.641	6.986	74.616	0.0106678
15 <sup>o</sup>	37.613	42.227	1.641	6.986	88.467	0.01264803
20 <sup>o</sup>	37.361	56.178	1.641	6.986	102.166	0.01460654
25 <sup>o</sup>	37.038	70.022	1.641	6.986	115.687	0.0165396
30 <sup>o</sup>	36.645	83.732	1.641	6.986	129.004	0.01844351
35 <sup>o</sup>	36.182	97.283	1.641	6.986	142.092	0.02031467
40 <sup>o</sup>	35.650	110.649	1.641	6.986	154.925	0.0221495
45 <sup>o</sup>	35.050	123.804	1.641	6.986	167.481	0.02394452
50 <sup>o</sup>	34.383	136.724	1.641	6.986	179.734	0.02569631
55 <sup>o</sup>	33.651	149.383	1.641	6.986	191.661	0.02740153
60 <sup>o</sup>	32.855	161.758	1.641	6.986	203.240	0.02905693
65 <sup>o</sup>	31.996	173.825	1.641	6.986	214.448	0.03065938
70 <sup>o</sup>	31.077	185.561	1.641	6.986	225.265	0.03220581
75 <sup>o</sup>	30.098	196.944	1.641	6.986	235.669	0.03369328
80 <sup>o</sup>	29.062	207.952	1.641	6.986	245.641	0.03511896
85 <sup>o</sup>	27.971	218.564	1.641	6.986	255.162	0.03648014
90 <sup>o</sup>	26.826	228.760	1.641	6.986	264.213	0.03777422

Se puede observar que para ángulos extremos ( $\alpha > 70^{\circ}$ ), la deflexión ( $\delta$ ) sigue siendo menor que la máxima permitida ( $\delta < 0.04$ ), con lo que se puede concluir que el poste soporta estas condiciones y no se rompe.

### 3.6. VERIFICACIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Para postes de madera no se hace una cimentación, solo se coloca directamente el poste, se utiliza una combinación de piedras y tierra apisonada para que el poste no vuelque. Algunos utilizan la ecuación de Sulzerberg para efectuar los cálculos, pero no está comprobado que funcione para empotramientos directos en tierra.

Se utilizará un hoyo de superficie cuadrada de 1.0 m de lado y una profundidad de 1.80 m pues en la práctica presenta muy buenos niveles de resistencia.



### 3.7. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Se verificarán los parámetros eléctricos del conductor seleccionado en cálculos mecánicos y así determinar si cumple con las condiciones de operación y las recomendaciones técnicas específicas.

Asumiendo que la temperatura máxima de operación es de 40 °C, se tomarán los valores indicados en la NORMA DGE-018-2003.

Para el conductor de aleación de aluminio de 120 mm<sup>2</sup> de sección nominal, se tiene:

#### 3.7.1. Resistencia Eléctrica

De acuerdo a la ecuación 2.9:

$$R_t = 0.304 \Omega / \text{km}$$

#### 3.7.2. Reactancia Inductiva

De acuerdo a la ecuación 2.10:

$$X_L = 0.444 \Omega / \text{km}$$

### 3.7.3. Cálculo de la caída de tensión y pérdidas por efecto Joule

De acuerdo a la ecuación 2.1 y 2.6, se obtienen valores para cada tramo de la línea:

Tabla N° 3.15: Caída de tensión y pérdida de potencia

Tramo	Longitud del tramo (m)	$\Delta V(\%)$	$P_j(\text{Kw})$
1	18.45	0.005	0.119
2	21.37	0.006	0.138
3	65.45	0.019	0.422
4	327.52	0.097	2.110
5	678.77	0.202	4.372
6	771.88	0.229	4.972
7	834.55	0.248	5.375
8	977.41	0.290	6.296
9	535.19	0.159	3.447
10	750.77	0.223	4.836
11	651.18	0.193	4.194
12	1264.89	0.376	8.147
13	131.03	0.039	0.844

### 3.7.4. Capacitancia de la línea

De la Ecuación 2.8 y para  $DMG = 1.98 \text{ m}$ ;  $r' = 7 \text{ mm}$  :

$$\rightarrow C = 9.74 \times 10^{-9} \text{ F/km}$$

*Observación: DGM, se calcula para una estructura de alineamiento, las medidas se toma del armado correspondiente (ver planos).*

### 3.7.5. Perditancia de la línea

De la Ecuación 2.2 se calculará la **tensión crítica disruptiva** para:

$$D = 1.4 \text{ cm}; \quad f_c = 0.6497 \quad (h = 3\,720 \text{ msnm}, \text{Temp}_{\text{med}} = 15^\circ\text{C}); \quad m_c = 1;$$

$$m_t = 1; \quad d = 150.74 \text{ cm} \quad (\text{la menor distancia entre conductores})$$

$$\rightarrow \quad E_c = 89.179 \text{ kV}$$

Se observa que la tensión máxima de servicio es de 25kV y la tensión crítica disruptiva es 89.179 kV ( $E_{\text{máx}} < E_c$ ), esto quiere decir que para esta línea la perditancia no es relevante.

**Finalmente los parámetros totales de la línea serán:**

$$R_{\text{TOTAL}} = R_T(7.027) = 2.136 \, \Omega$$

$$X_{\text{TOTAL}} = X_L(7.027) = 3.120 \, \Omega$$

$$B_{\text{TOTAL}} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot (7.027) = 2.5804 \times 10^{-5} \text{ S} \rightarrow \frac{B_{\text{TOTAL}}}{2} = 1.2902 \times 10^{-5} \text{ S}$$

### 3.8. MODELO CIRCUITAL DE LA LÍNEA

Considerando una línea corta y mediante el modelamiento de una línea de transmisión con parámetros concentrados se tiene:

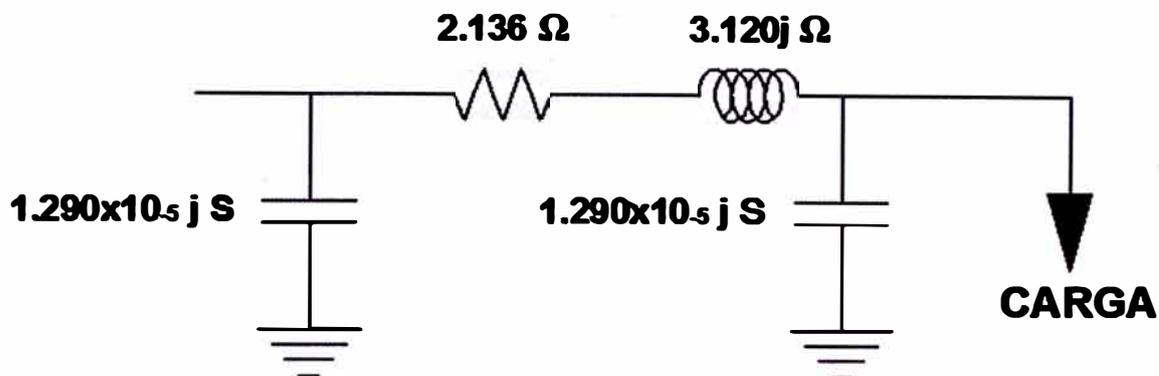


Figura N° 3.2: Modelo circuital de la línea

### 3.9. CÁLCULO DEL NIVEL DE AISLAMIENTO

La relación entre la máxima tensión de servicio y la tensión nominal se ha tomado igual a 1.1 de acuerdo a la recomendación dada por la Norma IEC 38, con lo cual las condiciones generales para el aislamiento son:

Tabla N° 3.16: Condiciones del sistema para aislamiento

Tensión nominal (entre fases) (kV)	Tensión máxima entre fases (kV)	Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra (kV)
22.9	25	125	50

### 3.9.1. Aislamiento requerido por Contaminación Ambiental

Según lo establecido en el Capítulo II, se asume una zona de contaminación media-Ligera con  $L_{fo} = 15 \text{ mm/kV}$ ; se calcula  $f_{ch}$  y con la ecuación 2.11, se obtiene  $L_{FUGA}$

Tabla N° 3.17: Resultados del aislamiento por contaminación ambiental

$f_{ch}$	$L_{fo}$	$U_{MAX}$	$L_{FUGA}(\text{mm})$
1.34	15	25	502

### 3.9.2. Aislamiento requerido por Sobretensión a Frecuencia Industrial en Seco

De la ecuación 2.12, reemplazando valores se obtiene:

Para  $t = 15 \text{ °C}$  y  $m.s.n.m. = 3\ 720 \text{ m}$   $\rightarrow \delta = 0,6484$

Tabla N° 3.18: Resultados del aislamiento por sobretensión a frecuencia Industrial en seco

Descripción	$V_{fi} \text{ (kV)}$
Hasta 3720 m.s.n.m.	42.79

### 3.9.3. Aislamiento requerido por Sobretensión Atmosférica

Aplicando la ecuación 2.13 se obtiene:

Tabla N° 3.19: Resultados del aislamiento por sobretensión atmosférica

Descripción	$V_i \text{ (kV)}$
Hasta 3720 m.s.n.m.	197.529

### 3.9.4. Resumen del cálculo del aislamiento

Tabla N° 3.20

Altitud (m.s.n.m).	3 720
Longitud de Línea de Fuga (mm)	502
Tensión de Sostenimiento a frecuencia Industrial (kV)	42.79
Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 kVp (kV)	197.529

De la tabla N° 3.19 se puede plantear el uso de aisladores poliméricos por las siguientes razones:

- Aislador con alta resistencia mecánica a la tracción (sección del conductor de 120 mm<sup>2</sup>).
- Buenas propiedades eléctricas (sostenimiento a frecuencia industrial y al impulso).
- Ligereza y maniobrabilidad, lo cual nos hace más fácil el transporte a obra y el montaje.

#### **Características de los Aisladores Poliméricos de suspensión**

- Material Núcleo : Fibra de vidrio reforzado
- Material aislante : Goma Silicona
- Tensión de diseño : 28 kV
- Altura : 438 mm
- Distancia de arco : 260 mm
- Long. Línea Fuga : 620 mm

- Tensión flameo 60Hz
  - Seco : 130 kV
  - Húmedo : 100 kV
  
- Tensión flameo impulso
  - Positivo : 225 kV
  - Negativo : 265 kV
  
- Material de Herrajes : Acero Norma ASTM 153

### 3.10. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

De la ecuación 2.14 y para:  $\rho=55 \Omega \cdot m$ ;  $L= 2.4 m$ ;  $d=0.016 m$ ;  $H=2.2 m$

$$\rightarrow R1= 20.4 \Omega$$

Que está de acuerdo con las normas en el cual se indica que, la resistencia de puesta a tierra deberá ser menor a los  $25\Omega$ .

**CAPÍTULO IV**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y**  
**MATERIALES**

#### 4.1. POSTE DE MADERA IMPORTADO

##### TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

Nº	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Fabricante			
2.0	Especie forestal		Douglas Fir o South Yellow Pine	
	Nombre botánico			
	Nombre comercial			
3.0	Clase		4 - 5	
4.0	Longitud / Grupo	m(pies)	13.72 (42.7) / D	
5.0	Circunferencia mínima en la cabeza	cm (pulg)	53.3 (21) – 48.3 (19)	
5.1	Circunferencia máxima en la cabeza	cm (pulg)		
6.0	Circunferencia mínima en la línea de tierra	cm (pulg)	88.9 (35) – 82.6 (32.5)	
6.1	Circunferencia máxima en la línea de tierra	cm (pulg)		
7.0	Esfuerzo máximo de flexión	MPa(PSI)	55.16 (8 000)	
8.0	Carga de rotura a 610 mm ( 24" ) de la cabeza	kN (lb)	10.67 (10400) – 8.45 (1900)	
9.0	Módulo de elasticidad	MPa	12.400 ( 1 800 000)	
10.0	Métodos de tratamiento preservante		Vació - Presión	
11.0	Sustancia preservante		CCA-C y/o Pentaclorofenol	
12.0	Retención mínima del preservante			
	CCA-C	kg/m <sup>3</sup> (pcf)	12.80 (0.80)	
	Pentaclorofenol	kg/m <sup>3</sup> (pcf)	9.60 (0.60)	
13.0	Penetración mínima del preservante			
	Profundidad de ingreso mínimo del preservante	mm (pulg)	7.62 (3)	
	Porcentaje mínimo de penetración en la albura	%		
14.0	Normas de fabricación, tratamiento y pruebas		ANSI O5.1 - AWPA	
15.0	Masa por unidad	kg		
16.0	Propuesta de tres empresas para la inspección independiente en fabrica			
	1.-			
	2.-			
	3.-			

## 4.2. CRUCETAS Y BRAZOS DE MADERA IMPORTADOS

### TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

Nº	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Fabricante		H. Brothers	
1.1	CRUCETA			
	Ancho	pulg	4	
	Altura	pulg	5	
	Largo	m	1.20 / 2.40 / 4.30	
2.0	Especie forestal		DOUGLAS FIR COASTAL	
3.0	Esfuerzo de rotura a la flexión (*)	MPa(lb/pulg <sup>2</sup> )	53 (7 700)	
4.0	Módulo de elasticidad (*)	MPa(x10 <sup>6</sup> lb/pulg <sup>2</sup> )	10 800 (1.56)	
5.0	Esfuerzo de compresión paralela al grano (*)	MPa (lb/pulg <sup>2</sup> )	26.1 (3 780)	
6.0	Esfuerzo de compresión perpendicular al grano (*)	MPa (lb/pulg <sup>2</sup> )	2.6 (380)	
7.0	Cizallamiento (*)	MPa (lb/pulg <sup>2</sup> )	6.2 (900)	
8.0	Método de tratamiento		Vació - Presión	
9.0	sustancia preservante		Pentaclorofenol	
10.0	Retención mínima	kg/m <sup>3</sup> (lb/pulg <sup>3</sup> )	6.4 (0.4)	
11.0	Penetración mínima	mm	AWPA C-25	
12.0	Normas de fabricación, tratamiento y pruebas		ANSI O5.3-95 AWPA	
13.0	masa por unidad	kg (lb)		
14.0	propuesta de tres empresas para la inspección independiente en fabrica			
	1.-			
	2.-			
	3.-			

(\*) Valores de Madera en Verde.

### 4.3. AISLADOR POLIMÉRICO TIPO PIN

#### TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

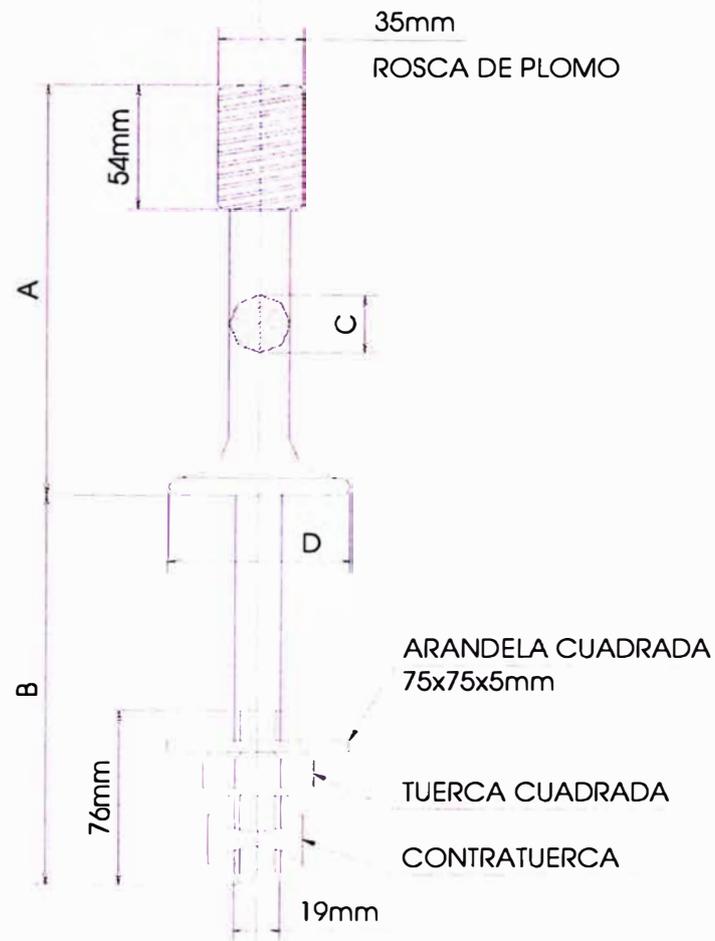
N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Fabricante			
2.0	Numero o código del catálogo adjunto			
3.0	Modelo o código del aislador (según catalogo)			
4.0	País de Fabricación			
5.0	Norma de fabricación		ANSI C-29.1 ANSI C-29.7	
6.0	Características de fabricación			
6.1	Material del Núcleo (Core)		Fibra de vidrio, porcelana o resina	
6.2	Material aislante de recubrimiento (Housing and sheds)		Goma Silicona	
6.3	. Elongación a la ruptura	%	450 (según norma DIN 53504)	
6.4	. Resistencia al desgarre	N/m	>20 (según Norma ASTM D624)	
6.5	. Resistencia a la tracción y erosión		Clase 2A, 4.5 (Según IEC 60587)	
6.6	Material de las piezas de acoplamiento		Acero forjado galvanizado	
6.7	Galvanización de las piezas de acoplamiento.		ASTM A153/A153M	
6.8	Material terminal extremo de conductor		Aleación de Aluminio	
6.9	Altura del aislador	mm	350	
7.0	Características mecánicas:			
7.1	Resistencia a la flexión	kN	12.5	
8.0	Características eléctricas			
8.1	Tensión Nominal	kV	28	
8.2	Distancia de fuga mínima	mm	750	
8.3	Distancia de arco	mm	290	
8.4	Tensión de flameo a baja frecuencia:			
	- En seco	kV	125	
	- Bajo lluvia	kV	90	
8.5	Tensión critica de flameo al impulso:			
	- Positiva	kVp	170	
	- Negativa	kVp	200	

**4.3. AISLADOR POLIMÉRICO TIPO PIN (continuación)**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
9.0	Pruebas de Diseño  Duración de prueba de erosión y tracking del material aislante de recubrimiento.	H	Según cláusula 5 de IEC 61109 5000	
10.0	Pruebas tipo		Según cláusula 6 de IEC 61109	
11.0	Pruebas de muestreo		Según cláusula 7 de IEC 61109	
12.0	Pruebas de rutina		Según cláusula 8 de IEC 61109	
13.0	Pruebas de resistencia a la rayos UV		Según ASTM G154 y ASTM G155	
14.0	Masa por unidad			

**4.4. ESPIGA RECTA PARA CRUCETA****TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Fabricante			
2.0	Número o código del catálogo adjunto			
3.0	Modelo o código del aislador (según catálogo)			
4.0	Material de fabricación			
5.0	Clase de galvanización ASTM		B	
6.0	Aislador tipo pin con el que se usara		ANSI 56-3	
7.0	Longitud sobre la cruceta	mm	203	
8.0	Longitud de empotramiento	mm	178	
9.0	Diámetro de la cabeza de plomo	mm	35	
10.0	Diámetro de espiga en la parte encima de la cruceta	mm	28.6	
11.0	Diámetro de la espiga en la parte del empotramiento	mm	19	
12.0	Carga de prueba a 10 grados de deflexión	kN	12.04	
13.0	Norma de fabricación y prueba	ANSI	C 135.17	
14.0	Masa por unidad	kg		



	DIMENSIONES	
	ESPIGA PARA AISLADOR	
	ANSI 56-2	ANSI 56-3
A (mm)	178	203
B (mm)	178	178
C (mm)	25	28,6
D (mm)	75	89

Figura N° 4.1: Espiga recta para cruceta

#### 4.5. AISLADOR POLIMÉRICO TIPO SUSPENSIÓN

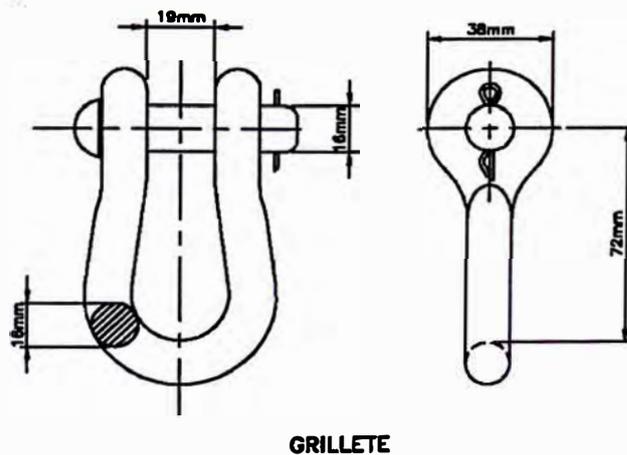
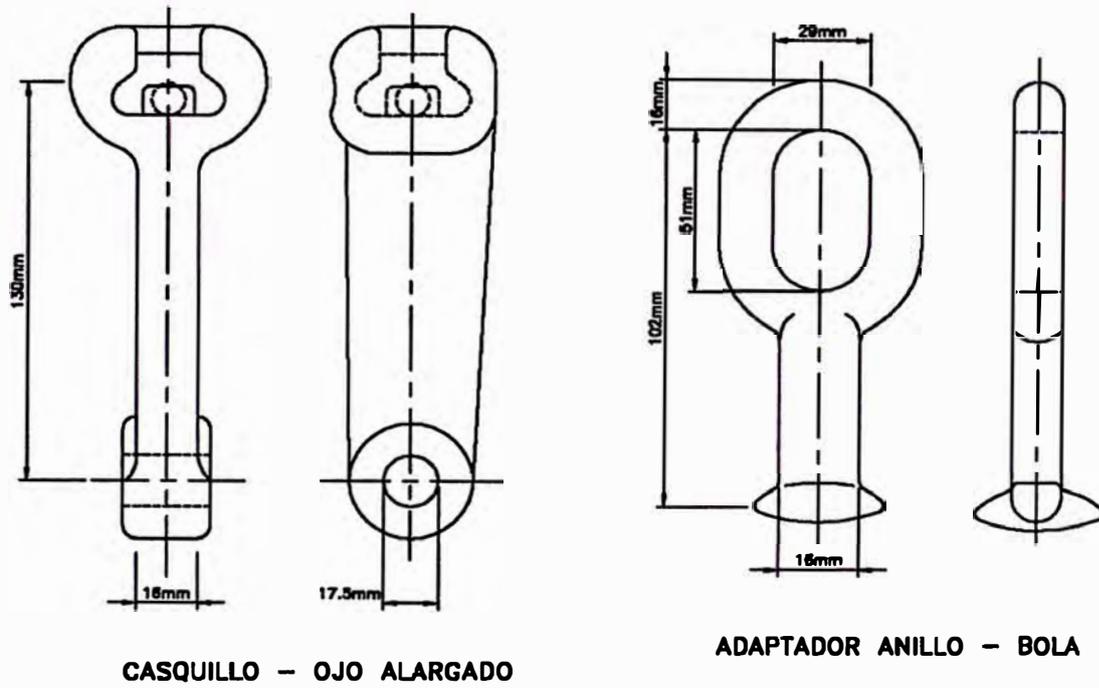
##### TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Fabricante			
2.0	Modelo o número de catalogo			
3.0	País de fabricación			
4.0	Normas aplicables		IEC-1109 ANSI – 29.11	
5.0	Tensión de diseño	kV	28	
6.0	Material del núcleo		FIBRA DE VIDRIO REFORZADO	
7.0	Material del recubrimiento del núcleo		GOMA DE SILICON	
8.0	Material de las campanas		GOMA DE SILICON	
	Herrajes			
9.0	Material de los herrajes		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
10.0	Norma de galvanización		ASTM 153	
11.0	Herraje extremo de estructura		HORQUILLA (CLEVIS)	
12.0	herraje del extremo de línea		LENGÜETA (TONGUE)	
	Dimensiones y masa			
13.0	Longitud de línea de fuga	mm	620	
14.0	Distancia de arco en seco	mm	260	
15.0	Longitud total	mm	438	
16.0	Diámetro mínimo del núcleo	mm		
17.0	Numero de campanas	mm		
18.0	Diámetro de cada campana	mm		
19.0	Espaciamiento entre campanas	mm		
20.0	Masa total	mm		
	Valores de resistencia mecánica			
21.0	Carga mecánica garantizada (sml)	kN	70	
22.0	Carga mecánica de rutina (rtl)	kN	35	
	Tensiones eléctricas de prueba			
23.0	Tensión crítica de flameo al impulso			
	- positiva	kV	225	
	- negativa	kV	265	
24.0	Tensión de flameo a baja frecuencia			
25.0	- en seco	kV	130	
	- bajo lluvia	kV	100	

#### 4.6. ACCESORIOS DE CADENAS DE AISLADORES

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

Nº	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	<u>Adaptador Anillo – Bola</u>			
1.1	Fabricante			
1.2	Número o código del catálogo adjunto			
1.3	Modelo o código del accesorio			
1.4	Material de fabricación		Acero Forjado o Hierro maleable	
1.5	Clase de galvanización según ASTM		B	
1.6	Dimensiones (adjuntar planos)	mm		
1.7	Carga de rotura mínima	kN	70	
1.8	Acoplamiento		ANSI Tipo B	
1.9	Norma de fabricación			
1.10	Masa por unidad	kg		
2.0	<u>Adaptador casquillo – ojo largo</u>			
2.1	Fabricante			
2.2	Número o código del catálogo adjunto			
2.3	Modelo o código del accesorio			
2.4	Material de fabricación		Acero Forjado o Hierro maleable	
2.5	Clase de galvanización según ASTM		B	
2.6	Dimensiones (adjuntar planos)	mm		
2.7	Carga de rotura mínima	kN	70	
2.8	Acoplamiento		ANSI Tipo B	
2.9	Norma de fabricación			
2.10	Masa por unidad	kg		
3.0	<u>Grillete</u>			
3.1	Fabricante			
3.2	Número o código del catálogo adjunto			
3.3	Modelo o código del accesorio			
3.4	Material de fabricación		Acero Forjado o Hierro maleable	
3.5	Clase de galvanización ASTM		B	
3.6	Dimensiones (adjuntar planos)	mm		
3.7	Carga de rotura mínima	kN	70	
3.8	Norma de fabricación			
3.9	Masa por unidad	kg		



NOTA: LAS CONEXIONES DE LOS ACCESORIOS ENTRE SI Y CON LOS AISLADORES CORRESPONDE AL TIPO "B" DE ANSI

Figura N° 4.2: Accesorios de cadena de aisladores

**4.7. CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Características Generales			
1.1	Fabricante			
1.3	Numero de hilos		7      19	
1.4	Norma de fabricación y pruebas	IEC ASTM ASTM	1089 B398 B399	
2.0	Dimensiones:			
2.1	Sección nominal	mm <sup>2</sup>	120	
2.2	Sección real	mm <sup>2</sup>	116.99	
2.3	Diámetros de los alambres	mm	2.80	
2.4	Diámetro exterior del conductor	mm	14.00	
3.0	Características mecánicas:			
3.1	Masa del conductor	kg/m	0.322	
3.2	Carga de rotura mínima	kN	35.32	
3.3	Módulo de elasticidad inicial	kN/mm <sup>2</sup>		
3.4	Módulo de elasticidad final	kN/mm <sup>2</sup>	60.82	
3.5	Coefficiente de la dilatación térmica	1/C°	23x10 <sup>-6</sup>	
4.0	Características eléctricas			
4.1	Resistencia eléctrica máxima en c.c. a 20°C	Ohm/km	0.285	
4.2	Coefficiente térmico de resistencia eléctrica	1/°C		

#### 4.8. ACCESORIOS DEL CONDUCTOR

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

Nº	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	<u>Grapa de ángulo</u>			
1.1	Fabricante			
1.2	Número de catálogos del fabricante			
1.3	Modelo o código del accesorio			
1.4	Material de fabricación		Aleación de Aluminio	
1.5	Rango de diámetros de conductores incluyendo varillas de armar	mm	14 – 16	
1.6	Rango de ángulo de utilización	Grados	20 - 70	
1.7	Carga de rotura mínima	kN	70	
1.8	Norma de fabricación		UNE 21-159	
1.9	Masa por unidad	kg		
2.0	<u>Grapa de anclaje</u>			
2.1	Fabricante			
2.2	Número de catálogo del fabricante			
2.3	Modelo o código del accesorio			
2.4	Material de fabricación		Aleación de Aluminio	
2.5	Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	120	
2.6	Rango de diámetro de conductores	mm	14 - 16	
2.7	Carga de rotura mínima	kN	70	
2.8	Norma de fabricación			
2.9	Masa por unidad	kg		
3.0	<u>Manguito de empalme</u>			
3.1	Fabricante			
3.2	Número de catálogo del fabricante			
3.3	Modelo o código del accesorio			
3.4	Material		Aleación de Aluminio	
3.5	Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	120	
3.6	Longitud			
3.7	Carga de rotura mínima	kN	70	
3.8	Número de compresiones requeridas			
3.9	Masa por unidad	kg		
4.0	<u>Manquito de reparación</u>			
4.1	Fabricante			
4.2	Número de catálogos del fabricante			
4.3	Modelo o código del accesorio			
4.4	Material		Aleación de Aluminio	
4.5	Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	120	
4.6	Longitud	m		
4.7	Carga de rotura mínima	kN	70	
4.8	Número de compresiones requeridas			
4.9	Masa por unidad	kg		

#### 4.8. ACCESORIOS DEL CONDUCTOR (continuación)

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

Nº	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
5.0	<u>Amortiguador de vibración</u>			
5.1	Fabricante			
5.2	Número de catálogo del fabricante			
5.3	Modelo o código del accesorio			
5.4	Material de la grapa de fijación al conductor		Aleación de Aluminio	
5.5	Material de las pesas		ZINC	
5.6	Momento de inercia	cm <sup>4</sup>		
5.7	Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	120	
5.8	Norma de fabricación			
5.9	Masa por unidad	kg		
6.0	<u>Grapa de doble vía</u>			
6.1	Fabricante			
6.2	Número de catálogo del fabricante			
6.3	Modelo o código del accesorio			
6.4	Material de fabricación		Aleación de Aluminio	
6.5	Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	120	
6.6	Torque de ajuste recomendado	N-m		
6.7	Dimensiones (adjuntar planos)	mm		
6.8	Norma de fabricación			
6.9	Masa por unidad	kg		
7.0	<u>Varilla de armar</u>			
7.1	Fabricante			
7.2	Número de catálogo del fabricante			
7.3	Modelo o código del accesorio			
7.4	Material		Aleación de Aluminio	
7.5	Dimensiones (adjuntar planos)	mm		
7.6	Sección de conductor a aplicarse	mm <sup>2</sup>	120	
7.7	Número de alambres			
7.8	Masa por unidad	kg		

**4.9. ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES Y CRUCETAS**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

(1/3)

N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	<u>Pernos maquinados</u>			
1.1	Fabricante			
1.2	Material de fabricación		ACERO	
1.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
1.4	Norma de fabricación	ANSI C 135.1		
1.5	Carga de rotura mínima			
1.5.1	Perno de ¾" de diámetro	kN	55	
1.6	Masa por unidad			
1.6.1.	Perno de ¾" diám. x 10"	kg		
1.6.2.	Perno de ¾" diám. x 12"	kg		
1.6.3.	Perno de ¾" diám. x 14"	kg		
2.0	<u>Perno ojo</u>			
2.1	Fabricante			
2.2	Material de fabricación		ACERO	
2.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
2.4	Dimensiones			
2.4.1.	Longitud	pulg	8 / 10 / 12	
2.4.2	Diámetro	pulg	3/4	
2.5	Norma de fabricación	ANSI C 135.4		
2.6	Carga mínima de rotura	kN	55	
2.7	Masa por unidad	kg		
3.0	<u>Tuerca - ojo</u>			
3.1	Fabricante			
3.2	Material de fabricación			
3.3	Clase de galvanización ASTM		B	
3.4	Dimensiones	pulg		
3.5	Diámetro del perno a conectar	pulg	3/4	
3.6	Norma de fabricación	ANSI C 135.5		
3.7	Carga mínima de rotura	kN	55	
3.8	Masa por unidad	kg		
4.0	<u>Perno tipo doble armado</u>			
4.1	Fabricante			
4.2	Material de fabricación		ACERO	
4.3	Clase de galvanizado según ASTM		B	
4.4	Dimensiones			
4.4.1	Diámetro	pulg	3/4	

**4.9. ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES Y CRUCETAS (continuación)**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

(2/3)

Nº	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
4.4.2	Longitud	pulg	20 / 22	
4.5	Norma de fabricación			
4.6	Carga mínima de rotura	kN	55	
4.7	Masa por unidad	kg		
5.0	<u>Perno Coche</u>			
5.1	Fabricante			
5.2	Material		ACERO	
5.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
5.4	Dimensiones:			
5.4.1.	Longitud	pulg	8"	
5.4.2.	Diámetro	pulg	5/8	
5.5	Norma de fabricación			
5.6	Carga mínima de rotura	kN	55	
5.7	Masa por unidad	kg		
6.0	<u>Brazo angular simple</u>			
6.1	Fabricante			
6.2	Material		ACERO	
6.3	Clase de galvanización		B	
6.4	Dimensiones del perfil angular / longitud	pulg	2-1/2 x 2-1/2x1/2	
6.5	Vano	mm	500	
6.6	Configuración geométrica brazo (adjuntar plano)			
6.7	Norma de fabricación			
6.8	Masa por unidad	kg		
7.0	<u>Brazo angular doble tipo V</u>			
7.1	Fabricante			
7.2	Material		ACERO	
7.3	Clase de galvanización		B	
7.4	Dimensiones del perfil angular / longitud	pulg	2-1/2 x 2-1/2x1/2	
7.5	Vano	mm	1400	
7.6	Configuración geométrica brazo (adjuntar plano)			
7.7	Norma de fabricación			
7.8	Masa por unidad	kg		

**4.9. ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTES Y CRUCETAS (continuación)**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

(3/3)

Nº	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
11	<u>Arandela plana cuadrada</u>			
11.1	Fabricante			
11.2	Material		ACERO	
11.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
11.4	Dimensiones			
11.4.1	Lado	pulg	2-1/4	
11.4.2	Espesor	pulg	3/16	
11.4.3	Diámetro del agujero central	pulg	13/16	
11.5	Carga mínima de rotura por corte	kN	55	
11.6	Norma de fabricación			
11.7	Masa por unidad	kg		
12	<u>Arandela cuadrada curva</u>			
12.1	Fabricante			
12.2	Material de fabricación		ACERO	
12.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
12.4	Dimensiones			
12.4.1	Lado	pulg	2-1/4	
12.4.2	Espesor	pulg	3/16	
12.4.3	Diámetro del agujero central	pulg	13/16	
12.4.4	Radio curvatura	pulg		
12.4.5	Carga mínima de rotura por corte	kN	55	
12.4.6	Norma de fabricación			

**4.10. CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS – MARTIN, PARA RETENIDAS**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Fabricante			
2.0	País de fabricación			
3.0	Número de catálogo del fabricante			
4.0	Material		Acero EHS	
5.0	Grado		SIEMENS-MARTIN EHS	
6.0	Clase de galvanizado según norma ASTM		B	
7.0	Diámetro nominal	mm	10	
8.0	Número de alambres		7	
9.0	Diámetro de cada alambre	mm	3.05	
10.0	Sección nominal	mm <sup>2</sup>	50	
11.0	Carga de rotura mínima	kN	48.04	
12.0	Sentido del cableado		Izquierdo	
13.0	Masa	kg/m	0.400	
14.0	Norma de fabricación	ASTM	A 475	

**4.11. ACCESORIOS METÁLICOS PARA RETENIDAS**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

(1/2)

N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	<u>Varilla de anclaje con ojal - guardacabo</u>			
1.1	Fabricante			
1.2	Material		Acero Forjado	
1.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
1.4	Dimensiones			
	. Longitud	m	2.40	
	. Diámetro	pulg	5/8	
1.5	Carga de rotura mínima	kN	71	
1.6	Masa por unidad	kg		
1.7	Norma de fabricación	ANSI C 135.2		
2.0	<u>Arandela cuadrada para anclaje</u>			
2.1	Fabricante			
2.2	Material		ACERO	
2.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
2.4	Dimensiones			
	. Lado	pulg	4	
	. Espesor	pulg	1/4	
	. Diámetro de agujero central	pulg	11/16	
2.5	Carga máxima de corte	kN	71	
2.6	Masa por unidad	kg		
2.7	Norma de fabricación			
3.0	<u>Perno angular con ojal - guardacabo</u>			
3.1	Fabricante			
3.2	Material		Acero Forjado	
3.3	Clase de galvanización ASTM		B	
3.4	Dimensiones:			
	. Longitud del perno	pulg	10	
	. Diámetro del perno	pulg	3/4	
3.5	Carga de rotura mínima a tracción o corte	kN	60	
3.6	Masa por unidad	kg		
3.7	Norma de fabricación	ANSI C 135.4		
4.0	<u>Mordaza preformada</u>			
4.1	Fabricante			
4.2	Material		ACERO	
4.3	Diámetro de cable a sujetar	mm	10	
4.4	Carga máxima de trabajo	kN		
4.5	Dimensiones (adjuntar planos)	mm		
4.6	Masa por unidad	kg		
4.7	Norma de fabricación			

**4.11. ACCESORIOS METÁLICOS PARA RETENIDAS (continuación)**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

(2/2)

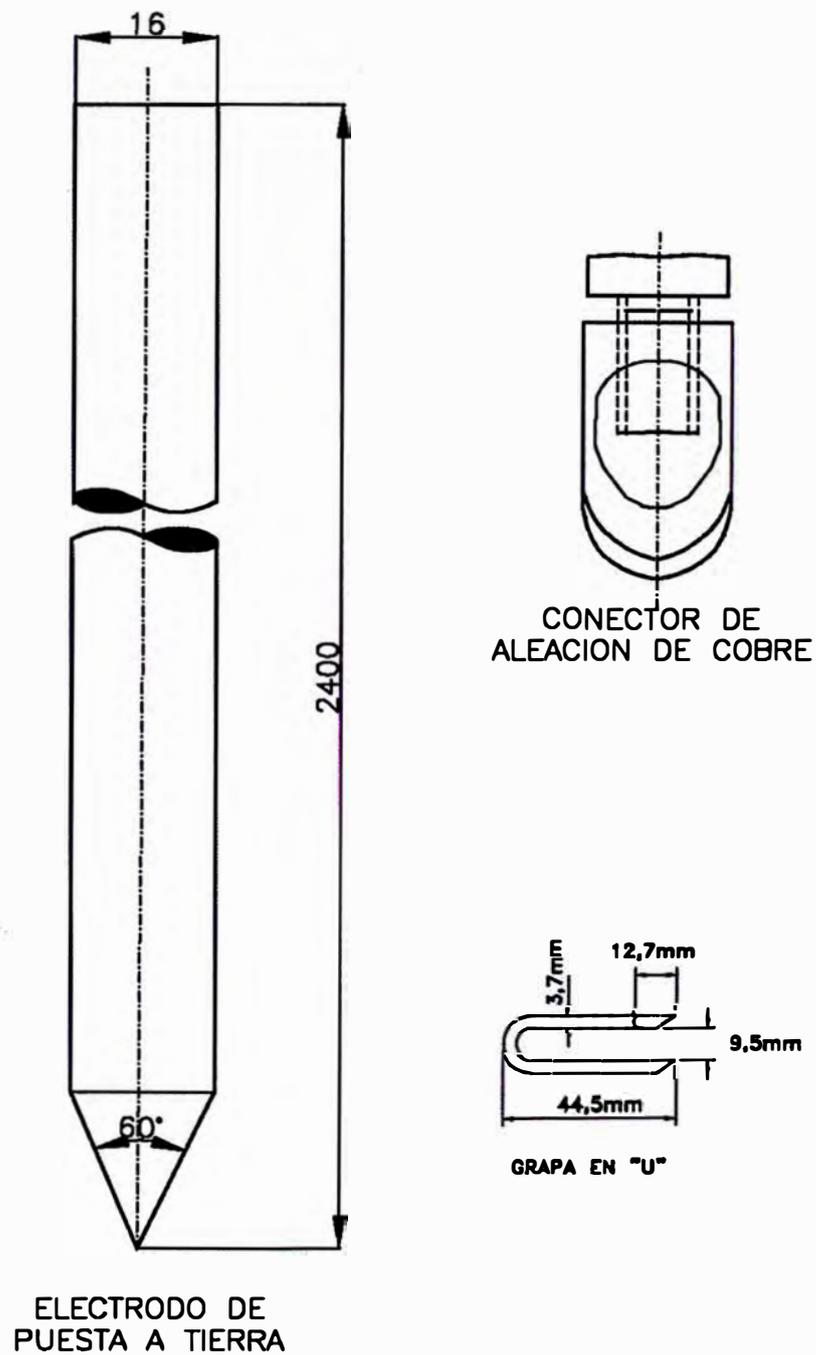
N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
5.0	<u>Arandela curva</u>			
5.1	Fabricante			
5.2	Material		Acero Forjado	
5.3	Clase de galvanización según ASTM		B	
5.4	Dimensiones			
5.4.1	Lado	pulg	2-1/4	
5.4.2	Espesor	pulg	3/16	
5.4.3	Diámetro del agujero central	pulg	13/16	
5.4.4	Radio curvatura	mm		
5.5	Carga de rotura mínima a tracción o corte	kN	55	
5.6	Masa por unidad	kg		
5.7	Norma de fabricación			

**4.12. CONDUCTOR DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Características generales			
1.1	Fabricante			
1.2	País de fabricación			
1.3	Numero de alambres		7	
1.4	Norma de fabricación y pruebas	ITINTEC	370.042	
2.0	Dimensiones			
2.1	Sección nominal	mm <sup>2</sup>	25	
2.2	Sección real	mm <sup>2</sup>		
2.3	Diámetro de los alambres	mm		
2.4	Diámetro exterior del conductor	mm	5.1	
3.0	Características mecánicas			
3.1	Masa del conductor	kg/m	0.143	
3.2	Carga de rotura mínima	kN		
3.3	Módulo de elasticidad inicial	kN/mm <sup>2</sup>		
3.4	Módulo de elasticidad final	kN/mm <sup>2</sup>		
3.5	Coefficiente de dilatación térmica	1/°C		
4.0	Características eléctricas:			
4.1	Resistencia eléctrica máxima en c.c. a 20°C	Ohm/km	1.15	
4.2	Coefficiente técnico de resistencia	1/°C	0.00384	

**4.13. ELECTRODO Y CONECTORES, PARA PUESTA A TIERRA**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

Nº	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	<u>Electrodo</u>			
1.1	Fabricante			
1.2	Material		ACERO RECUBIERTO CON COBRE	
1.3	Norma de fabricación			
1.4	Diámetro	mm	16	
1.5	Longitud	m	2,40	
1.6	Sección	mm <sup>2</sup>	196	
1.7	Espesor mínimo de capa de cobre	mm	0,27	
1.8	Resistencia eléctrica a 20 °C	Ohm		
1.9	Masa del electrodo	kg		
2.0	<u>Conector</u>			
2.1	Fabricante			
2.2	Material		ALEACION DE COBRE	
2.3	Diámetro de electrodo	mm	16	
2.4	Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	16	
2.5	Norma de fabricación			
2.6	Masa del conector	kg		
3.0	<u>Conector tipo perno partido</u>			
3.1	Fabricante			
3.2	Material		COBRE	
3.3	Norma de fabricación			
3.4	Diámetro del conductor principal	mm	5,1	
3.5	Diámetro del conductor secundario	mm	5,1	
3.6	Número de catálogo del fabricante			
3.7	Torque de ajuste recomendado	N-m		
3.8	Dimensiones (adjuntar planos)			
3.9	Masa por unidad	kg		
4.0	<u>Grapa bimetálica de vías paralelas</u>			
4.1	Fabricante			
4.2	Material			
4.3	Normas de fabricación			
4.4	Diámetro del conductor de AAAC	mm		
4.5	Diámetro del conductor de cobre	mm	5,1	
4.6	Número de catálogo de fabricante			
4.7	Torque de ajuste recomendado			
4.8	Dimensiones (adjuntar planos)			
4.9	Masa por unidad	kg		
4.10	Norma de fabricación y pruebas		UNE 21-159	



DIMENSIONES EN MILIMETROS.

Figura N° 4.3: Características de los conectores y electrodo de puesta a tierra

**4.14. SECCIONADOR - FUSIBLE TIPO EXPULSIÓN****TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

Nº	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Fabricante			
2.0	Numero o código del catálogo adjunto			
3.0	Modelo o código del aislador (según catalogo adjunto)			
4.0	País de fabricación			
5.0	Norma de fabricación y pruebas		ANSI C-7.42	
6.0	Instalación		Exterior	
7.0	Corriente nominal	A	100	
8.0	Tensión nominal del equipo	kV	22.9	
9.0	Corriente de cortocircuito simétrica	kA	5.0	
10.0	Corriente de cortocircuito asimétrica	kA	8.0	
11.0	Nivel de aislamiento			
11.1	Tensión de sostenimiento a la onda de impulso (BIL), entre fase y tierra y entre fases	kVp	170	
11.2	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial entre fases, en seco, 1 min	kV	70	
11.3	Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial entre fase y tierra, húmedo, 10 s	kV	60	
12.0	Material aislante del cuerpo del seccionador		Porcelana	
13.0	Longitud de línea de fuga mínima (fase-tierra)	mm	900	
14.0	Dimensiones (adjuntar planos)	mm		
15.0	Material del tubo portafusible		Fibra de vidrio	
16.0	Masa del seccionador - fusible	kg		
17.0	Color del aislador			

## 4.15. PARARRAYOS

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Fabricante			
2.0	Número o código del catálogo adjunto			
3.0	Modelo o código del aislador (según catálogo adjunto)			
4.0	País de fabricación			
5.0	Norma de fabricación y pruebas		IEC 99 - 4	
6.0	Clase de descarga de línea		1	
7.0	Instalación		Exterior	
8.0	Tensión nominal de la red	kV	22.9	
9.0	Tensión máxima de servicio	kV	24	
10.0	Frecuencia nominal	Hz	60	
11.0	Tensión nominal del pararrayos	kV	21	
12.0	Tensión de operación continua (COV)	kV	17	
13.0	Corriente nominal de descarga en onda 8/20	kA	10	
14.0	Tensión residual máxima a corriente nominal de descarga (10 kA - 8/20)	kV		
15.0	Material de las resistencias no lineales		Óxido de Zinc	
16.0	Masa del pararrayos	kg		
17.0	Altitud de operación	msnm	4000	
18.0	Características del aislador			
18.1	Material		Goma silicón	
18.2	Nivel de aislamiento al impulso 1,2/50	kV	170	
18.3	Longitud de línea de fuga mínima (fase - tierra)	mm	900	

#### 4.16. INTERRUPTOR DE RECIERRE AUTOMÁTICO (RECLOSER), CON SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

##### TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

(1/2)

Nº	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.0	Interruptor Automático de Recierre			
1.1	Generales			
	- Fabricante			
	- Numero o serie catálogos adjuntos			
	- Modelo del interruptor automático			
	- Instalación		Exterior	
1.2	Número de fases		3	
1.3	Frecuencia nominal	Hz	60	
1.4	Tensión máxima del equipo	kV	24	
1.5	Tensiones de sostenimiento del aislamiento interno			
	- Al impulso tipo rayo	kVp	125	
	- A frecuencia industrial 60 Hz, en seco (60 s)	kV	50	
	- A frecuencia industrial 60 Hz, en húmedo (10s)	kV		
1.6	Tensiones de sostenimiento del aislamiento externo			
	- Al impulso tipo rayo	kVp	170	
	- A frecuencia industrial 60 Hz, en seco (60 s)	kV	70	
	- A frecuencia industrial 60 Hz, en húmedo (10s)	kV	60	
1.7	Características de corriente			
	- Corriente nominal del interruptor	A	630	
	- Corriente - cortocircuito simétrica	kA	16	
	- Corriente nominal de la bobina de disparo del transformador detector de falla	A		
	- Relación de transformación		Indicar	
	- Clase de precisión		Indicar	
1.8	Características de operación			
	- Ciclos de recierre a capacidad ruptura nominal	U	3	
	- Máximo número de disparos para el bloqueo	U	4	
1.9	De los medios de aislamiento interno			
	- Medio de extinción de arco		Vació o SF6	
	- Medio aislante en el que se aloja el sistema de extinción de arco		Aceite, SF6 otro (precisar)	
1.10	Tipo de mecanismo de operación		Magnética	
1.11	Sistema de control		Electrónico - tripolar/con microprocesador	
1.12	Del transformador reductor de tensión			
	- Potencia	VA		
	- Relación de transformación	kV	22.9 / 0.12-0.24	
1.13	De los aisladores pasatapas			
	- Fabricante			
	- Material			
	- Longitud mínima de la línea de fuga	mm	900	

**4.16. INTERRUPTOR DE RECIERRE AUTOMÁTICO (RECLOSER), CON SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO (continuación)**  
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

(2/2)

N°	Características	Unidad	Requerido	Garantizado
1.14	Masa	kg		
1.15	Dimensiones	mm		
2.0	Sistema de control electrónico			
2.1	<b>Generales</b>			
	- Fabricante			
	- Numero o serie de catálogos del fabricante			
	- Modelo de sistema de control electrónico			
	- Instalación		Exterior	
	- Norma de fabricación		ANSI/IEEE 37,90	
2.2	Principio de funcionamiento		Microprocesador	
2.3	Fuente de energía principal		Línea primaria/transf. reductor	
2.4	Fuente de energía de respaldo		Batería incorporada	
	- Horas de autonomía mínimas	h	48	
2.5	Rango de corrientes mínimas de disparo			
	- Falla entre fases	A		
	- Falla a tierra	A		
	- Falla sensitiva	A		
2.6	Sistema de calefacción del gabinete de control			
	- Tensión nominal	V	120 y 240	
	- Potencia	W		
	- Límites de control termostático		Microprocesador	
2.7	Otros			
	- Alarma por fallas en el dispositivo de control		Si	
	- Contador de maniobras		Si	
	- Indicador mecánico de posición		Si	
2.8	Altitud de instalación	msnm	4 000	
2.9	Dimensiones	mm		
2.10	Masa	kg		
3.0	Transformadores de corriente para medición			
	- Relación de transformación			
	- Clase de precisión			
	- Potencia (VA)			

**CAPÍTULO V**  
**METRADO, PRESUPUESTO Y FÓRMULA POLINÓMICA**

## 5.1. METRADO Y PRESUPUESTO (MATERIALES Y SUMINISTRO DE EQUIPOS)

PROYECTO : LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO

PROPIETARIO:

CONSULTOR:

FECHA: SETIEMBRE - 2012

SECCIÓN:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	Reserva 10%	Total	Precio Unitario S/.	Parcial S/.	Subtotal S/.
<b>1,00</b>	<b><u>POSTES</u></b>							
1,01	POSTE DE MADERA DE 45' (13.72m), CLASE 4	u	23	2	25,0	1580,50	39512,50	
1,02	POSTE DE MADERA DE 45' (13.72m), CLASE 5	u	14	1	15,0	1480,00	22200,00	
								<b>61712,50</b>
<b>2,00</b>	<b><u>CRUCETAS Y BRAZOS DE MADERA</u></b>							
2,01	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 4" x 5" x 1.20 m	u	30	3	33,0	188,50	6220,50	
2,02	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 4" x 5" x 2.40 m	u	11	1	12,0	232,00	2784,00	
2,03	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 4" x 5" x 4.30 m	u	15	2	17,0	281,30	4782,10	
								<b>13786,60</b>
<b>4,00</b>	<b><u>AISLADORES POLIMÉRICO TIPO PIN O LINE POST</u></b>							
4,01	AISLADOR POLIMÉRICO TIPO PIN 28 kV, INCLUYE ESPIGA PARA CRUCETA	u	8	1	9,0	140,00	1260,00	
								<b>1260,00</b>
<b>5,00</b>	<b><u>AISLADOR POLIMÉRICO TIPO SUSPENSIÓN</u></b>							
5,01	- AISLADOR POLIMÉRICO TIPO SUSPENSIÓN, SUJECIÓN HORQUILLA/OJO		122	12	134,0	77,80	10425,20	
								<b>10425,20</b>
<b>6,00</b>	<b><u>CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO</u></b>							
6,01	CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO DE 120 mm2	km	21,09	2	23,2	5730,50	132890,30	
								<b>132890,30</b>
<b>7,00</b>	<b><u>ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO</u></b>							
7,01	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE PARA CONDUCTOR DE 120 mm2 AAAC	u	15	2	17,0	12,00	204,00	
7,02	MANGUITO DE EMPALME PARA CONDUCTOR DE 120 mm2 AAAC	u	6	1	7,0	11,00	77,00	
7,03	MANGUITO DE REPARACIÓN PARA CONDUCTOR DE 120 mm2 AAAC	u	3		3,0	11,00	33,00	
7,04	GRAPA DE DOBLE VÍA DE ALUMINIO PARA CONDUCTOR DE 120 mm2 AAAC	u	45	5	50,0	15,00	750,00	
7,05	AMORTIGUADOR DE VIBRACIÓN TIPO STOCKBRIDGE PARA CONDUCTOR DE 120 mm2 AAAC	u	114	11	125,0	62,92	7865,00	
7,06	GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA CONDUCTOR DE 120 mm2	u	45	5	50,0	32,10	1605,00	
7,07	GRAPA DE ÁNGULO PARA CONDUCTOR DE 120 mm2	u	3		3,0	32,10	96,30	
7,08	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA 03 PERNOS PARA CONDUCTOR DE 120 mm2 AAAC	u	78	8	86,0	35,20	3027,20	
7,09	ALAMBRE DE AMARRE ALUMINIO RECOCIDO DE 16 mm2	m	18,00	2	20,0	0,90	18,00	
								<b>13675,50</b>
<b>8,00</b>	<b><u>CONDUCTOR DE COBRE</u></b>							
8,01	CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO, DE 25 mm2	m	908,00	92	1000,0	8,00	8000,00	
								<b>8000,00</b>
<b>9,00</b>	<b><u>FERRETERÍA PARA POSTES Y CRUCETAS</u></b>							
9,01	PERNO CABEZA COCHE A°G° de 5/8" ø x 8", PROVISTO DE ARANDELA REDONDA, TUERCA Y CONTRATUERCA	u	62	6	68,0	3,50	238,00	
9,02	PERNO MAQUINADO DE A°G° DE 3/4" ø x 12" LONGITUD, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	u	54	5	59,0	5,80	342,20	

## 5.1. METRADO Y PRESUPUESTO (MATERIALES Y SUMINISTRO DE EQUIPOS )

PROYECTO : LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO

PROPIETARIO:

CONSULTOR:

FECHA: SETIEMBRE - 2012

SECCIÓN:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	Reserva 10%	Total	Precio Unitario S/.	Parcial S/.	Subtotal S/.
9,03	PERNO MAQUINADO DE A°G° DE 3/4" ø x 16" LONGITUD, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	u	48	5	53,0	6,30	333,90	
9,04	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G° DE 3/4" ø x 20" LONG, PROVISTO DE TUERCAS y CONTRATUERCAS	u	18	2	20,0	10,20	204,00	
9,05	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G° DE 3/4" ø x 22" LONG, PROVISTO DE TUERCAS y CONTRATUERCAS	u	8	1	9,0	11,00	99,00	
9,06	PERNO OJO DE A°G° DE 3/4" ø x 8" LONG, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	u	41	4	45,0	8,70	391,50	
9,07	PERNO OJO DE A°G° DE 3/4" ø x 12" LONG, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	u	59	6	65,0	9,40	611,00	
9,08	TUERCA-OJO PARA PERNO DE 3/4" ø	u	22	2	24,0	8,30	199,20	
9,09	BRAZO SIMPLE CON PERFIL 2-1/2"x1/4"ø, VANO 500 mm	u	29	3	32,0	26,00	832,00	
9,10	BRAZO DOBLE TIPO V CON PERFIL 2-1/2"x1/4"ø, VANO 1400 mm	u	28	3	31,0	56,60	1754,60	
9,11	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A° G°, 2-1/4" x 2-1/4" x 3/16", AGUJERO DE 13/16" ø	u	205	21	226,0	1,10	248,60	
9,12	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A° G°, 2-1/4" x 2-1/4" x 3/16", AGUJERO DE 11/16" ø	u	52	5	57,0	1,10	62,70	
9,13	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A° G°, 2-1/4" x 2-1/4" x 3/16", AGUJERO DE 13/16" ø	u	334	33	367,0	8,70	3192,90	
9,14	PLACA DE NUMERACIÓN DE ESTRUCTURA	u	19	2	21,0	8,70	182,70	
9,15	PLACA DE SECUENCIA DE FASES	u	19	2	21,0	8,70	182,70	
9,16	PLACA DE SEÑAL DE PELIGRO	u	19	2	21,0	8,70	182,70	
								9057,70
<b>10,00</b>	<b>RETENIDAS Y ANCLAJES</b>							
10,01	CABLE DE ACERO EHS GRADO SIEMENS MARTIN, DE 10 mm ø	km	1,25		1,3	3,40	4,25	
10,02	PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDA CABO DE A°G°, 3/4" ø x 12" LONG, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	u	62	6	68,0	7,20	489,60	
10,03	TUERCA ANGULAR CON OJAL-GUARDA CABO PARA PERNO DE A°G°, 3/4" ø	u	57	6	63,0	5,92	372,96	
10,04	VARILLA DE ANCLAJE DE A° G° DE 5/8" ø x 2.40 m, PROVISTO DE OJAL GUARDACABO EN UN EXTREMO; TCA Y CTCA EN EL OTRO	u	62	6	68,0	25,00	1700,00	
10,05	MORDAZA PREFORMADA DE A° G° PARA CABLE DE 10 mm ø	u	124	12	136,0	8,50	1156,00	
10,06	ALAMBRE DE ACERO N° 14; PARA ENTORCHADO	m	97,5	10	107,5	0,90	96,75	
10,07	ARANDELA DE ANCLAJE, DE A° G°, 4" x 4" x 1/4", AGUJERO DE 11/16" ø	u	62	7	69,0	3,90	269,10	
10,08	BLOQUE DE CONCRETO DE 0.40 x 0.40 x 0.20 m	u	62	7	69,0	45,50	3139,50	
								7228,16
<b>11,00</b>	<b>MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA</b>							
11,01	VARILLA COPPERWELD Ø5/8"x2.4m	u	16	2	18,0	26,80	482,40	
11,02	CONECTOR DE BRONCE PARA ELECTRODO DE COPPERWELD DE 5/8" ø	u	16	2	18,0	3,20	57,60	
11,03	PLATINA DE COBRE TIPO J	u	148	15	163,0	5,00	815,00	
11,04	GRAPA EN "U" DE COPPERWELD	u	1200	120	1320,0	0,38	501,60	
11,05	LISTÓN DE MADERA TRATADA DE 50 x 10 mm SECCIÓN, 2700mm LONGITUD Y CLAVOS DE FIJACIÓN	u	16	2	18,0	15,50	279,00	
11,06	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR 25 mm²	u	94	9	103,0	3,30	339,90	

## 5.1. METRADO Y PRESUPUESTO (MATERIALES Y SUMINISTRO DE EQUIPOS )

PROYECTO : LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO

PROPIETARIO:

CONSULTOR:

FECHA: SETIEMBRE - 2012

SECCIÓN:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	Reserva 10%	Total	Precio Unitario S/.	Parcial S/.	Subtotal S/.
11,07	SALES PARA TRATAMIENTO DE POZOS DE TIERRA	Jgo	14	1	15,0	72,50	1087,50	
11,08	TUBO DE PVC SAP Ø1"(m), LONGITUD 3m	m	14	1	15,0	24,00	360,00	
11,09	TIERRA DE CULTIVO	m3	18	2	20,0	29,00	580,00	
								4503,00
<b>12,00</b>	<b><u>EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA</u></b>							
12,01	SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR TIPO EXPULSIÓN (CUT-OUT) DE 36 KV, 100A, 200KV-BIL.(Incluye accesorios de fijación a cruceta)	u	6	1	7,0	333,50	2334,50	
12,02	PARARRAYOS TIPO AUTOVÁLVULA DE ÓXIDO METÁLICO, 27 kV, 10 KA (Incluye accesorios de fijación a cruceta o a línea)	u	21	2	23,0	246,50	5669,50	
12,03	RECLOSER 630A, 16 kA, 200 kV - BIL (Incluye accesorios de fijación a cruceta)	u	1		1,0	43500,00	43500,00	
12,04	TRAFOMIX 200 kV - BIL, 50-100/1 A - CL. 0.5-5P20 30 VA, 22.9/0.1 KV CL 0.5-3P 50VA (Incluye accesorios de fijación a cruceta)	u	1		1,0	9135,00	9135,00	
12,05	MEDIDOR DE ENERGÍA ACTIVA	u	1		1,0	23200,00	23200,00	
12,06	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO 22.9/.22 kV - 5KVA (Incluye accesorios de fijación a cruceta)	u	1		1,0	2290,00	2290,00	
								86129,00
<b>COSTO DIRECTO S/ - SUMINISTRO EQUIPOS Y MATERIALES PARA LÍNEA 22.9kV + PÓRTICO SALIDA</b>								<b>348667,96</b>

## 5.2. METRADO Y PRESUPUESTO (OBRAS CIVILES y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO)

PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 KV PAMPAS - PASTO BUENO

PROPIETARIO:

CONSULTOR:

FECHA: SETIEMBRE - 2012

SECCIÓN:

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	Precio Unitario S/.	Parcial S/.	Subtotal S/.
<b>1,00</b>	<b><u>OBRAS PRELIMINARES</u></b>					
1,01	MOVILIZACION y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	Gbl	1,00	14960,00	14960,00	
1,02	REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS	km	7,03	520,00	3655,60	
1,03	INGENIERÍA DE DETALLE DE LAS LÍNEAS PRIMARIAS (GABINETE)	Gbl	1,00	1600,00	1600,00	
1,04	INSTALACIÓN DE CAMPAMENTOS PARA OFICINAS (CONTRATISTA Y SUPERVISIÓN)	m2	30,00	93,30	2799,00	
1,05	INSTALACIÓN DE CAMPAMENTOS PARA ALAMCENES	m2	80,00	80,00	6400,00	
1,06	DESPEJE DE ÁRBOLES DENTRO DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE	Ha	0,75	1200,00	900,00	
						<b>30314,60</b>
<b>2,00</b>	<b><u>CAMINOS DE ACCESO</u></b>					
2,01	CAMINO DE ACCESO EN TERRENO ONDULADO	Km	0,42	5760,70	2419,49	
2,02	CAMINO DE ACCESO EN TERRENO ACCIDENTADO NORMAL	Km	0,57	7190,00	4098,30	
2,03	CAMINO DE ACCESO EN TERRENO ACCIDENTADO ROCOSO	Km		10600,00		
						<b>6517,79</b>
<b>3,00</b>	<b><u>MONTAJE DE POSTES</u></b>					
3,01	TRANSPORTE DE POSTE DE 13.72 m, DE ALMACÉN DE OBRA A PUNTO DE IZAJE EN ZONA ONDULADA	u	8	150,10	1200,80	
3,02	TRANSPORTE DE POSTE DE 13.72 m, DE ALMACÉN DE OBRA A PUNTO DE IZAJE EN ZONA ACCIDENTADA ACCESIBLE	u	29	175,30	5083,70	
3,03	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (normal) PARA POSTE DE 13.72 m	u	14	73,40	1027,60	
3,04	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (roca fracturada) PARA POSTE DE 13.72 m	u	23	315,40	7254,20	
3,05	IZAJE, CIMENTACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE POSTE 13.72 m, EN TERRENO TIPO I	u	14	181,20	2536,80	
3,06	IZAJE, CIMENTACIÓN, IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE POSTE 13.72 m, EN TERRENO TIPO II	u	23	213,10	4901,30	
						<b>22004,40</b>
<b>4,00</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE RETENIDAS (1.22 m3 / retenida)</u></b>					
4,01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (normal)	u	35	63,00	2205,00	
4,02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (roca fracturada)	u	27	275,80	7446,60	
4,03	INSTALACIÓN DE RETENIDA INCLINADA	u	62	58,20	3608,40	
4,04	RELLENO Y COMPACTACIÓN PARA EL BLOQUE DE ANCLAJE	u	62	34,00	2108,00	
						<b>15368,00</b>
<b>5,00</b>	<b><u>MONTAJE DE ARMADOS</u></b>					
5,01	ARMADO TIPO S	u	1	60,00	60,00	
5,02	ARMADO TIPO A2	u	2	81,20	162,40	
5,03	ARMADO TIPO A3	u	1	64,00	64,00	
5,04	ARMADO TIPO R	u	2	91,40	182,80	
5,05	ARMADO TIPO PSH	u	3	104,50	313,50	
5,06	ARMADO TIPO PRH	u	1	134,30	134,30	
5,07	ARMADO TIPO S3-2	u	7	138,70	970,90	
5,08	ARMADO TIPO DS	u	1	58,00	58,00	
5,09	ARMADO TIPO TSHM	u	1	485,00	485,00	
						<b>2430,90</b>
<b>6,00</b>	<b><u>MONTAJE DE CONDUCTORES</u></b>					
6,01	TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO DE 120 mm <sup>2</sup> , POR FASE	km	21,21	1070,00	22694,70	
						<b>22694,70</b>
<b>7,00</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE AMORTIGUADORES Y PARARRAYOS DE LÍNEA</u></b>					
7,01	INSTALACIÓN DE AMORTIGUADORES ( JUEGO 3 UNID)	jgo	38	57,00	2166,00	
7,02	INSTALACIÓN DE PARARRAYOS DE LÍNEA (JUEGO 3 UNID)	jgo	5	65,00	325,00	

## 5.2. METRADO Y PRESUPUESTO (OBRAS CIVILES y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO)

PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO

PROPIETARIO:

CONSULTOR:

FECHA: SETIEMBRE - 2012

SECCIÓN:

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	Precio Unitario S/.	Parcial S/.	Subtotal S/.
						<b>2491,00</b>
<b>8,00</b>	<b><u>INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA</u></b>					
8,01	EXCAVACIÓN PARA PUESTA A TIERRA TIPO PAT1 EN TERRENO TIPO I - diam=1.0m, prof.=2.7 ⇒ 2.12 m3	u	4	55,00	220,00	
8,02	EXCAVACIÓN PARA PUESTA A TIERRA TIPO PAT1 EN TERRENO TIPO	u	10	170,80	1708,00	
8,03	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT1- (Incluye compactado con tierra vegetal y sales)	u	14	203,00	2842,00	
8,04	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT0	u	2	34,00	68,00	
						<b>4838,00</b>
<b>9,00</b>	<b><u>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</u></b>					
9,01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA	Glb	1	2900,00	2900,00	
						<b>2900,00</b>
<b>COSTO DIRECTO S/ - OBRAS CIVILES y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO LÍNEA 22.9kV</b>						<b>109559,39</b>

### 5.3. RESUMEN DEL METRADO Y PRESUPUESTO

PROYECTO: "LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 KV PAMPAS - PASTO BUENO,  
REGIÓN ANCASH"

UBICACIÓN

REGIÓN: ANCASH

PROVINCIA: PALLASCA

SECCION 1 : RESUMEN GENERAL

setiembre del 2012

### SUMINISTRO y MONTAJE DE LÍNEA

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL SOLES (S/.)
A.	SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS	348667,96
B.	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	109559,39
C.	TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS	17433,40
D.	COSTO DIRECTO (C.D.)	475660,75
E.	GASTOS GENERALES (10% de C.D.)	47566,07
	Gastos Generales Directos (9% de C.D.)	42809,47
	Gastos Generales Indirectos (1% de C.D.)	4756,61
F.	UTILIDADES (12% de C.D.)	57079,29
G.	SUB TOTAL	580306,11
H.	I.G.V. (19%)	110258,16
<b>COSTO TOTAL S/.</b>		<b>690564,27</b>

<b>RESUMEN EN DOLARES AMERICANOS COSTO TOTAL US \$/.</b>	<b>238125,61</b>
--	------------------

\*\* Tipo de cambio: S/. 2.9

#### 5.4. FÓRMULA POLINÓMICA DE REAJUSTE DE PRECIOS

##### LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO

REGIÓN: ANCASH  
 PROVINCIA: PALLASCA

DISTRITO: PASTO BUENO  
 FECHA: sep-12

VALOR REFERENCIAL : S/. 580306,11

N°	ELEMENTO REPRESENTATIVO	ÍNDICE	SÍMBOLO	MONTO	% INDICENCIA	COEFICIENTE
1	POSTES Y CRUCETAS	42	P	75499,10	86,60	0,150
2	AISLADORES	11	A	10425,20	11,96	
3	ACCESORIOS DE AISLADORES	02	F	1260,00	1,45	
4	CONDUCTORES AAAC, COBRE Y ACCESORIOS	30	CA	154565,80	88,14	0,302
5	MATERIALES DE FERRETERÍA PARA POSTES Y CRUCETAS	02	R	9057,70	5,17	
6	FERRETERÍA PARA RETENIDAS Y ANCLAJES	02	VR	7228,16	4,12	
7	FERRETERÍA PARA PUESTAS A TIERRA	02	PP	4503,00	2,57	
8	TRAFOMIX Y EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA	06	S	86129,00	83,17	0,178
9	TRANSPORTE	32	T	17433,40	16,83	
10	MONTAJE ELECTROMECÁNICO	47	MD	109559,39	100,00	0,189
11	GASTOS GENERALES Y UTILIDAD	39	GU	104645,36	100,00	0,180

NOTA : En caso de monomios compuestos por varios índices se ha considerado para efecto de denominación el símbolo que tiene mayor incidencia

$$K = 0.150 Pr/P0 + 0.302 CAr/CA0 + 0.178 Sr/S0 + 0.189 MDr/MD0 + 0.18 GUr/GU0$$

## CONCLUSIONES

1. Según norma DGE, el factor de seguridad mínimo para los conductores de aleación de aluminio es 1.7; pero según los cálculos efectuados para el conductor de  $120 \text{ mm}^2$  el factor de seguridad es 2.2; esto garantiza que la línea no traerá peligro a sus alrededores y los pobladores tendrán un servicio eléctrico confiable.
2. Los postes de madera se han seleccionado teniendo en cuenta: ligereza, maniobrabilidad, durabilidad y bajo costo.
3. Según norma DGE la deflexión de los postes de madera deberá ser menor o igual a 0.04; de los resultados se comprueba que para condiciones extremas la deflexión es de 0.037, con lo cual se justifica la utilización de los postes.
4. Según norma DGE, la caída de tensión debe ser menor a 5%, para el proyecto la máxima caída de tensión que se calculó fue de 0.376 %, con lo cual se cumple la restricción.

## **RECOMENDACIONES**

1. Una vez aprobada la ejecución de la obra, se debe dar trámite al Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), expedida por el Instituto Nacional de Cultura (INC), el cual verifica de inexistencia de dichos restos a lo largo de la ruta de la línea; sin el CIRA no se puede ejecutar la obra.
2. Se tendrá que tramitar ante el Ministerio de Energía y Minas (MEM), la concesión de la faja de servidumbre de la línea, por tal motivo, y en la medida de lo posible, se deberá evitar el paso de la línea por propiedad privada (domicilios, zonas de cultivo, etc.), de lo contrario se negociará la retribución a las personas o instituciones afectadas.
3. Durante el montaje de la línea, será recomendable hacer las puestas a tierra correspondientes, para desviar las posibles descargas atmosféricas que podrían producirse en el lugar, pues se trabajará en zonas de considerable altitud.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CIRCUITOS ELÉCTRICOS, Dorf – Svoba, Año 2000, Editorial Alfaomega México.
2. TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA, MBA. Ing. Fredy Saravia Poicón, Año 1995, Lima, Perú.
3. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA VOLUMENES I y II; Gilberto Enriquez Harper, Año 1997, Editorial Limusa, México
4. NORMAS LEGALES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD:
  - Resolución Directoral N° 016-2003-EM/DGE
  - Resolución Directoral N° 017-2003-EM/DGE
  - Resolución Directoral N° 018-2003-EM/DGE
  - Resolución Directoral N° 019-2003-EM/DGE
  - Resolución Directoral N° 020-2003-EM/DGE
  - Resolución Directoral N° 021-2003-EM/DGE
  - Resolución Directoral N° 022-2003-EM/DGE
5. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN; Gonzales Amancio, Gerardo, Año 2002, Editorial Universitario, Lima Perú.
6. Apuntes de cátedras de Líneas de transmisión, UNI – FIM, MBA. Ing. Fredy Saravia Poicón, ciclo 2007- II.

## **ANEXOS**

PLANO 01

**PLANILLA DE ESTRUCTURAS**

PROYECTO : LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO  
 PROPIETARIO :  
 CONSULTOR :  
 CONTRATISTA :

N° EST.	TIPO ARMADO	PROGRESIVA (m)	COTA (m)	VANO ADELANTE (m)	VANO VIENTO (m)	VANO PESO (m)	VÉRTICE	ANGULO DE LINEA				AISLADOR POLIMÉRICO	CADENA DE AISLADORES					POSTE DE MADERA TRATADA			PARARRAYOS	AMORTIGUADORES	RETENIDAS		PUESTAS A TIERRA		N° TRAMO	VANO EQUIVALENTE (m)	PARAMETRO FLECHA MÁX (m)	OBSERVACIONES																			
								G	M	S	D		TIPO PIN O LINE POST	SUSPENSION	SUSPENSION ANGULAR	ANCLAJE			CANT.	LONG (PIES)			CLASE	RI	RV	PAT-0					PAT-1																		
																ATRÁS	ADELANTE	TOTAL																															
0	DS	00,00	3720,00	18,45	9	14					2							-	-	-											Poste existente N°61 A2 del la LP S.E. Pallasca-Pampas, ubicado en el Cerro Huachaper																		
1	TSHM	18,45	3717,51	21,37	20	36					6				NORMAL	NORMAL	6	2	45°	4	6						3	2	21,4	168	Estructura provista de equipos de medición																		
2	A2	39,82	3718,03	65,45	43	-39	V1	20	14	20	D														6					3	3	65,5	656																
3	R	105,27	3722,62	327,52	196	582																			2					1	4	327,5	1322																
4	PRH	432,79	3644,23	502,08	415	372																			4						5	441,3	1410																
5	PSH	934,87	3551,41	175,97	339	240																									1																		
6	S3-2	1110,84	3529,39	771,88	474	373																											6	771,9	1495	Separación entre postes=6.0 m													
7	S3-2	1882,72	3502,45	834,55	772	822	V2	31	54	40	I																							7	834,6	1502	Separación entre postes=7.0 m												
8	S3-2	2717,27	3469,10	977,41	906	809																												8	977,4	1514	Separación entre postes=7.0 m												
9	S3-2	3694,68	3500,31	327,62	653	470																												9	264,4	1259	Separación entre postes=7.0 m												
10	S	4022,30	3565,83	98,62	213	245																												3															
11	A3	4120,92	3584,07	108,95	94	257	V3	49	57	40	D																								1														
12	S3-2	4229,87	3586,38	750,77	418	842	V4	26	39	00	D																									3													
13	S3-2	4980,64	3421,43	651,18	701	193																														6													
14	S3-2	5631,82	3504,69	506,82	579	857	V5	04	00	00	D																									3													
15	PSH	6138,64	3478,60	467,59	487	330																														2													
16	PSH	6606,23	3505,22	290,48	379	397																														2													
17	R	6896,71	3517,98	131,03	211	377	V6	04	42	20	I																										6												
18	A2	7027,74	3505,87		66	-34																															6												
TOT																																					8	41	3	78	37	21	114	62	0	2	14		

ARMADOS	CANTIDAD
DS	1
S	1
A2	2
A3	1
R	2
PSH	3
PRH	1
TSHM	1
S3-2	7
TOTAL	19

POSTE DE MADERA	
45/4	23
45/5	14
TOTAL	37

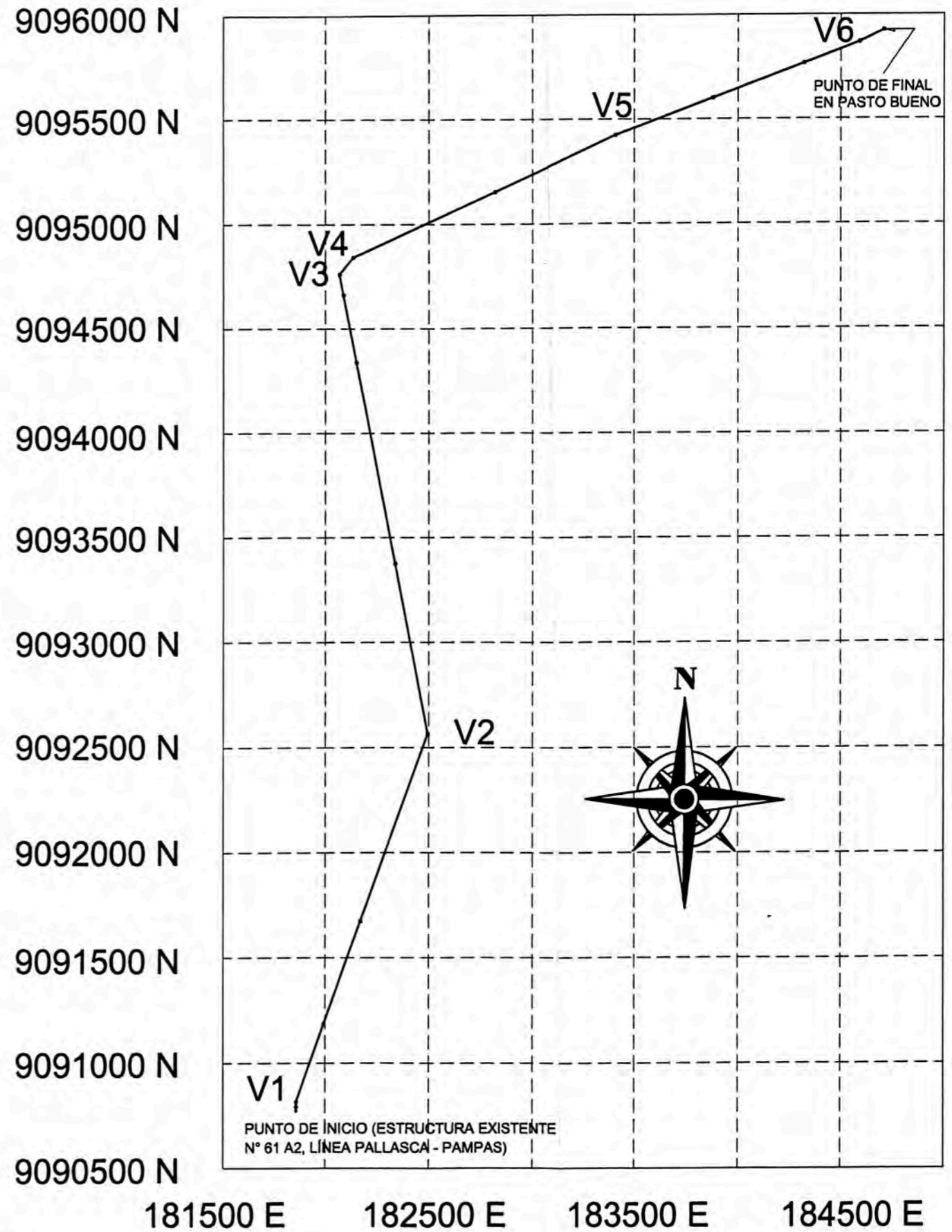
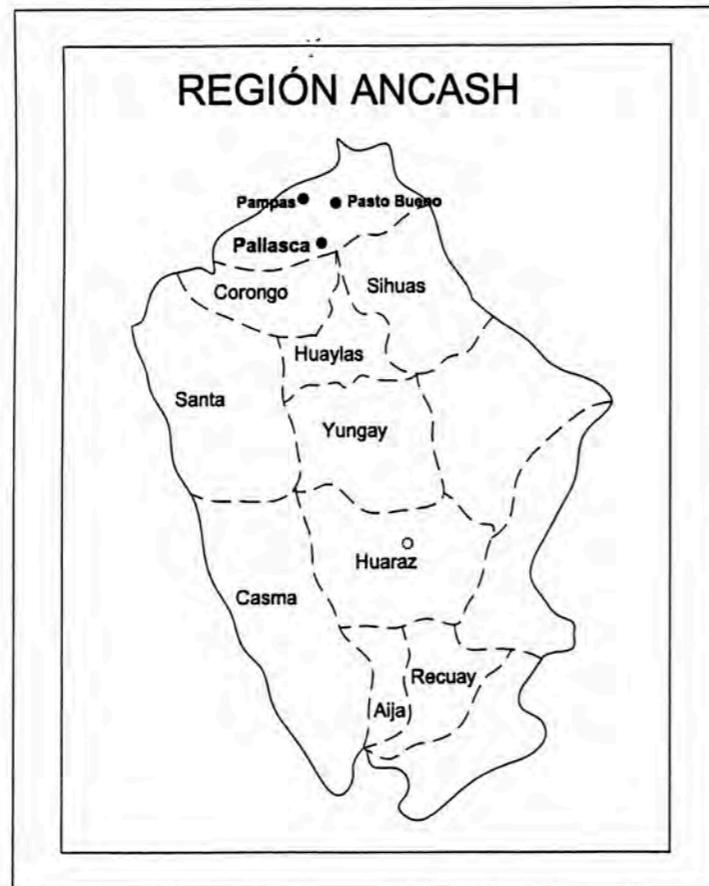
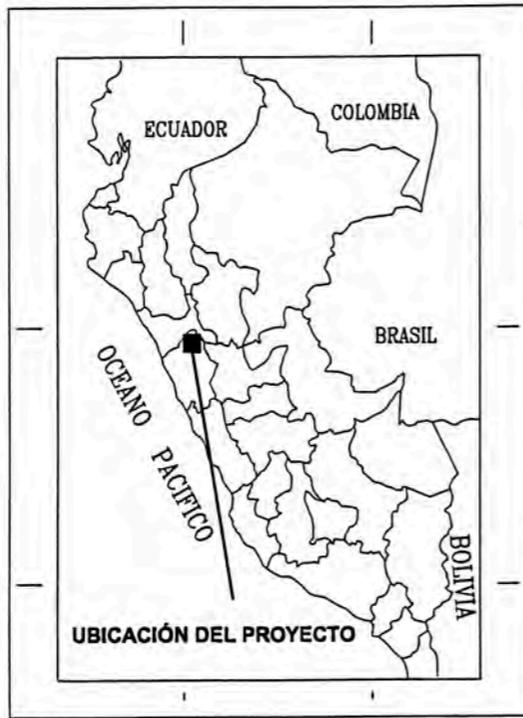
AISLADOR POLIMÉRICO TIPO SUSPENSIÓN				
SUSPENSION	SUSPENSION ANGULAR	ANCLAJE		TOTAL AISLADORES
		NORMAL	INVERTIDA	
41	3	78	0	122

## **PLANOS**

# RELACIÓN DE PLANOS

## LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV, PAMPAS - PASTO BUENO

<b>PLANO N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
LP-100	TRAZO DE RUTA
LP-101 / 01	LP 22,9 kV PAMPAS - PASTO BUENO: PERFIL Y PLANIMETRÍA, km. 0.000 al 1.180
LP-101 / 02	LP 22,9 kV PAMPAS - PASTO BUENO: PERFIL Y PLANIMETRÍA, km. 1.18 al 2.512
LP-101 / 03	LP 22,9 kV PAMPAS - PASTO BUENO: PERFIL Y PLANIMETRÍA, km. 2.512 al 3.945
LP-101 / 04	LP 22,9 kV PAMPAS - PASTO BUENO: PERFIL Y PLANIMETRÍA, km. 3.945 al 5.278
LP-101 / 05	LP 22,9 kV PAMPAS - PASTO BUENO: PERFIL Y PLANIMETRÍA, km 5.278 al 6.623
LP-101 / 06	LP 22,9 kV PAMPAS - PASTO BUENO: PERFIL Y PLANIMETRÍA, km. 6.623 al 7.027
	LISTA DE TIPO DE ARMADOS
LA-01	ARMADO DE ALINEAMIENTO 0° A 5°, TIPO "S"
LA-02	ARMADO DE ÁNGULO 15° A 30°, TIPO "A2"
LA-03	ARMADO DE ÁNGULO 30° A 60°, TIPO "A3"
LA-04	ARMADO DE ANCLAJE 0° A 5°, TIPO "R"
LA-05	ARMADO DE ALINEAMIENTO BIPOSTE, 0° A 5°, TIPO "PSH"
LA-06	ARMADO DE ANCLAJE BIPOSTE, 0° A 5°, TIPO "PRH"
LA-07	ARMADO DE ANCLAJE TRIPOSTE TIPO "S3-2"
LA-08	ARMADO DE DERIVACIÓN NO TENSADA TIPO "DS"
LA-09	ARMADO DE SECCIONAMIENTO Y MEDICIÓN TRIFÁSICO, TIPO "TSHM"
LA-10	DETALLE DE CADENA DE AISLADORES
LA-11	DETALLE DE PUESTA A TIERRA
LA-12	DISPOSICIÓN DE AMORTIGUADORES
LA-13	DETALLE DE RETENIDA INCLINADA
LA-14	DETALLE DE CIMENTACIÓN



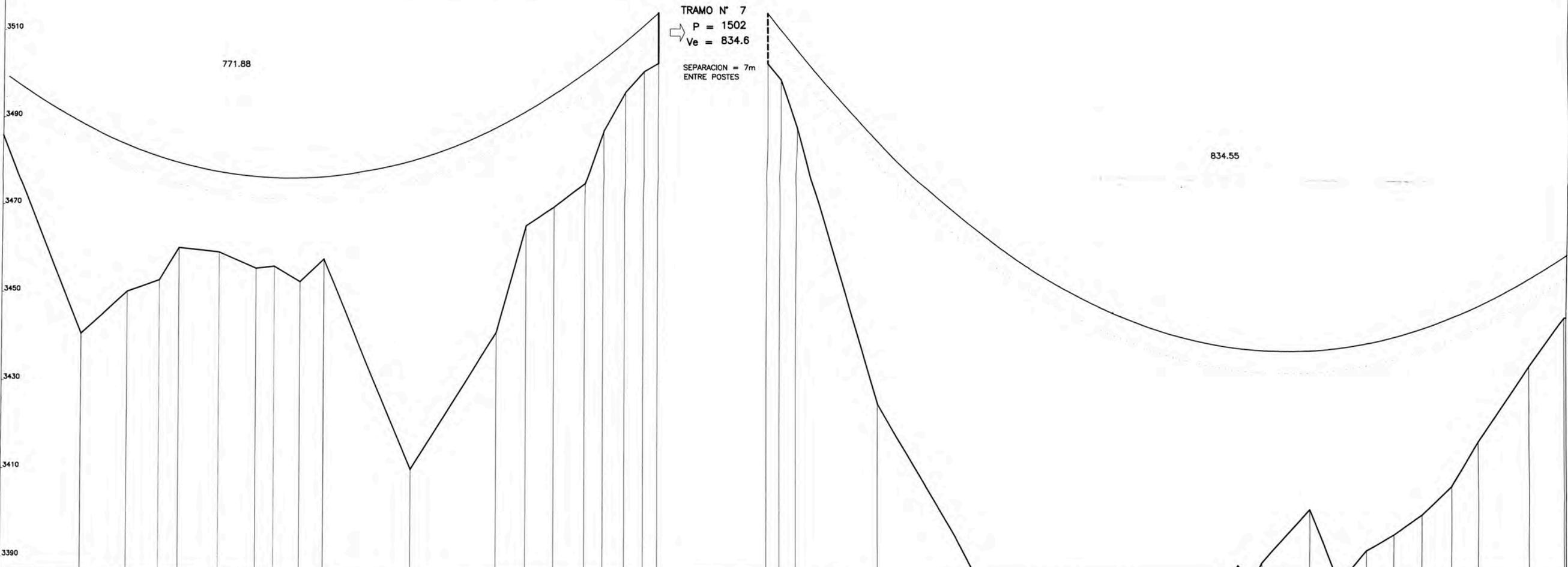
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 KV PAMPAS - PASTO BUENO	FECHA: SET 2012	DISERO:	PLANO: LP-100
ELABORADO JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ	TRAZO DE RUTA	ESCALA: 1/25 000	REVISION: 01	



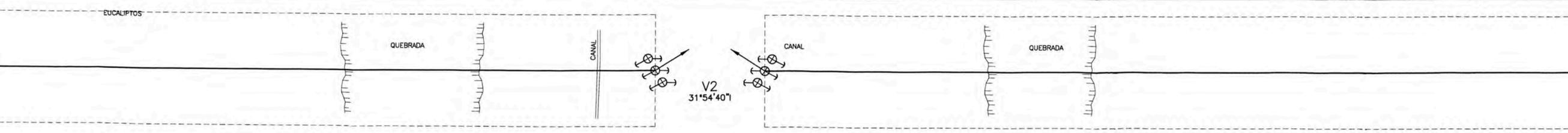
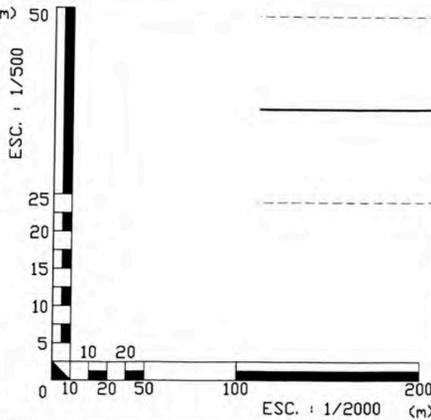
NUMERO DE ESTRUCTURA	
TIPO DE ESTRUCTURA	
VANO HORIZONTAL (m)	771.88
VANO VIENTO (m)	
VANO PESO (m)	
PARAMETRO CATENARIA (m)	1495
CANTIDAD, ALTURA Y CLASE DE POSTE	
CANTIDAD Y TIPO DE RETENIDAS	
CANTIDAD Y TIPO DE PUESTA A TIERRA	
CANTIDAD DE PARARRAYOS DE LINEA	

7	7
S3-2	S3-2
772	772
822	822
3-45'/5	3-45'/5
6xR1	6xR1
3xPAT-1	3xPAT-1
3	3

834.55  
1502



KILOMETRAJE	
ESTACION	
COTA PERFIL PARALELO	
COTA TERRENO	3440.66, 3450.32, 3452.98, 3460.29, 3469.29, 3465.64, 3456.12, 3452.57, 3467.74, 3410.25, 3441.26, 3465.46, 3469.73, 3475.13, 3467.12, 3495.88, 3500.59, 3502.45
DISTANCIA PARCIAL	74.23, 42.55, 29.62, 18.02, 36.84, 33.71, 16.56, 23.46, 21.87, 80.44, 77.91, 26.85, 25.51, 27.81, 16.86, 19.40, 17.10, 13.00
DISTANCIA ACUMULADA	1355.21, 1397.76, 1427.38, 1445.40, 1482.24, 1515.95, 1532.51, 1555.97, 1577.84, 1658.28, 1736.19, 1763.04, 1788.55, 1816.36, 1833.22, 1852.62, 1869.72, 1882.72
TIPO DE TERRENO	ERIAZO
PROPIETARIO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS



5						
4						
3						
2						
1	EMITIDO PARA APROBACION					
N°	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	REVISO	APROBO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ

FORMATO:

**LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV**  
**PAMPAS - PASTO BUENO**  
Perfil y Planimetría  
km 1+180 a km 2+512

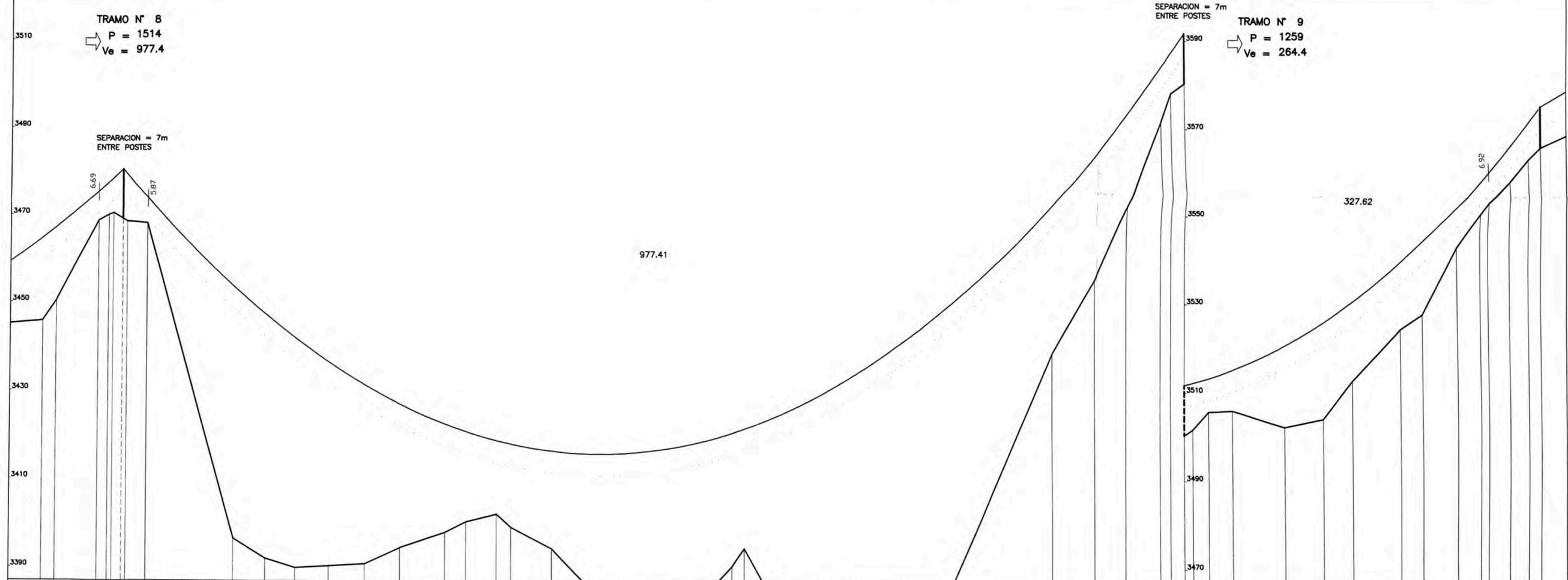
DPTO./EST.: ANCASH PROV.: PALLASCA DIST.: PAMPAS

DIS. DIB. REV. APR.

FECHA: SETIEMBRE-2012 PLANO N°: LP-101

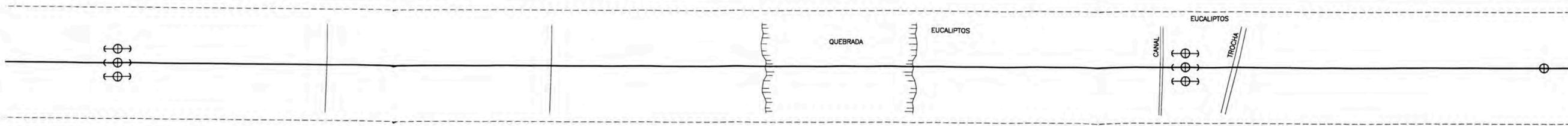
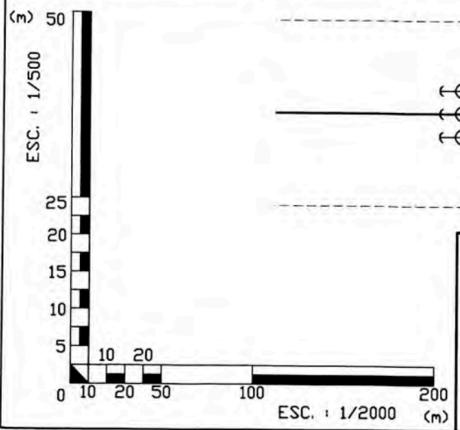
ESCALA: H = 2000 V = 500 HOJA: 02

NUMERO DE ESTRUCTURA	8	9	10
TIPO DE ESTRUCTURA	S3-2	S3-2	S
VANO HORIZONTAL (m)	977.41	327.62	213
VANO VIENTO (m)	906	653	245
VANO PESO (m)	809	470	1259
PARAMETRO CATENARIA (m)	1514	-	-
CANTIDAD, ALTURA Y CLASE DE POSTE	3-45/4	3-45/4	1-45/4
CANTIDAD Y TIPO DE RETENIDAS	6xRI	6xRI	-
CANTIDAD Y TIPO DE PUESTA A TIERRA	-	-	1xPAT-1
CANTIDAD DE PARARRAYOS DE LINEA	-	-	3



KILOMETRAJE
ESTACION
COTA PERFIL PARALELO
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA ACUMULADA
TIPO DE TERRENO
PROPIETARIO

ESTACION	P9	E6	E7P10	E8	P11
COTA TERRENO	3445.74	3450.25	3468.85	3468.85	3468.85
DISTANCIA PARCIAL	32.02	12.41	38.54	8.75	12.72
DISTANCIA ACUMULADA	2644.15	2656.56	2695.10	2703.85	2716.57
TIPO DE TERRENO	ERIAZO			CULTIVO	
PROPIETARIO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS			COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS	



N°	DESCRIPCION	FECHA	DISENO	DIBUJO	REVISO	APROBO
1	EMITIDO PARA APROBACION					

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ

**LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 KV  
 PAMPAS - PASTO BUENO**  
 Perfil y Planimetría  
 km 2+512 a km 3+945

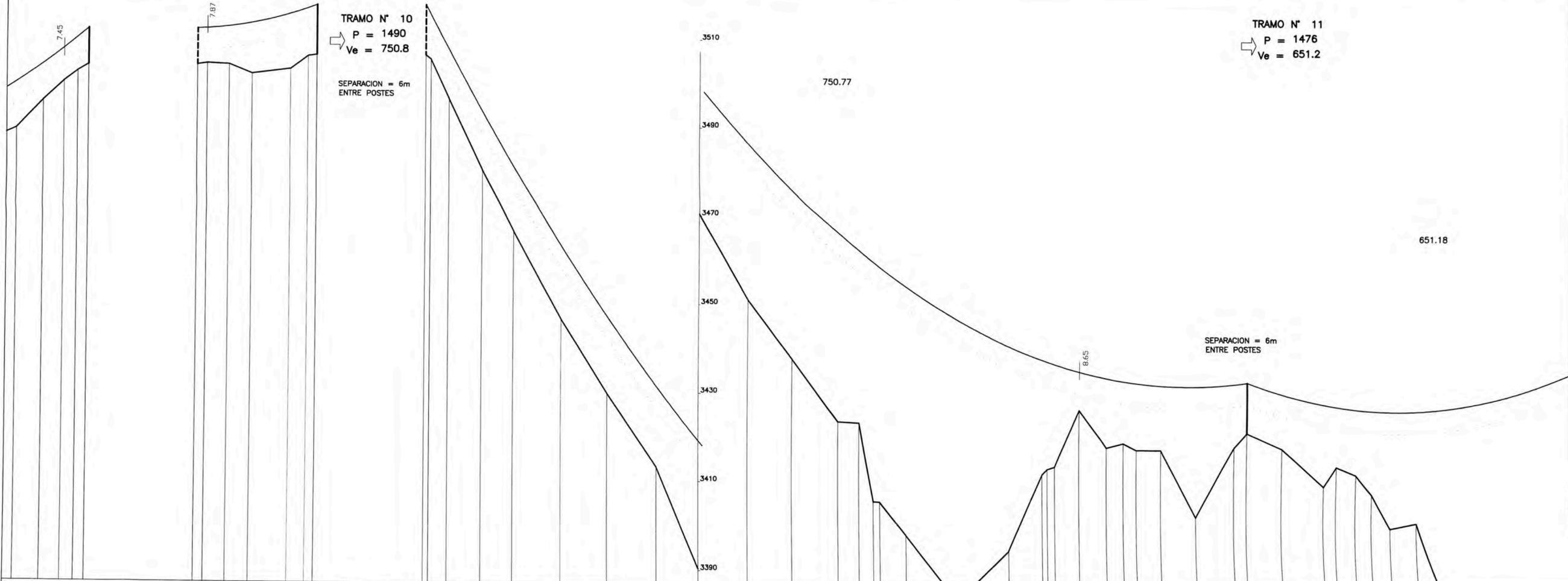
DPTO./EST.: ANCASH    PROF.: PALLASCA    DIST.: PAMPAS

FECHA : SETIEMBRE-2012    PLANO N°: LP-101

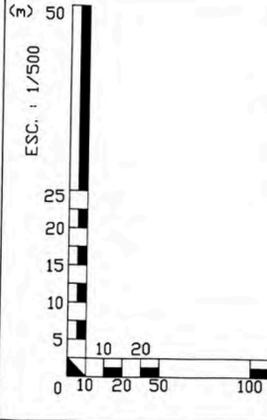
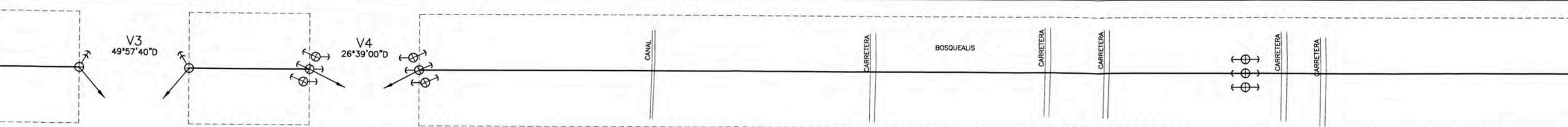
ESCALA : H = 2000, V = 500    HOJA : 03

NUMERO DE ESTRUCTURA	11
TIPO DE ESTRUCTURA	A3
VANO HORIZONTAL (m)	98.62
VANO VIENTO (m)	94
VANO PESO (m)	257
PARAMETRO CATENARIA (m)	1259
CANTIDAD, ALTURA Y CLASE DE POSTE	1-45/4
CANTIDAD Y TIPO DE RETENIDAS	3xRI
CANTIDAD Y TIPO DE PUESTA A TIERRA	-
CANTIDAD DE PARARRAYOS DE LINEA	-

11	11	12	12	13
A3	A3	S3-2	S3-2	S3-2
98.62	108.95	418	418	651.18
94	257	842	842	701
1259	1259	842	842	193
1-45/4	1-45/4	3-45/5	3-45/5	3-45/4
3xRI	3xRI	6xRI	6xRI	6xRI
-	-	3xPAT-1	3xPAT-1	-
-	-	3	3	-



KILOMETRAJE	
ESTACION	V3
COTA PERFIL PARALELO	
COTA TERRENO	3566.48
DISTANCIA PARCIAL	32.85
DISTANCIA ACUMULADA	4085.15
TIPO DE TERRENO	ROCCOSO
PROPIETARIO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS



5					
4					
3					
2					
1	EMITIDO PARA APROBACION				
N°	DESCRIPCION	FECHA	DISENO	DIBUJO	REVISO
					APROBO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ

FORMATO:

**LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 KV**  
**PAMPAS - PASTO BUENO**  
 Perfil y Planimetría  
 km 3+945 a km 5+278

DPTO./EST.: ANCASH    PROV.: PALLASCA    DIST.: PAMPAS

DIS.    DIB.    REV.    APR.

FECHA : SETIEMBRE-2012

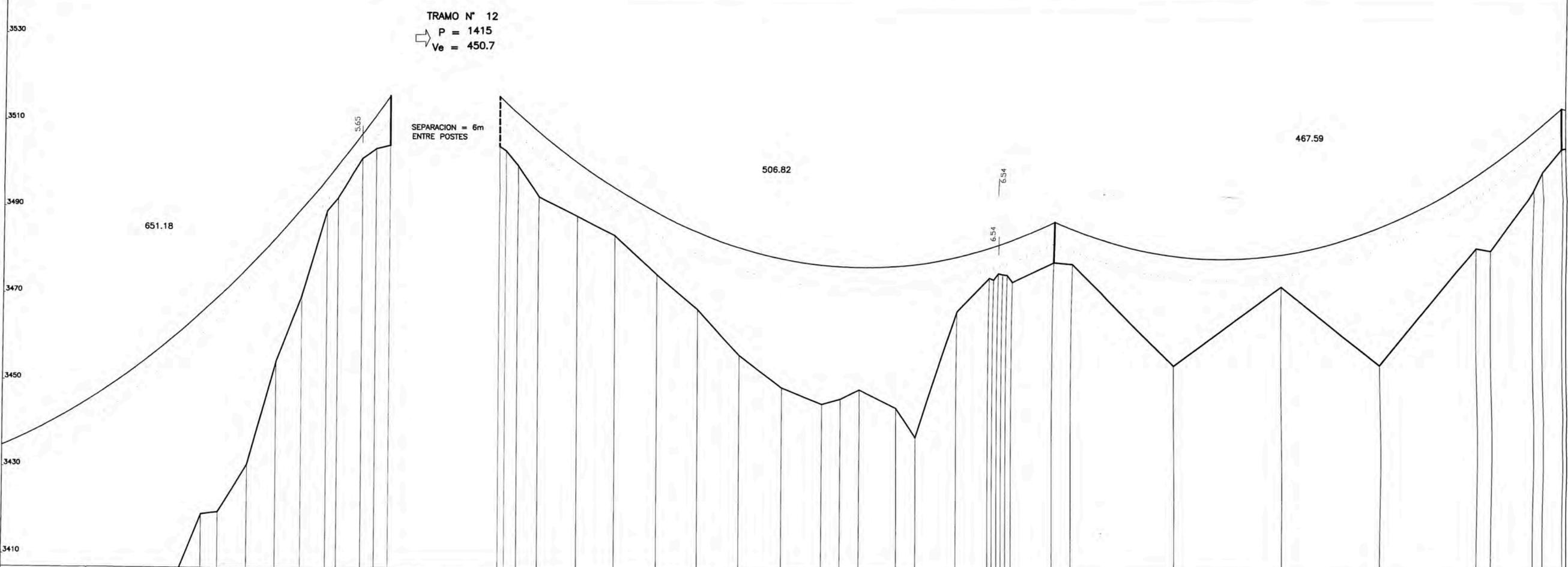
ESCALA : H = 2000  
V = 500

PLANO N°: LP-10

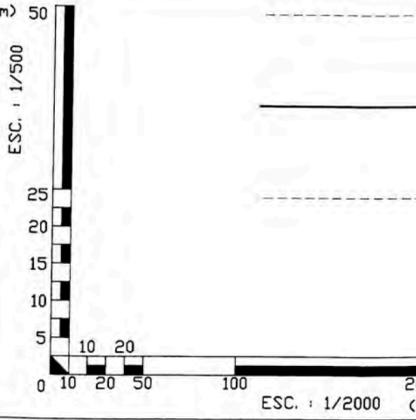
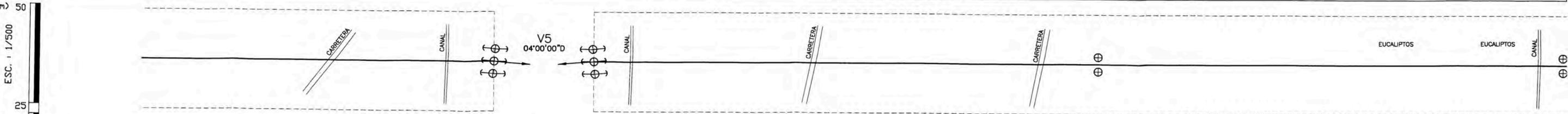
HOJA: 0

NUMERO DE ESTRUCTURA	
TIPO DE ESTRUCTURA	
VANO HORIZONTAL (m)	651.18
VANO PESO (m)	579
PARAMETRO CATENARIA (m)	1476
CANTIDAD, ALTURA Y CLASE DE POSTE	3-45/5
CANTIDAD Y TIPO DE RETENIDAS	6xRI
CANTIDAD Y TIPO DE PUESTA A TIERRA	3xPAT-1
CANTIDAD DE PARARRAYOS DE LINEA	3

	14	14		15	16
	S3-2	S3-2		PSH	PSH
	579	579	506.82	467.59	379
	857	857		330	397
	3-45/5	3-45/5	1415	1415	2-45/5
	6xRI	6xRI			1xPAT-0
	3xPAT-1	3xPAT-1			
	3	3			



KILOMETRAJE	ESTACION	COTA PERFIL PARALELO	COTA TERRENO	DISTANCIA PARCIAL	DISTANCIA ACUMULADA	TIPO DE TERRENO	PROPIETARIO
	E11		3373.22	48.42	5297.75	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	E12		3403.75	47.24	5344.99	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3406.90	11.17	5356.16	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3402.36	7.30	5363.46	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3402.60	34.27	5397.73	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3408.97	43.43	5441.16	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3419.32	19.50	5460.66	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3419.88	15.06	5475.72	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3430.79	26.49	5502.21	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3454.58	25.85	5527.86	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3469.72	23.34	5551.20	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3489.28	22.70	5573.90	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3492.35	10.12	5584.02	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3501.60	22.18	5606.20	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3503.89	12.67	5618.87	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3504.69	12.95	5631.82	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3503.32	11.03	5642.85	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3493.01	19.13	5661.98	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3489.50	35.66	5703.48	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3484.07	34.32	5737.80	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3475.12	36.62	5776.42	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3467.16	37.67	5814.09	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3456.66	38.40	5852.49	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3448.18	36.84	5889.33	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3446.45	36.63	5927.96	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3446.64	17.10	5945.06	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3448.87	17.34	5962.40	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3444.74	33.55	5995.95	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3438.07	17.39	6013.34	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3467.09	37.10	6050.44	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3474.82	23.40	6073.84	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3475.99	4.98	6078.82	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3474.06	2.90	6081.72	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3478.60	37.53	6138.64	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3478.24	17.04	6155.68	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3454.93	94.89	6250.57	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3473.28	97.87	6348.44	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3465.22	90.16	6438.60	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3482.24	88.61	6527.21	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3481.64	13.42	6540.63	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3495.53	38.67	6579.30	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3499.82	8.87	6588.17	ROCOSO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	V5		3505.22	18.06	6606.23	ERIAZO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS
	P16						
	P17						



5						
4						
3						
2						
1	EMITIDO PARA APROBACION					
N°	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	REVISO	APROBO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ

FORMATO:

**LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 KV  
PAMPAS - PASTO BUENO**  
Perfil y Planimetría  
km 3+945 a km 5+278

DPTO./EST.: ANCASH    PROV.: PALLASCA    DIST.: PAMPAS

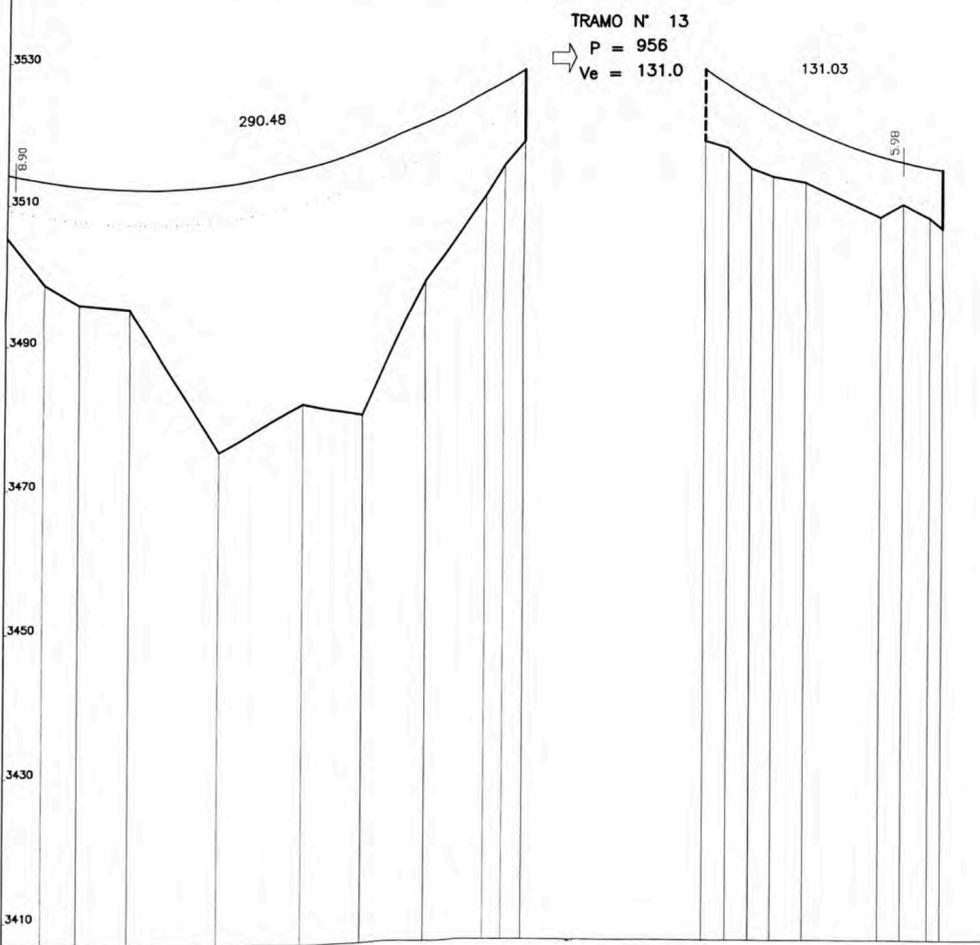
DIS.    DIB.    REV.    APR.

FECHA : SETIEMBRE-2012    PLANO N°: LP-101

ESCALA : H = 2000    HOJA : 05  
V = 500

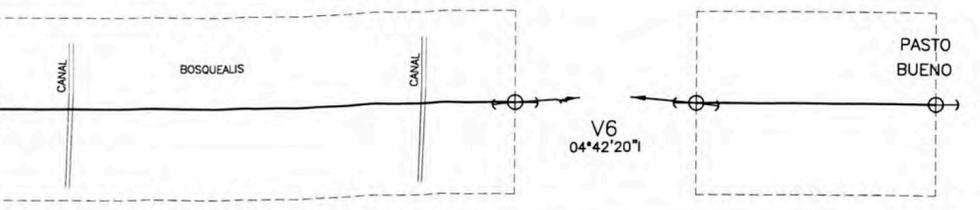
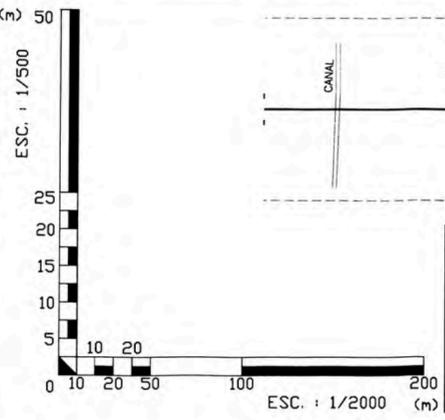
NUMERO DE ESTRUCTURA
TIPO DE ESTRUCTURA
VANO HORIZONTAL (m)
VANO VIENTO (m)
VANO PESO (m)
PARAMETRO CATENARIA (m)
CANTIDAD, ALTURA Y CLASE DE POSTE
CANTIDAD Y TIPO DE RETENIDAS
CANTIDAD Y TIPO DE PUESTA A TIERRA
CANTIDAD DE PARARRAYOS DE LINEA

17	17	18
R	R	A2
290.48	131.03	
211	211	66
377	377	-34
1415	956	
1-45/4	1-45/4	1-45/4
2xRI	2xRI	3xRI



KILOMETRAJE
ESTACION
COTA PERFIL PARALELO
COTA TERRENO
DISTANCIA PARCIAL
DISTANCIA ACUMULADA
TIPO DE TERRENO
PROPIETARIO

	E13 V6	V6	P19															
COTA TERRENO	3505.40	3498.77	3495.89	3485.30	3475.43	3481.81	3480.10	3488.31	3510.34	3517.98	3517.03	3514.20	3513.07	3512.24	3507.41	3509.22	3507.32	3505.87
DISTANCIA PARCIAL	3.97	21.26	19.50	28.12	48.59	46.84	32.99	34.49	32.55	11.00	12.83	12.51	11.92	18.04	41.44	12.46	14.78	6.95
DISTANCIA ACUMULADA	6810.20	6831.46	6850.96	6879.08	6726.67	6775.51	6808.50	6842.99	6875.54	6885.71	6896.71	6896.71	6934.07	6952.11	6993.55	7006.01	7020.79	7027.74
TIPO DE TERRENO	ERIAZO									ERIAZO								
PROPIETARIO	COMUNIDAD CAMPESINA PAMPAS																	



5						
4						
3						
2						
1	EMITIDO PARA APROBACION					
N°	DESCRIPCION	FECHA	DISEÑO	DIBUJO	REVISO	APROBO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ

FORMATO:

**LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV  
PAMPAS - PASTO BUENO  
Perfil y Planimetría**

km 3+945 a km 5+278

DPTO./EST.: ANCASH    PROV.: PALLASCA    DIST.: PAMPAS

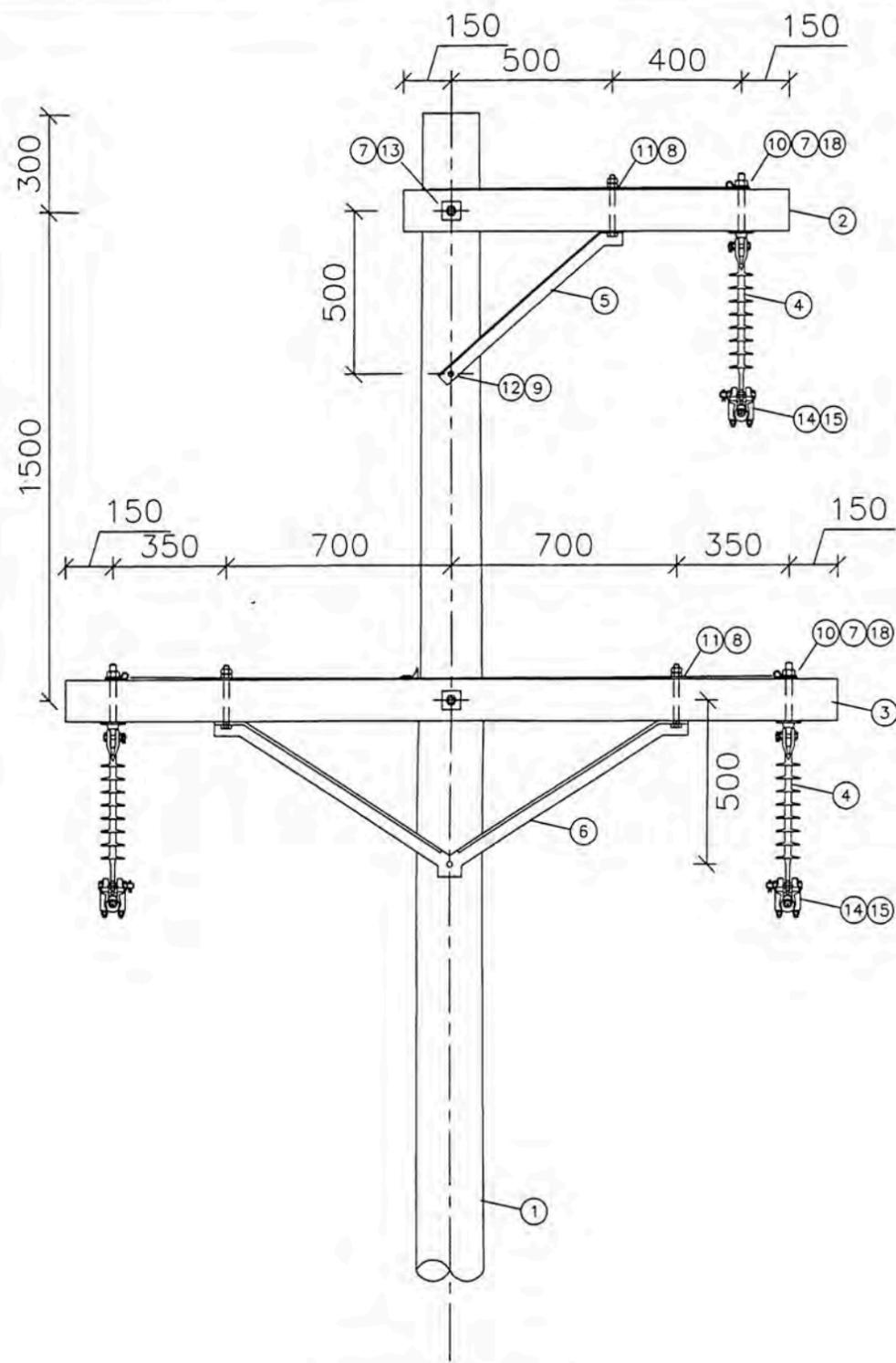
DIS.    DIB.    REV.    APR.

FECHA : SETIEMBRE-2012

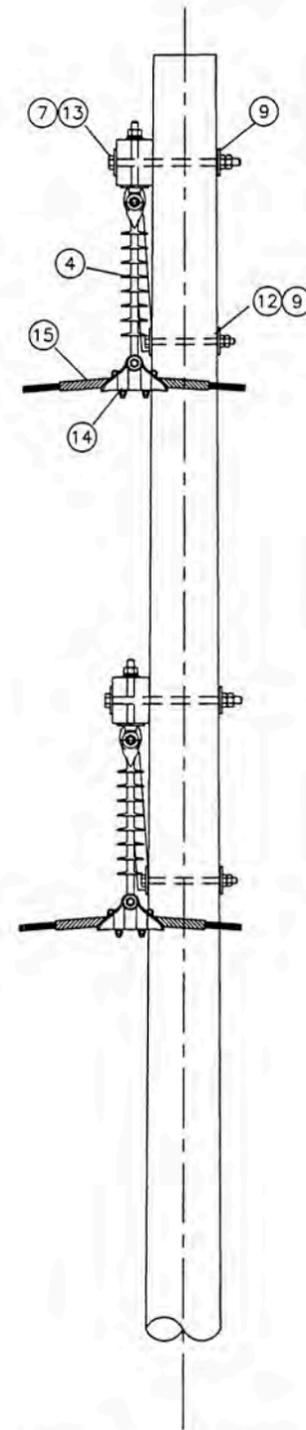
PLANO N°: LP-101

ESCALA : H = 2000, V = 500

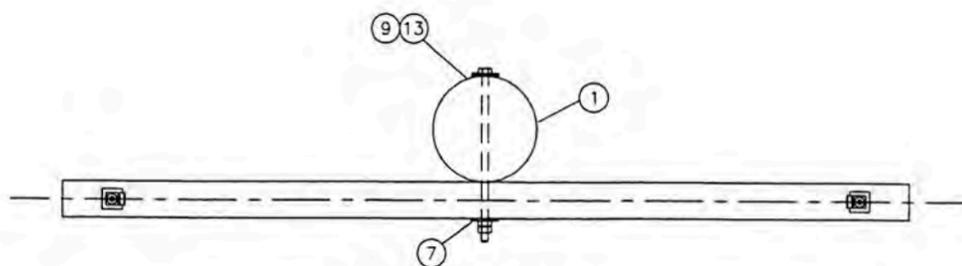
HOJA : 06



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA PLANTA

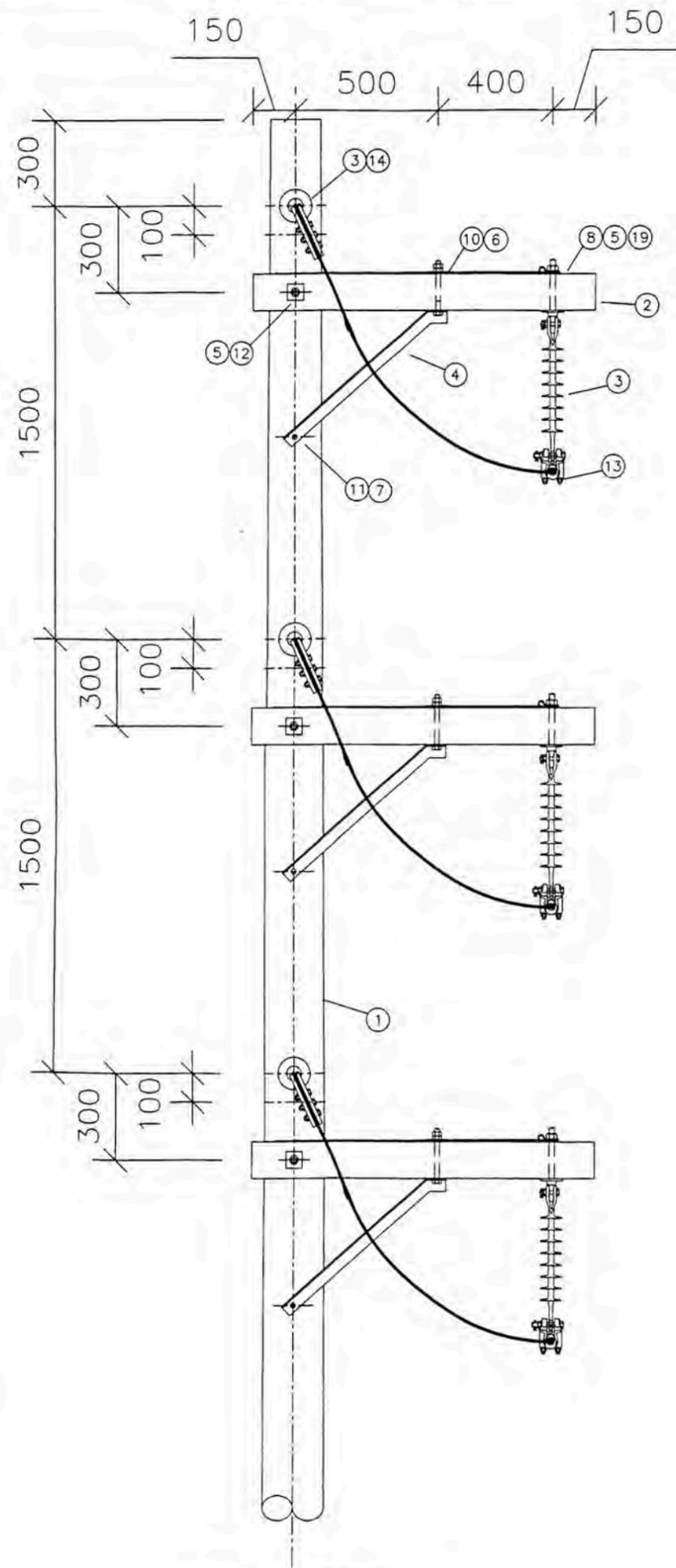
**NOTAS :**

1.- SALVO INDICACION CONTRARIA, LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS

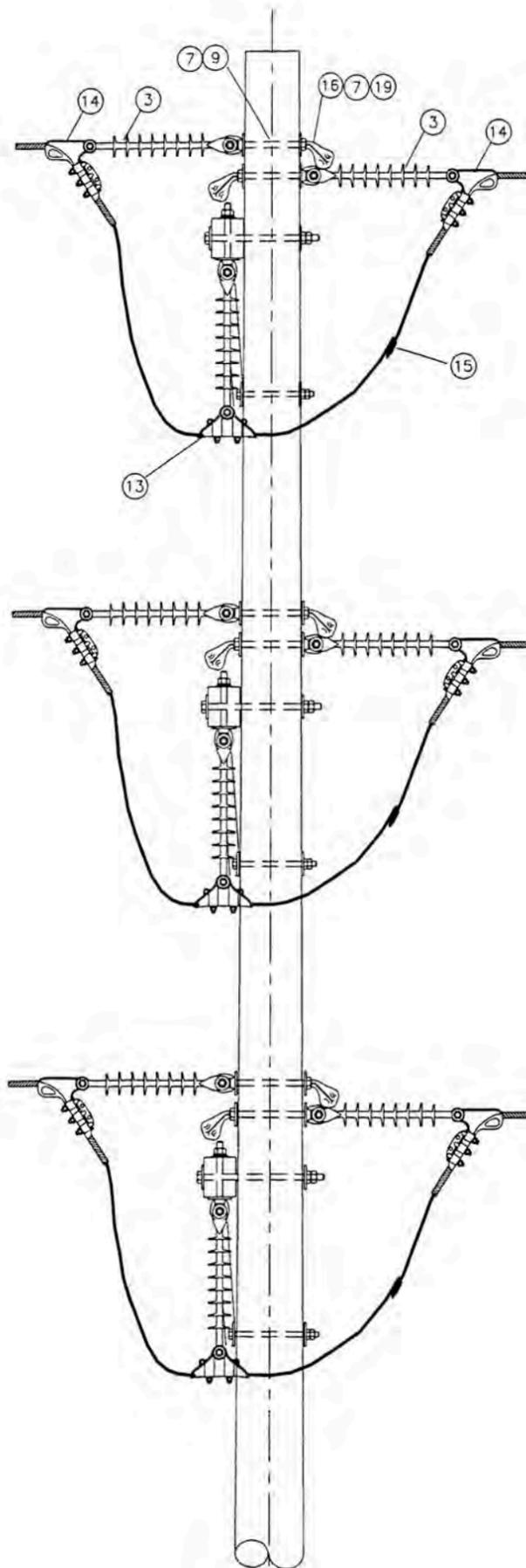
N°	DESCRIPCION	CANT.
1	POSTE DE MADERA TRATADA 45' (13.72 m) CLASE REGUN REQUERIMIENTO	1
2	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 1.20m	1
3	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 2.40m	1
4	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION HORQUILLA/OJO	3
5	BRAZO SIMPLE CON PERFIL 2-1/2"x1/4"e, VANO 500 mm	1
6	BRAZO DOBLE TIPO V CON PERFIL 2-1/2"x1/4"e, VANO 1400 mm	1
7	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO $\phi$ 13/16"	9
8	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO $\phi$ 11/16"	3
9	ARANDELA CUADRADA CURVADA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO $\phi$ 13/16"	4
10	PERNO OJO $\phi$ 3/4" x 8" LONGITUD CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
11	PERNO COCHE $\phi$ 5/8" x 8" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
12	PERNO MAQUINADO $\phi$ 3/4" x 12" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
13	PERNO MAQUINADO $\phi$ 3/4" x 16" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
14	GRAPA DE SUSPENSION PARA CONDUCTOR 120 mm <sup>2</sup> AAAC	3
15	VARILLA DE ARMAR PARA CONDUCTOR 120 mm <sup>2</sup> AAAC	3
16	CABLE DE COBRE TEMPLE BALANDO 25 m <sup>2</sup> CONEXION A TIERRA	20m
17	CONECTOR DE CORE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE COBRE 25 mm <sup>2</sup>	2
18	PLATINA COBRE TIPO "J" CONEXION A TIERRA TIERRA	3

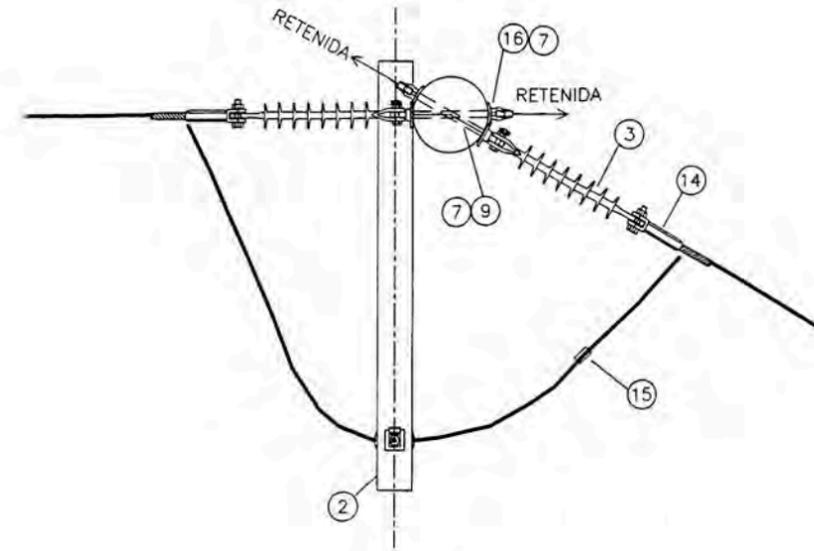
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	PROYECTO LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO	FECHA SET 2012	DISEÑO	PLANO LA-01
ELABORADO José Carlos Villanueva La Rosa Sánchez	ARMADO DE ALINEAMIENTO TIPO S, 0° - 5°	ESCALA S/E	REVISIÓN 01	



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

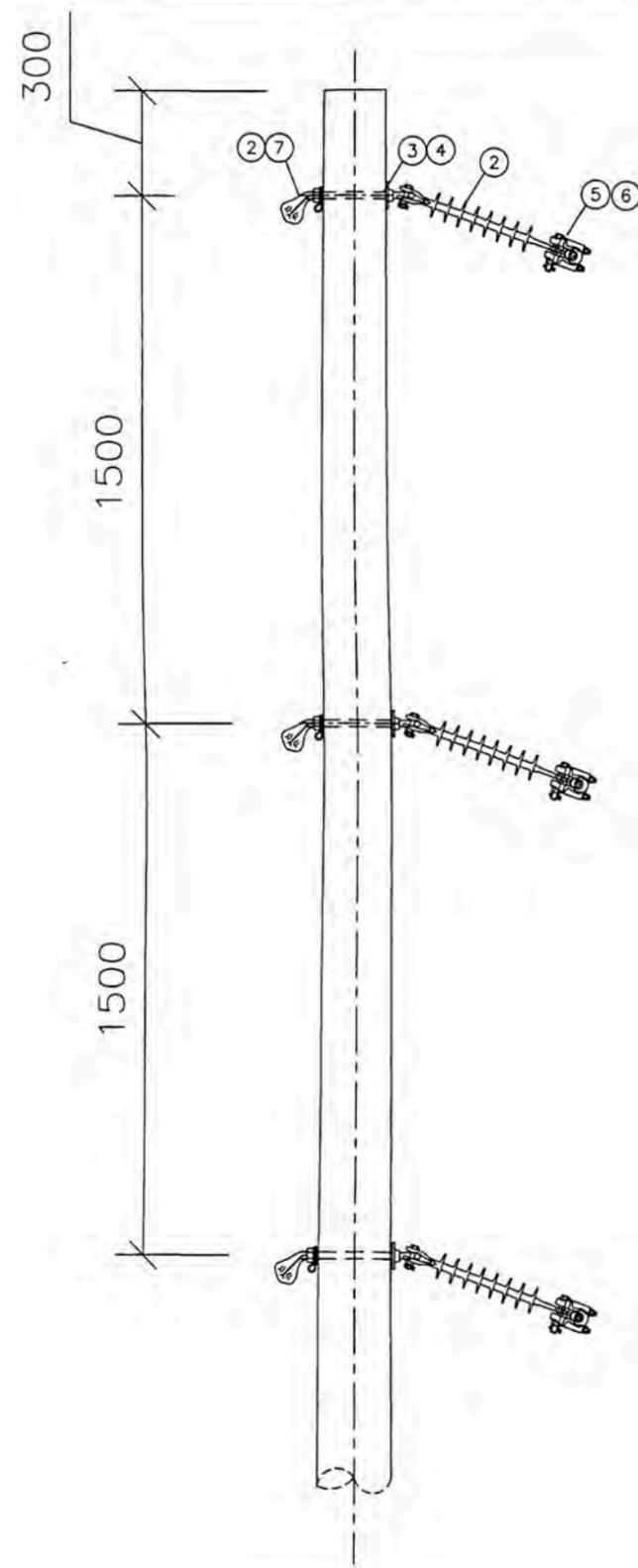


VISTA PLANTA

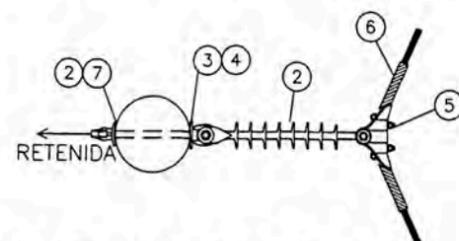
NOTA :  
1.- SALVO INDICACION CONTRARIA, LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS

N°	DESCRIPCION	CANT.
1	POSTE DE MADERA TRATADA 45' (13.72 m) CLASE REGUN REQUERIMIENTO	1
2	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 1.20m	3
3	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION HORQUILLA/OJO	9
4	BRAZO SIMPLE CON PERFIL 2-1/2"x1/4"e, VANO 500 mm	3
5	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO $\phi$ 13/16"	9
6	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO $\phi$ 11/16"	3
7	ARANDELA CUADRADA CURVADA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO $\phi$ 13/16"	18
8	PERNO OJO $\phi$ 3/4" x 8" LONGITUD CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
9	PERNO OJO $\phi$ 3/4" x 12" LONGITUD CON TUERCA Y CONTRATUERCA	6
10	PERNO COCHE $\phi$ 5/8" x 8" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
11	PERNO MAQUINADO $\phi$ 3/4" x 12" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
12	PERNO MAQUINADO $\phi$ 3/4" x 16" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
13	GRAPA DE SUSPENSION PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAAC	3
14	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE 3 PERNOS PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAAC	6
15	GRAPA TIPO DOBLE VIA PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAAC	3
16	TUERCA CON OJAL GUARDACABO PARA PERNO DE 3/4" $\phi$	6
17	CABLE DE COBRE TEMPLE BALANDO 25 m2 CONEXION A TIERRA	20m
18	CONECTOR DE CORE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE COBRE 25 mm2	6
19	PLATINA COBRE TIPO "J" CONEXION A TIERRA TIERRA	9

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 KV PAMPAS - PASTO BUENO	FECHA: SET 2012	DISEÑO:	PLANO:
ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ	ARMADO DE ANCLAJE ANGULAR TIPO A2, 15° - 30°	ESCALA: S/E	REVISIÓN: 01	LA-02



VISTA FRONTAL

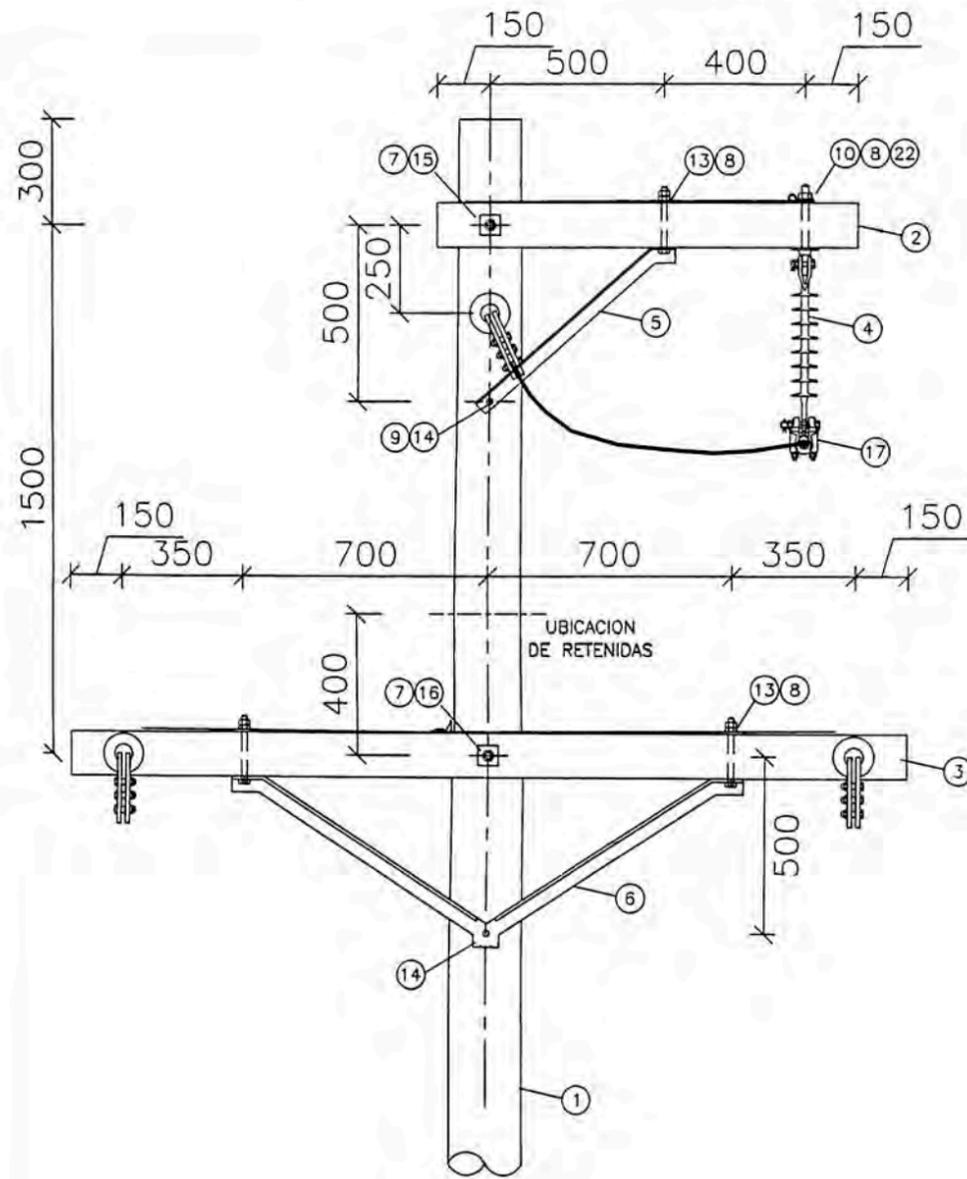


VISTA DE PLANTA

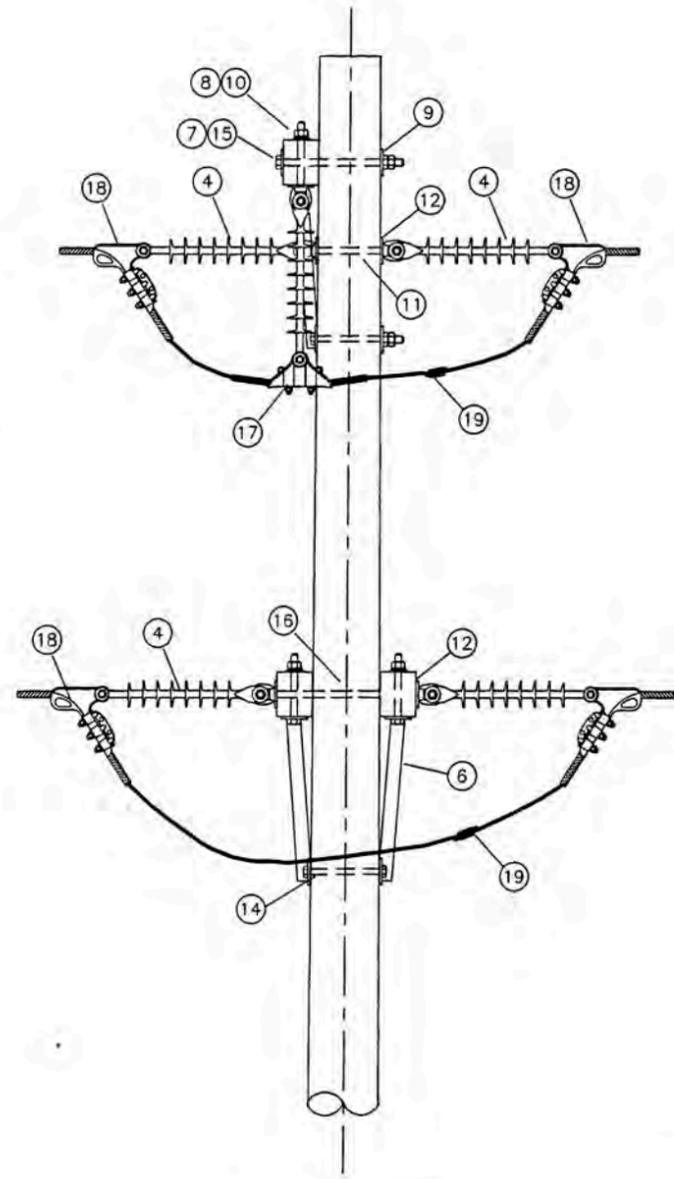
**NOTAS :**

1.- SALVO INDICACION CONTRARIA, LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS

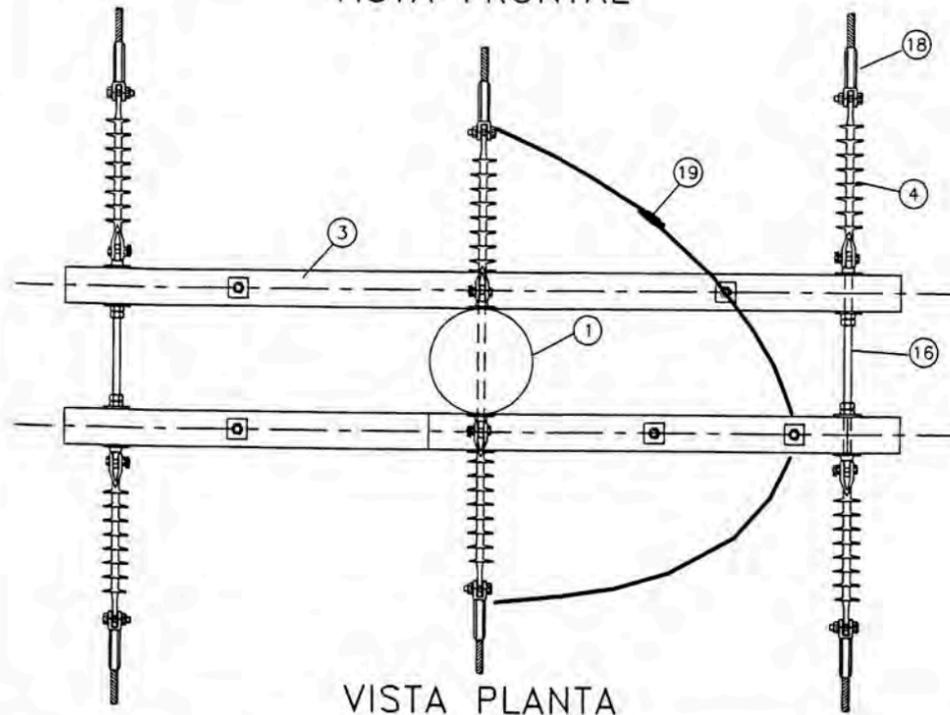
N°	DESCRIPCION	CANT.			
1	POSTE DE MADERA TRATADA 45' (13.72 m) CLASE REGUN REQUERIMIENTO	1			
2	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION HORQUILLA/OJO	3			
3	ARANDELA CUADRADA CURVADA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO $\phi$ 13/16"	6			
4	PERNO OJO $\phi$ 3/4" x 12" LONGITUD CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3			
5	GRAPA DE ANGULO PARA CONDUCTOR 120 mm <sup>2</sup> AAAC	3			
6	VARILLA DE ARMAR PARA CONDUCTOR 120 mm <sup>2</sup> AAAC	3			
7	TUERCA CON OJAL GUARDACABO PARA PERNO DE 3/4" $\phi$	3			
8	CABLE DE COBRE TEMPLE BALANDO 25 m <sup>2</sup> CONEXION A TIERRA	20m			
9	CONECTOR DE CORE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE COBRE 25 mm <sup>2</sup>	3			
10	PLATINA COBRE TIPO "J" CONEXION A TIERRA TIERRA	3			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO	FECHA: SET 2012	DISEÑO:	PLANO: LA-03
ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ		ARMADO DE ANGULO TIPO A3, 30° - 60°	ESCALA: S/E	REVISIÓN: 01	



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



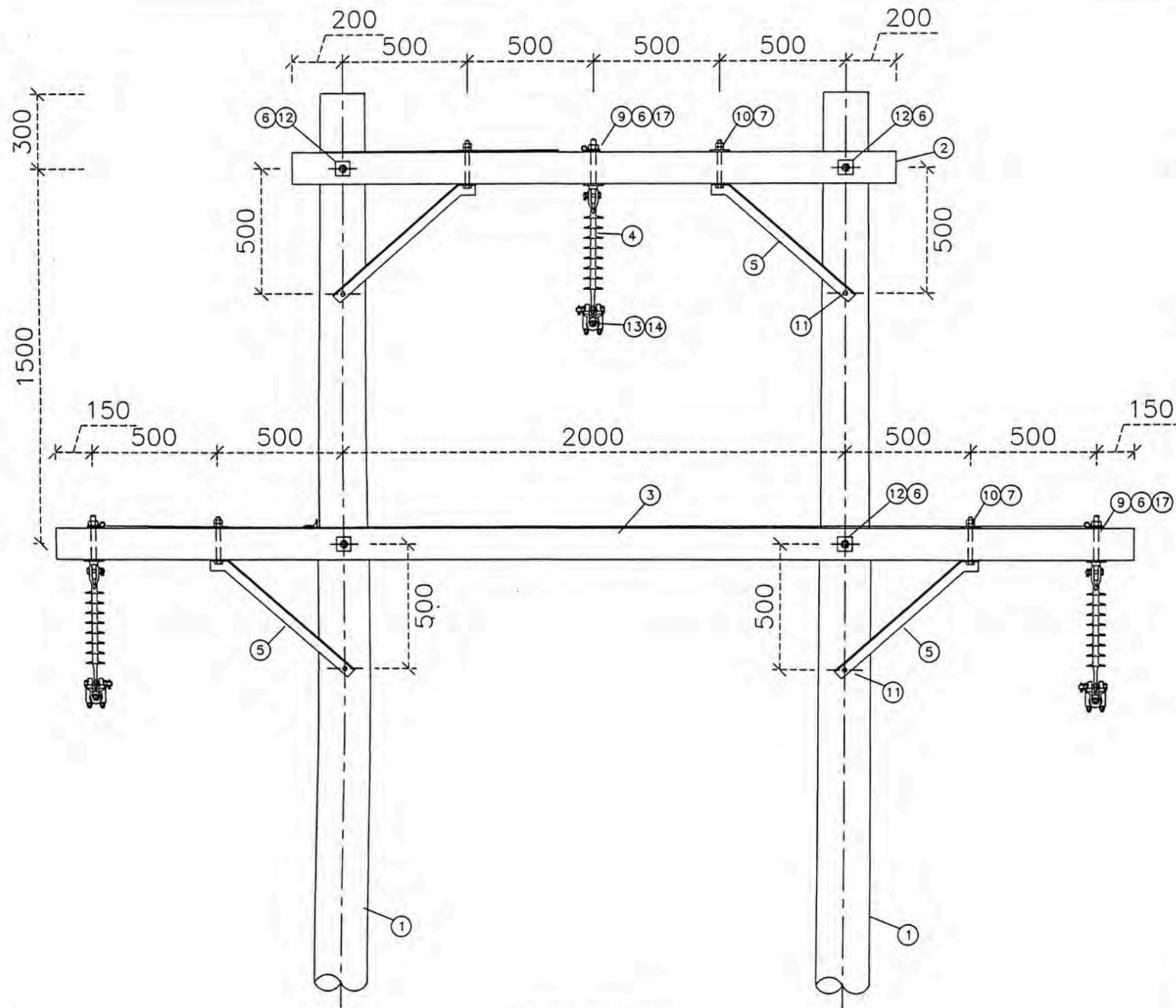
VISTA PLANTA

**NOTAS :**

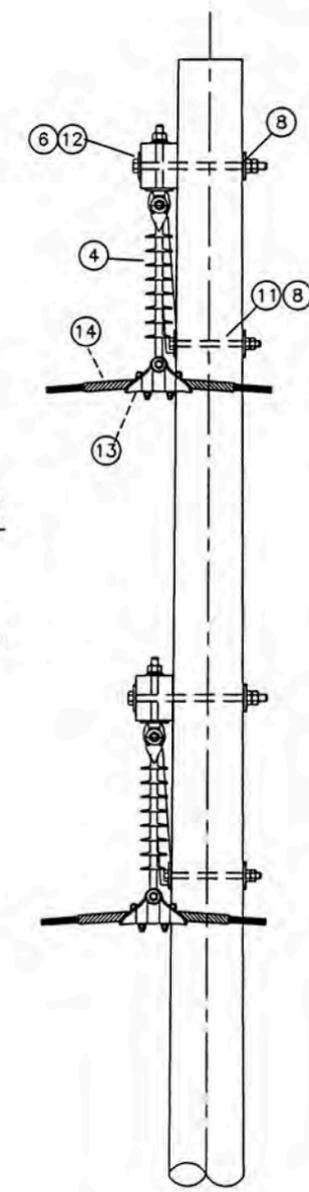
1.- SALVO INDICACION CONTRARIA, LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS

N°	DESCRIPCION	CANT.
1	POSTE DE MADERA TRATADA 45' (13.72 m) CLASE REGUN REQUERIMIENTO	1
2	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 1.20m	1
3	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 2.40m	2
4	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION HORQUILLA/OJO	7
5	BRAZO SIMPLE CON PERFIL 2-1/2"x1/4", VANO 500 mm	1
6	BRAZO DOBLE TIPO V CON PERFIL 2-1/2"x1/4", VANO 1400 mm	2
7	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO ø13/16"	13
8	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO ø11/16"	5
9	ARANDELA CUADRADA CURVADA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO ø13/16"	4
10	PERNO OJO ø3/4" x 8" LONGITUD CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
11	PERNO OJO ø3/4" x 12" LONGITUD CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
12	TUERCA OJO PARA PERNO ø3/4"	5
13	PERNO COCHE ø5/8" x 8" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	5
14	PERNO MAQUINADO ø3/4" x 12" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
15	PERNO MAQUINADO ø3/4" x 16" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
16	PERNO DOBLE ARMADO ø3/4" x 20" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
17	GRAPA DE SUSPENSION PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAC	3
18	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE 3 PERNOS PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAC	6
19	GRAPA DE DOBLE VIA PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAC	3
20	CABLE DE COBRE TEMPLE BALANDO 25 m2 CONEXION A TIERRA	20m
21	CONECTOR DE CORE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE COBRE 25 mm2	2
22	PLATINA COBRE TIPO "J" CONEXION A TIERRA TIERRA	4

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 KV PAMPAS - PASTO BUENO	FECHA: SET 2012	DISEÑO:	PLANO:
ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ	ARMADO DE ANCLAJE TIPO R, 0° - 5°	ESCALA: S/E	REVISIÓN: 01	LA-04

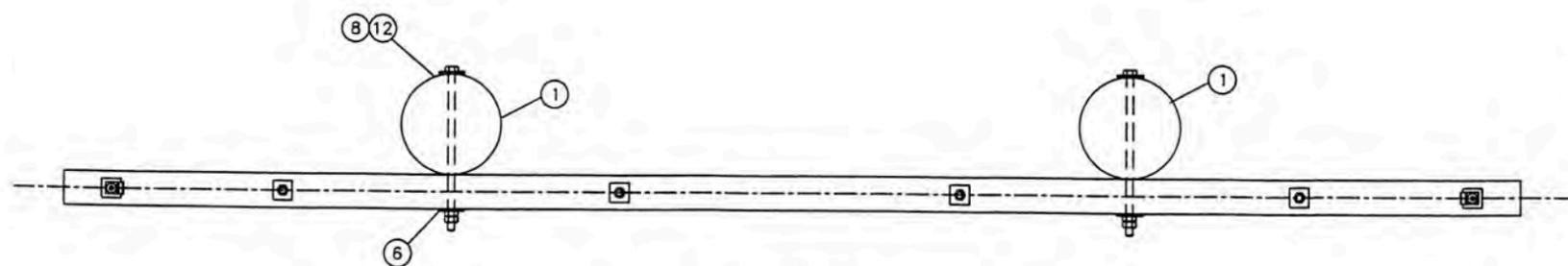


VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

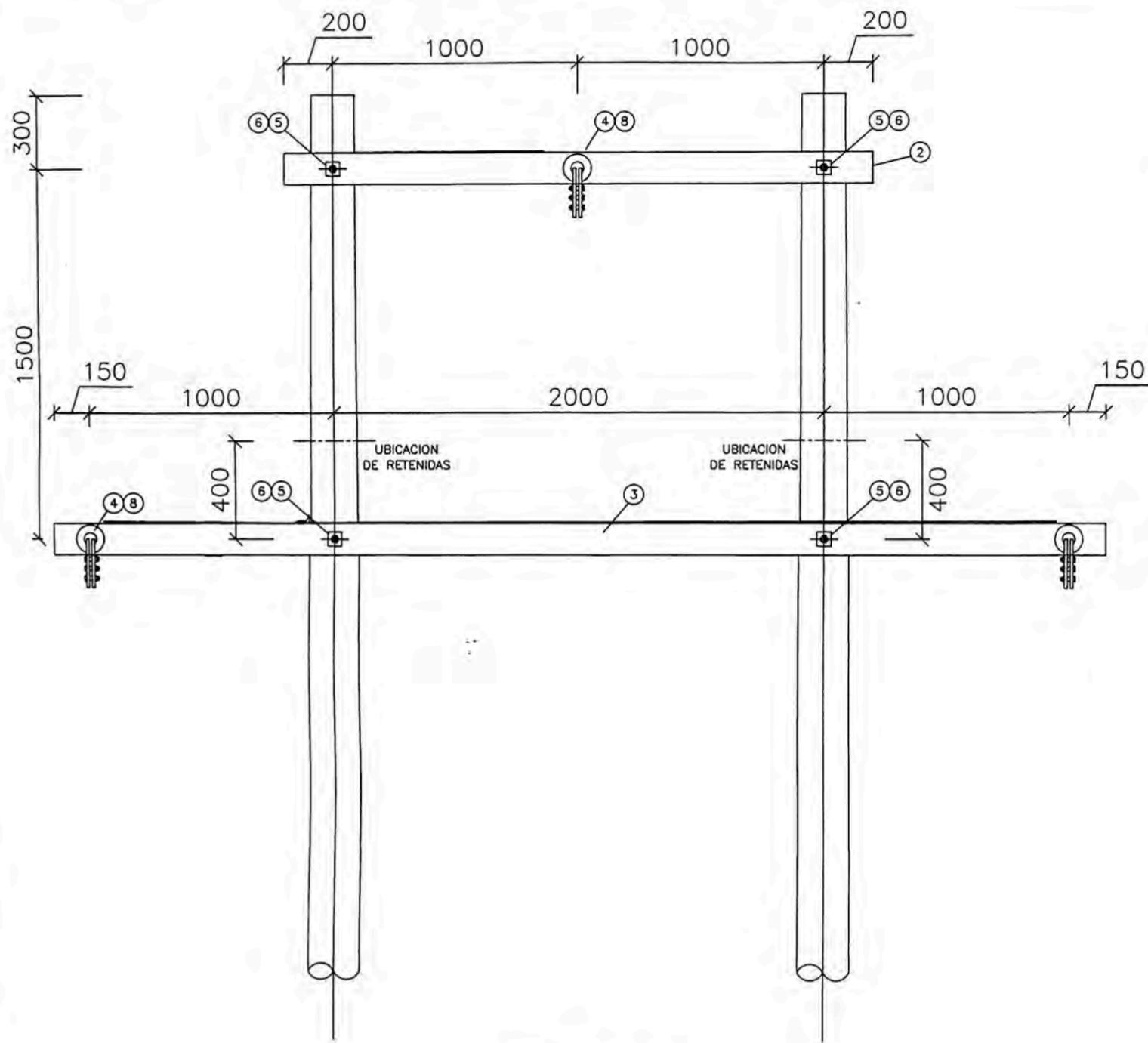
**NOTAS :**  
1.- SALVO INDICACION CONTRARIA, LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS



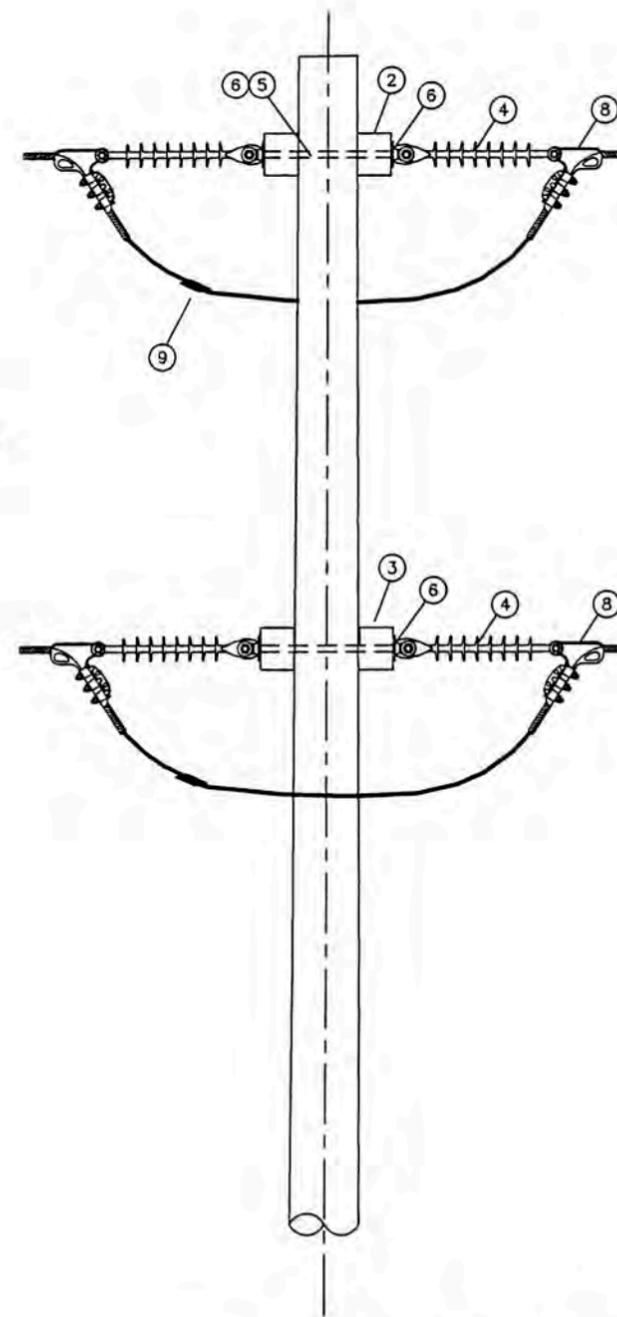
VISTA PLANTA

N°	DESCRIPCION	CANT.
1	POSTE DE MADERA TRATADA 45' (13.72 m) CLASE REGUN REQUERIMIENTO	2
2	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 2.40m	1
3	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 4.30m	1
4	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION HORQUILLA/OJO	3
5	BRAZO SIMPLE CON PERFIL 2-1/2"x1/4"e, VANO 500 mm	4
6	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO Ø13/16"	10
7	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO Ø11/16"	4
8	ARANDELA CUADRADA CURVADA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO Ø13/16"	8
9	PERNO OJO Ø3/4" x 8" LONGITUD CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
10	PERNO COCHE Ø5/8" x 8" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	4
11	PERNO MAQUINADO Ø3/4" x 12" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	4
12	PERNO MAQUINADO Ø3/4" x 16" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	4
13	GRAPA DE SUSPENSION PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAAC	3
14	VARILLA DE ARMAR PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAAC	3
15	CABLE DE COBRE TEMPLE BALANDO 25 m2 CONEXION A TIERRA	45m
16	CONECTOR DE CORE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE COBRE 25 mm2	3
17	PLATINA COBRE TIPO "J" CONEXION A TIERRA TIERRA	3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	PROYECTO: LINEA PRIMARIA EN 22.9 KV PAMPAS - PASTO BUENO	FECHA: SET 2012	DISENO:	PLANO: LA-05
ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ	ARMADO DE ALINEAMIENTO BIPOSTE TIPO PSH, 0° - 5°	ESCALA: S/E	REVISION: 01	



VISTA FRONTAL

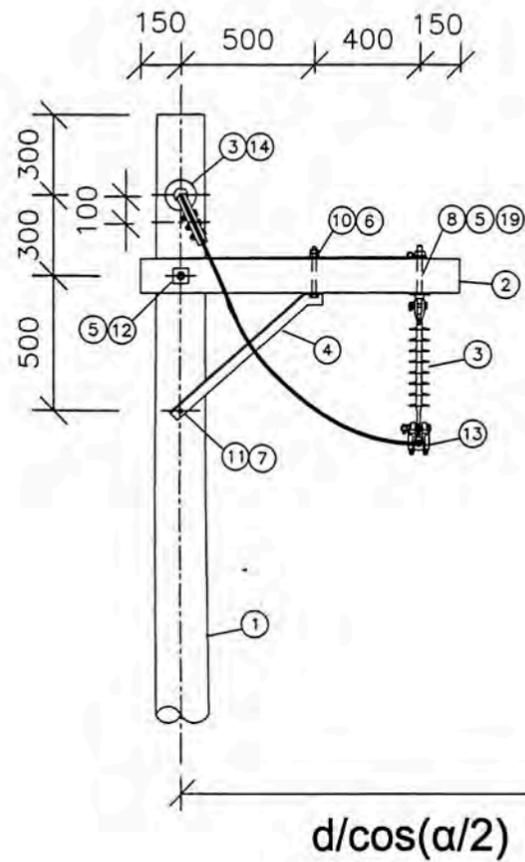


VISTA LATERAL

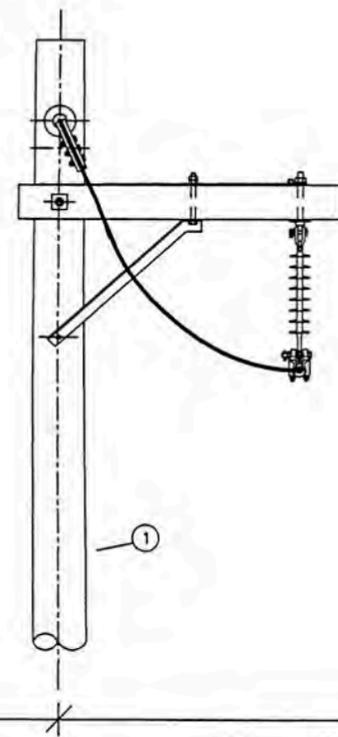
**NOTAS :**

1.- SALVO INDICACION CONTRARIA, LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS

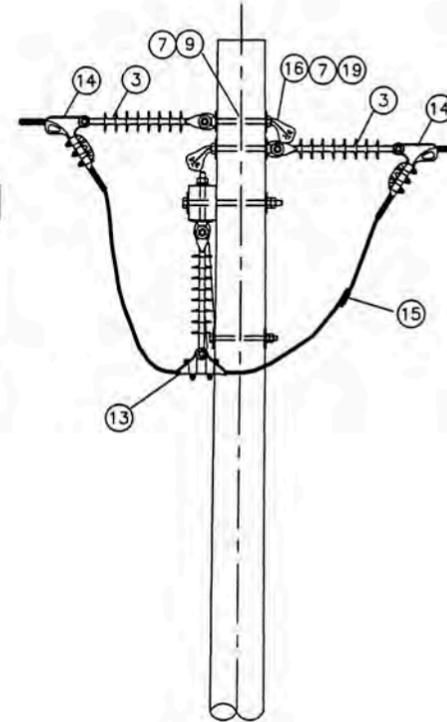
N°	DESCRIPCION	CANT.			
1	POSTE DE MADERA TRATADA 45' (13.72 m) CLASE REGUN REQUERIMIENTO	2			
2	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 2.40m	2			
3	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 4.30m	2			
4	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION HORQUILLA/OJO	6			
5	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO #13/16"	20			
6	PERNO DOBLE ARMADO #3/4" x 20" LONGITUD CON TUERCA Y CONTRATUERCA	7			
7	TUERCA OJO PARA PERNO #3/4"	6			
8	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE 3 PERNOS PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAAC	6			
9	GRAPA DE DOBLE VIA PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAAC	3			
10	CABLE DE COBRE TEMPLE BALANDO 25 m2 CONEXION A TIERRA	45m			
11	CONECTOR DE CORE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE COBRE 25 mm2	3			
12	PLATINA COBRE TIPO "j" CONEXION A TIERRA TIERRA	3			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO	FECHA: SET 2012	DISEÑO:	PLANO: LA-06
ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ		ARMADO DE ANCLAJE BIPOSTE TIPO PRH, 0° - 5°	ESCALA: S/E	REVISOR: 01	



$d/\cos(\alpha/2)$

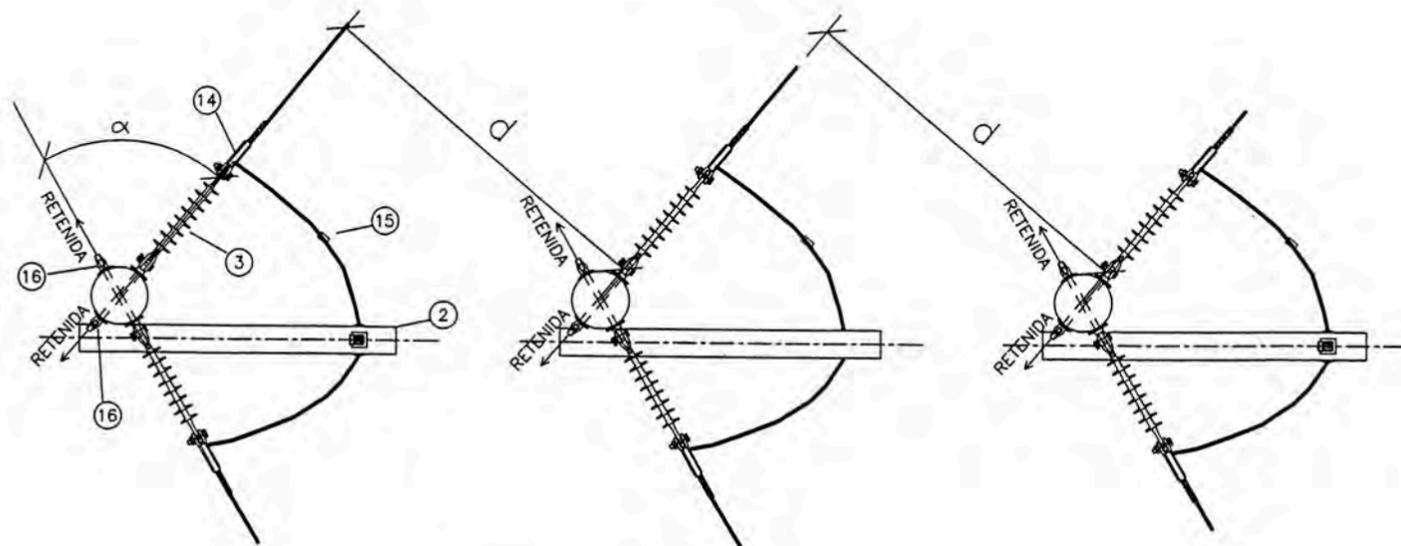


$d/\cos(\alpha/2)$



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL

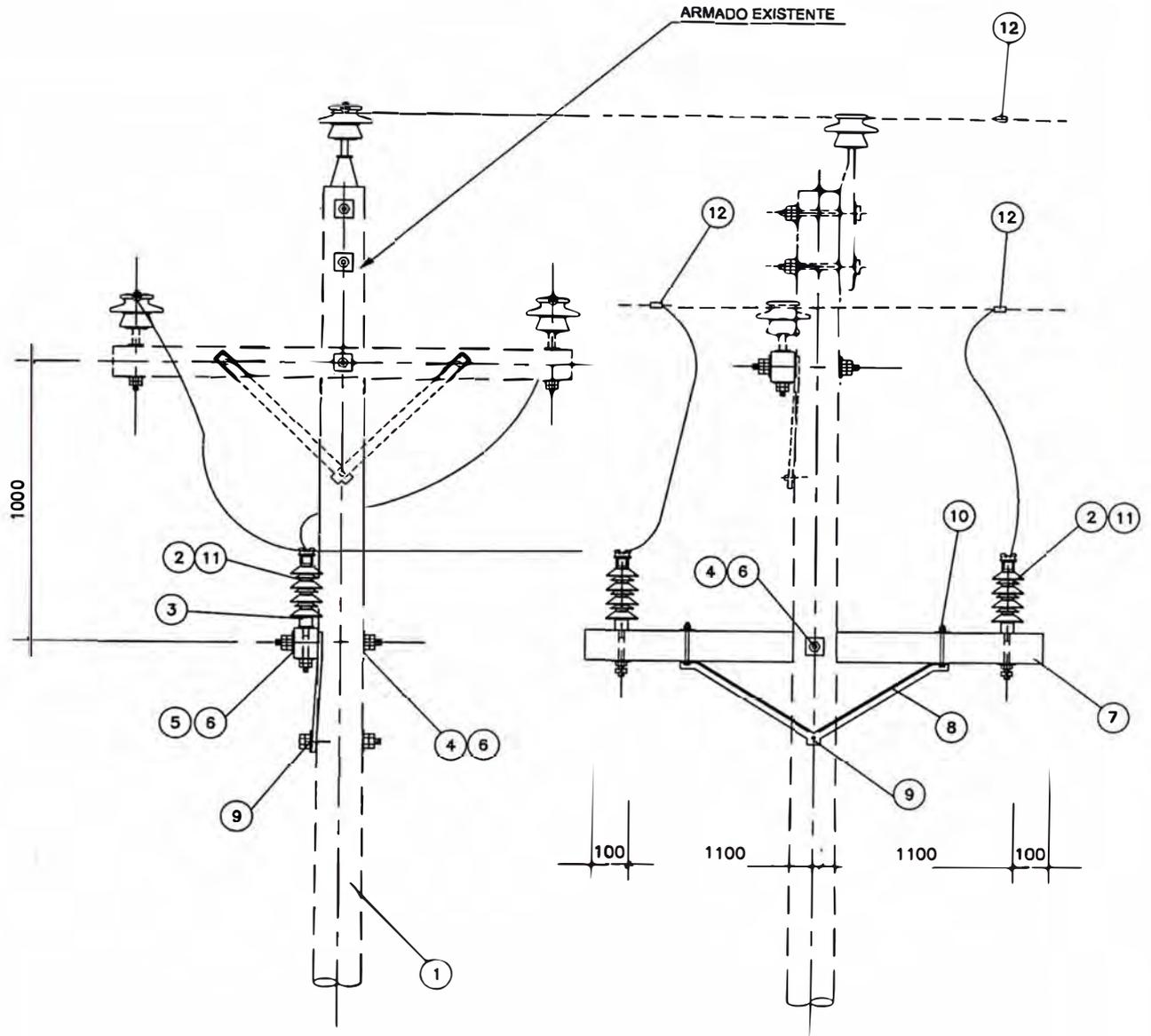


VISTA PLANTA

**NOTAS :**

1.- SALVO INDICACION CONTRARIA, LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS

N°	DESCRIPCION	CANT.			
1	POSTE DE MADERA TRATADA 45' (13.72 m) CLASE REGUN REQUERIMIENTO	3			
2	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 1.20m	3			
3	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION HORQUILLA/OJO	9			
4	BRAZO SIMPLE CON PERFIL 2-1/2"x1/4"e, VANO 1400 mm	3			
5	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO #13/16"	9			
6	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO #11/16"	3			
7	ARANDELA CUADRADA CURVADA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO #13/16"	18			
8	PERNO OJO #3/4" x 8" LONGITUD CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3			
9	PERNO OJO #3/4" x 12" LONGITUD CON TUERCA Y CONTRATUERCA	6			
10	PERNO COCHE #5/8" x 8" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3			
11	PERNO MAQUINADO #3/4" x 12" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3			
12	PERNO MAQUINADO #3/4" x 16" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3			
13	GRAPA DE SUSPENSION PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAAC	3			
14	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA DE 3 PERNOS PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAAC	6			
15	GRAPA TIPO DOBLE VIA PARA CONDUCTOR 120 mm2 AAAC	3			
16	TUERCA CON OJAL GUARDACABO PARA PERNO DE 3/4"φ	6			
17	CABLE DE COBRE TEMPLE BALANDO 25 m2 CONEXION A TIERRA	45m			
18	CONECTOR DE CORE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE COBRE 25 mm2	6			
19	PLATINA COBRE TIPO "J" CONEXION A TIERRA TIERRA	9			
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 KV PAMPAS - PASTO BUENO	FECHA: SET 2012	DISERNO:	PLANO: LA-07
ELABORADO JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ		ARMADO DE ANCLAJE TRIPOSTE TIPO S3-2	ESCALA: S/E	REVISION: 01	



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

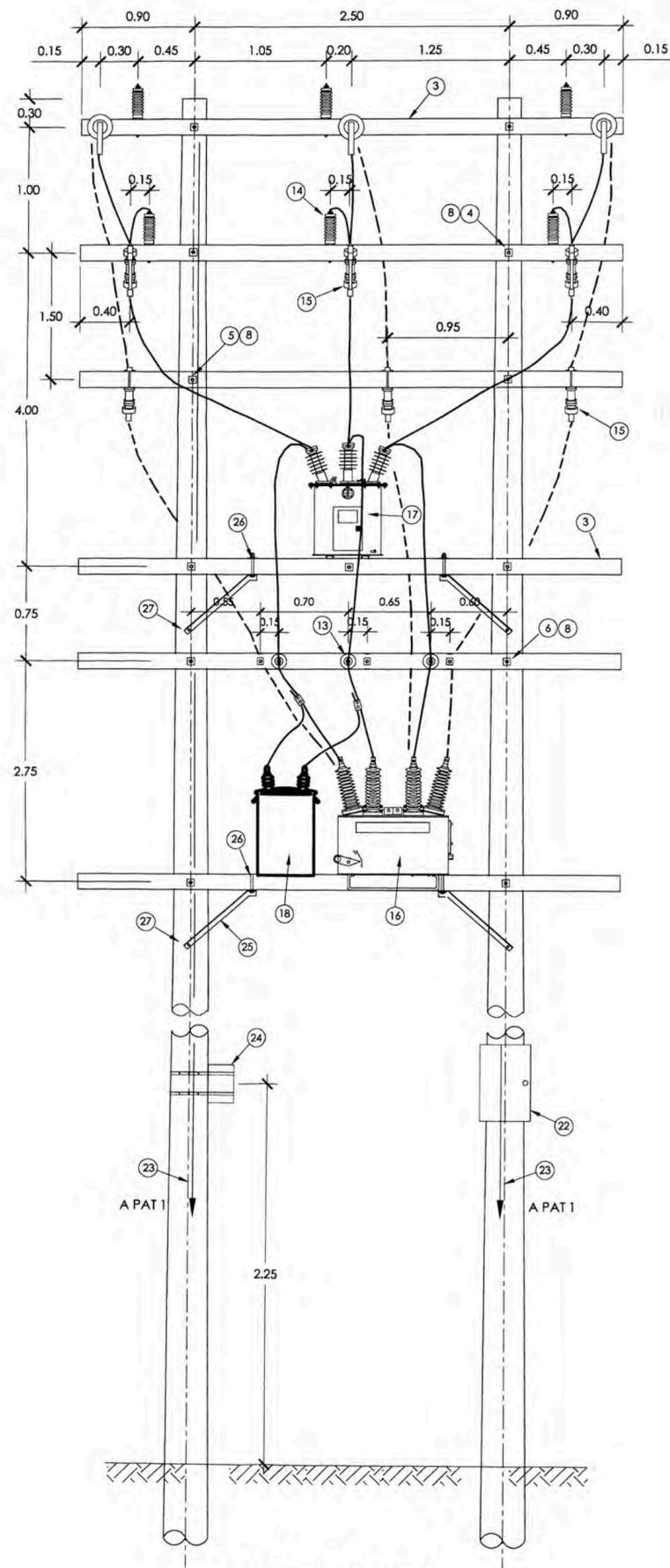
**NOTAS :**

1.- SALVO INOICACION CONTRARIA, LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS

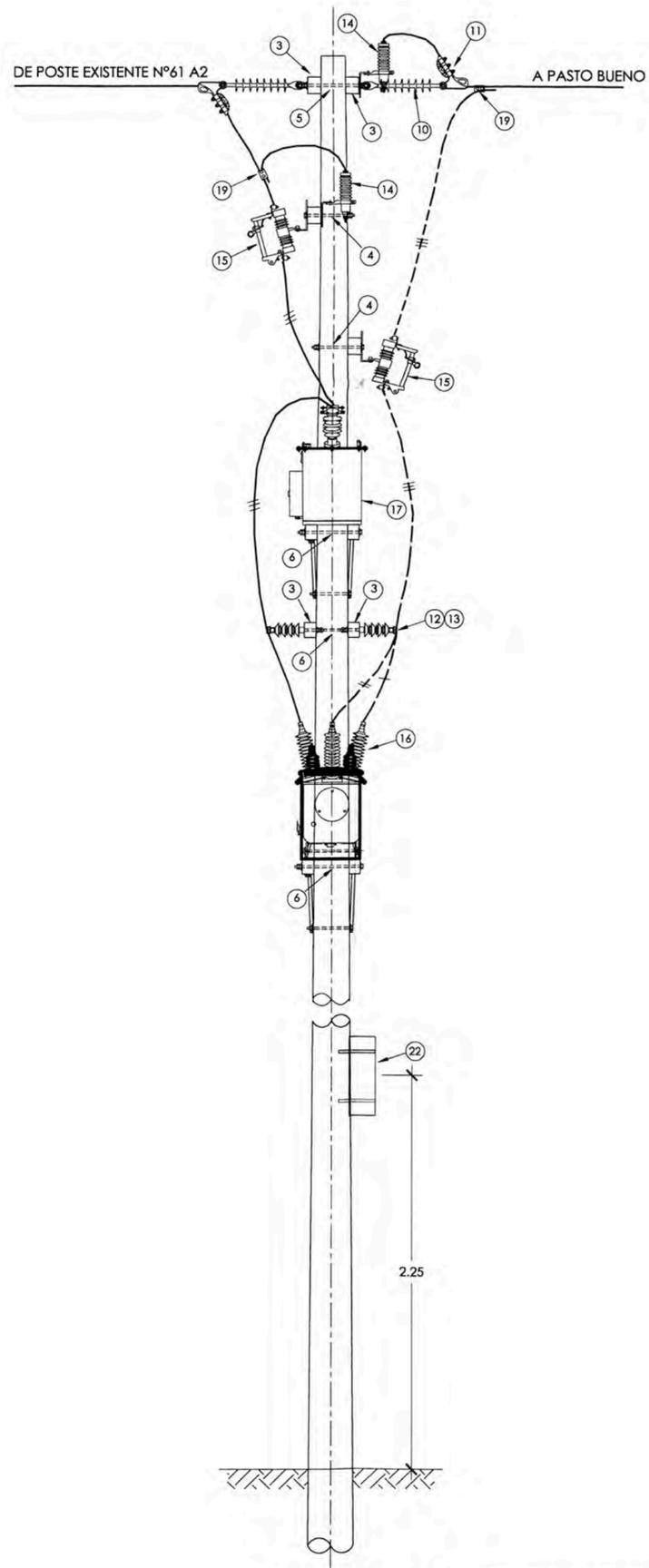
12	GRAPA DE DOBLE VIA DE ALUMINIO PARA CONDUCTOR 120 mm <sup>2</sup> AAAC	3
11	ALAMBRE DE AMARRE ALUMINIO RECOCIDO DE 16 mm <sup>2</sup>	7,5m
10	PERNO COCHE Ø5/8" x 6" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
9	PERNO MAQUINADO Ø3/4" x 12" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
8	BRAZO DOBLE TIPO V CON PERFIL 2-1/2"x1/4"e, VANO 1400 mm	2
7	CRUCETA DE MADERA DE 4" x 5" x 2.40m	1
6	PERNO MAQUINADO Ø3/4" x 16" LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
5	ARANDELA CUADRADA PLANA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO Ø13/16"	1
4	ARANDELA CUADRADA CURVADA 2 1/4" x 2 1/4" x 3/16", AGUJERO Ø13/16"	2
3	ESPIGA PARA CRUCETA Y AISLADOR POLIMERICO TIPO PIN O LINE POST	2
2	AISLADOR POLIMERICO TIPO PIN O LINE POST	2

ITEM	DESCRIPCION	CANT.										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:40%; text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> </td> <td style="width:30%;">           PROYECTO: <b>LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO</b> </td> <td style="width:10%;">           FECHA: <b>SET 2011</b> </td> <td style="width:10%;">           DISEÑO:         </td> <td style="width:10%;">           PLANO:         </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <b>JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA S.</b> </td> <td style="text-align: center;"> <b>ARMADO DE DERIVACIÓN NO TENSADA, TRIFÁSICO TIPO "DS"</b> </td> <td style="text-align: center;">           ESCALA: <b>S/E</b> </td> <td style="text-align: center;">           REVISION: <b>01</b> </td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle; font-size: 2em;"> <b>LA-08</b> </td> </tr> </table>			<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>	PROYECTO: <b>LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO</b>	FECHA: <b>SET 2011</b>	DISEÑO:	PLANO:	<b>JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA S.</b>	<b>ARMADO DE DERIVACIÓN NO TENSADA, TRIFÁSICO TIPO "DS"</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	REVISION: <b>01</b>	<b>LA-08</b>
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>	PROYECTO: <b>LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO</b>	FECHA: <b>SET 2011</b>	DISEÑO:	PLANO:								
<b>JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA S.</b>	<b>ARMADO DE DERIVACIÓN NO TENSADA, TRIFÁSICO TIPO "DS"</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	REVISION: <b>01</b>	<b>LA-08</b>								

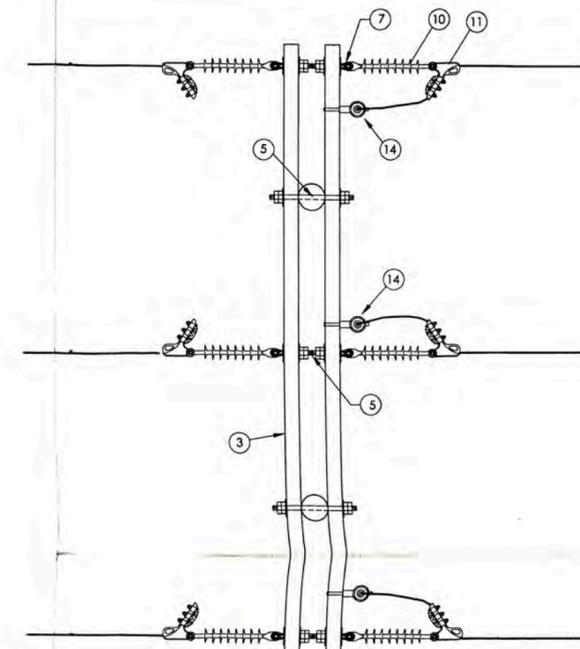
PLANO 016



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



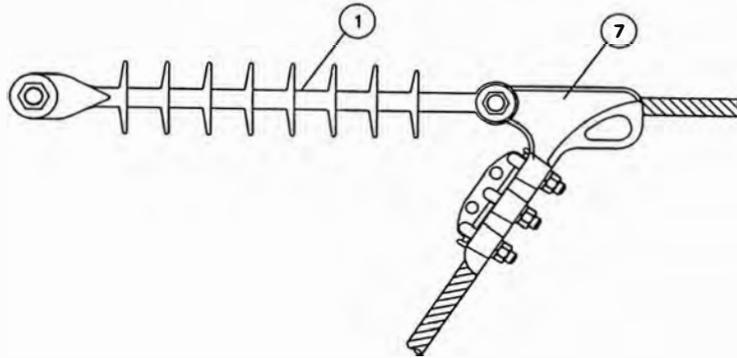
VISTA PLANTA

No	DESCRIPCION	CANT.
1	Poste de madera tratada, longitud y clase segun requerimiento	2
2	Cruceta de madera tratada 4"x5"x2.40m	-
3	Cruceta de madera tratada 4"x5"mmx4.30m	10
4	Perno maquinado A°G° 3/4"Ø 16", provisto de tuerca y contratuerca.	4
5	Perno doble armado A°G° 3/4"Ø, 20" longitud, provisto de tuerca y contratuerca.	5
6	Perno doble armado A°G° 3/4"Ø, 22" longitud, provisto de tuerca y contratuerca.	8
7	Tuerca ojo para perno 3/4"Ø	6
8	Arandela cuadrada plana de A°G° 2-1/4"x2-1/4"x3/16" agujero 13/16"Ø	38
9	Arandela cuadrada curva de A°G° 2-1/4"x2-1/4"x3/16" agujero 13/16"Ø	4
10	Aislador polimerico tipo suspensión, sujeción horquilla/bola	6
11	Grapa de anclaje para conductor 120 mm2 AAAC	6
12	Aislador polimerico tipo Pin ó Line Post, incluye espiga para fijación a cruceta	6
13	Alambre de aluminio 16 mm2	9m
14	Pararrayos tipo autoválvula de oxido metálico 27kV, 10kA	6
15	Seccionador fusible tipo expulsion 36kV, 100A, 200kV BIL	6
16	Recloser 630A, 16kA, 200kV BIL	1
17	Trafomix	1
18	Transformador monofásico 22.9/0.22kV, 5kVA	1
19	Grapa doble vía de aluminio para conductor 120mm2	6
20	Grapa tipo "U" de copperweld para fijación de conductor Cu 25 mm2	80
21	Conector de cobre tipo perno partido para conductor Cu 25mm2	10
22	Tablero de Recloser	1
23	Conductor de cobre recocido para cableado 25 mm2	45m
24	Medidor de Energia (kWh-kVARh)	1
25	Brazo simple con perfil 2-1/2"x1/4"e, vano 500 mm	8
26	Perno coche Ø5/8" x 8" Longitud, con tuerca y contratuerca	8
27	Perno maquinado Ø3/4" x 12" Longitud, con tuerca y contratuerca	8

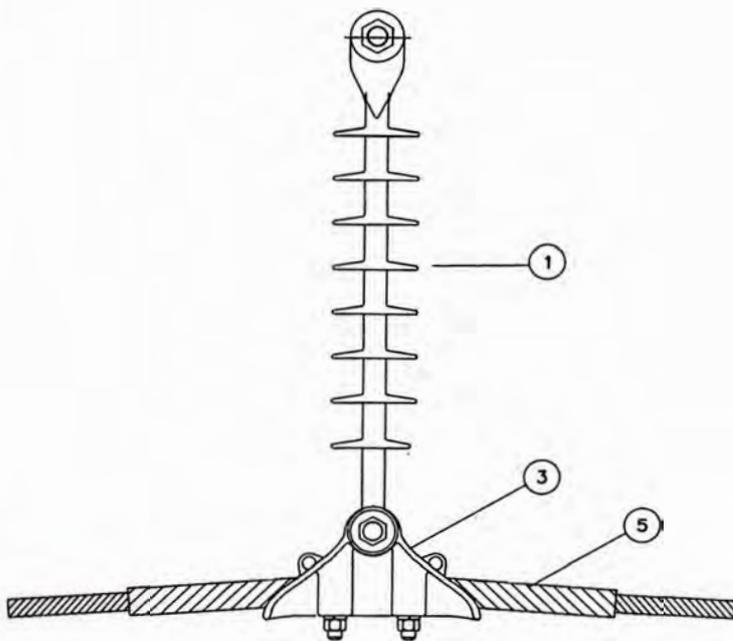
NOTAS:

1.- LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS

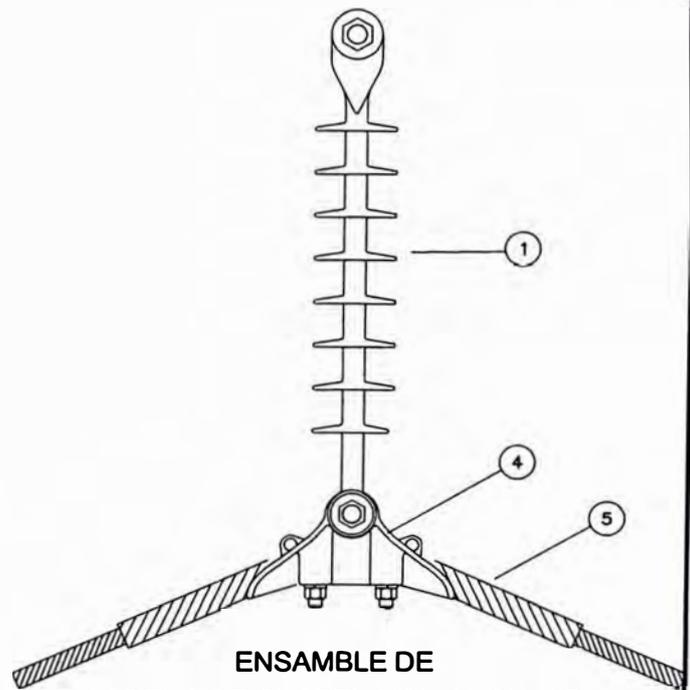
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO	FECHA: SET 2012	DISEÑO:	PLANO: LA-09
ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ	SOPORTE DE SECCIONAMIENTO Y MEDICION BIPOSTE, TRIFASICO TIPO "TSHM"	ESCALA: S/E	REVISION: 01	



ENSAMBLE DE CADENA DE ANCLAJE CON GRAPA TIPO PISTOLA



ENSAMBLE DE CADENA DE SUSPENSION

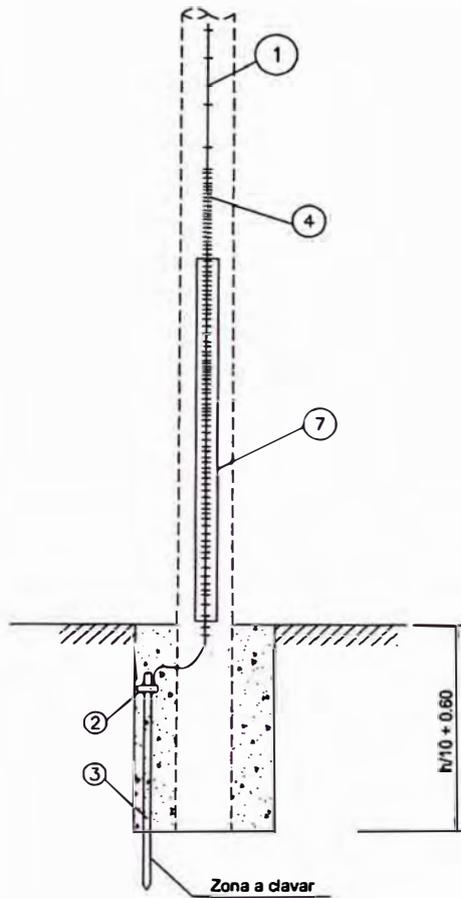


ENSAMBLE DE CADENA DE SUSPENSION ANGULAR

7	GRAPA DE ANCLAJE	
6	GRILLETE	
5	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA	
4	GRAPA DE ANGULO	
3	GRAPA DE SUSPENSION	
2	GRAPA DE ANCLAJE	
1	ASILADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION, HORQUILLA-OJO	

ITEM	DESCRIPCION	CANT
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO		
ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA S.		
FECHA: SET 2012		
ESCALA: S/E		
DISEÑO: REVISION: 01		
PLANO: LA-10		
DETALLE DE CADENA DE AISLADORES		

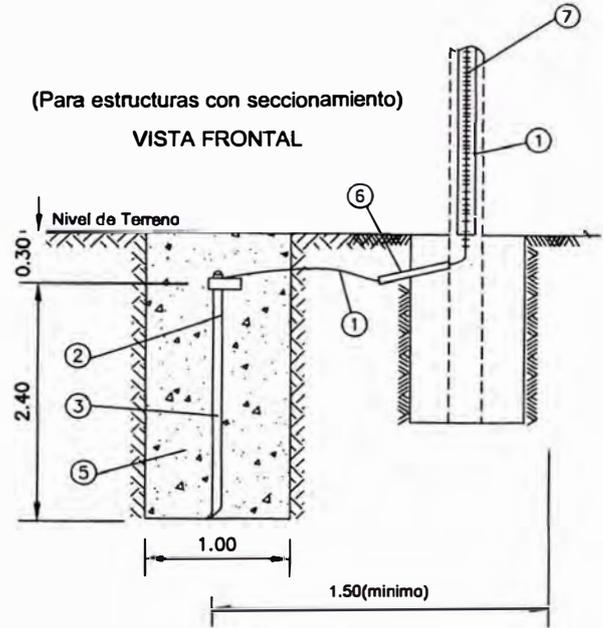
### TIPO PAT-0



### TIPO PAT-1

(Para estructuras con seccionamiento)

VISTA FRONTAL



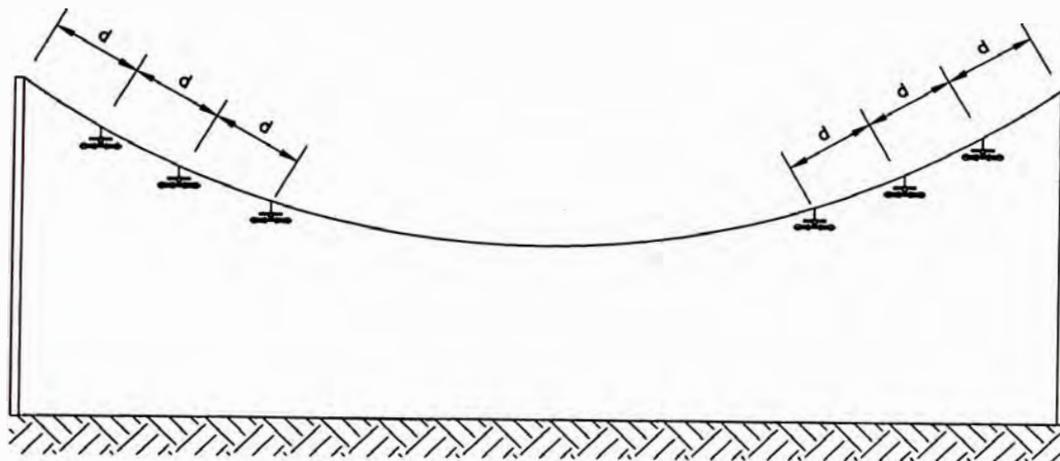
#### NOTAS:

- 1.- Todas las dimensiones están en metros.
- 2.- Con esta configuración se obtiene un aislamiento en la estructura de 300kV-BIL aproximadamente.
- 3.- Las grapas en "U" estarán separadas a 30cm, excepto dentro de la distancia de 2.5m sobre el suelo, donde se instalarán a 5cm de separación.
- 4.- Para puesta a tierra tipo PAT-0, la varilla se ubica a un lado de la cimentación del poste, aprovechando la excavación para este.

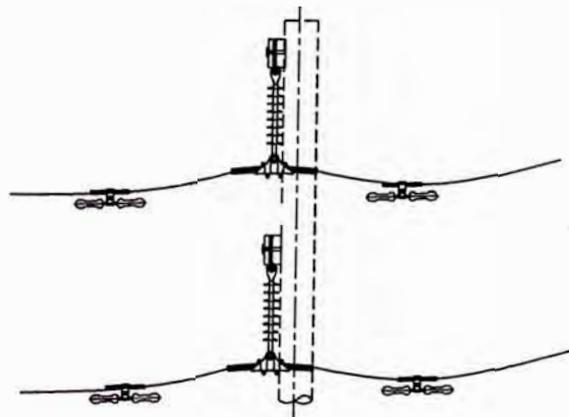
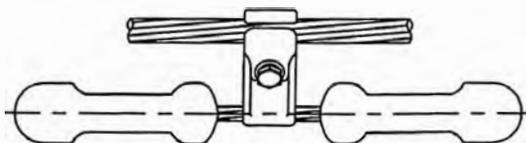
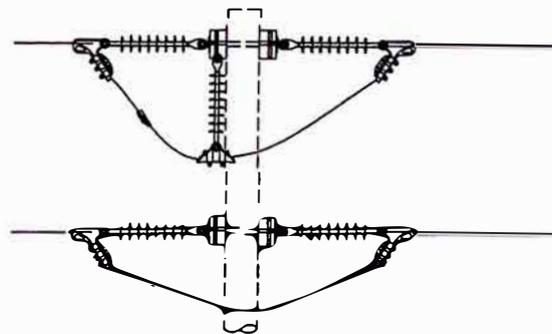
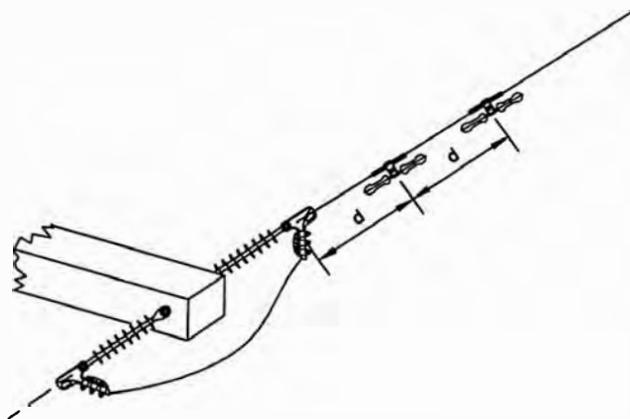
		PAT-0	PAT-1
7	LISTON DE MADERA 2.7m.x50x12.5mm INCLUYE CLAVOS DE FIJACION	1	1
6	TUBO DE PVC Ø1"(m)	-	1.0
5	TIERRA DE CULTIVO (m3)	-	1
4	GRAPA EN "U" DE COPPERWELD 44.5 x 9.5 y 3.5mmØ	70	70
3	VARILLA DE COPPERWELD 16mmØx2.40m	1	1
2	CONECTOR DE BRONCE PARA ELECTRODO DE 16mmØ	1	1
1	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO TEMPLE BLANDO 25mm2	14	15

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		FECHA:	DISENO:	PLANO: <b>LA-11</b>
PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO		SET 2012		
ELABORADO: JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA S.		ESCALA: S/E	REVISION: 01	
DETALLE DE PUESTA A TIERRA TIPOS: PAT-0, PAT-1				

## DISPOSICION DE AMORTIGUADORES TIPO STOCK BRIDGE DISTANCIAMIENTO



$d=0.50 \text{ m}$



VANO (m)	200-400	400-800	>800
N° de Amortig. por vano	6	12	18

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO:

LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV  
PAMPAS - PASTO BUENO

FECHA:

SET 2012

DISENO:

REVISION:

PLANO:

LA-12

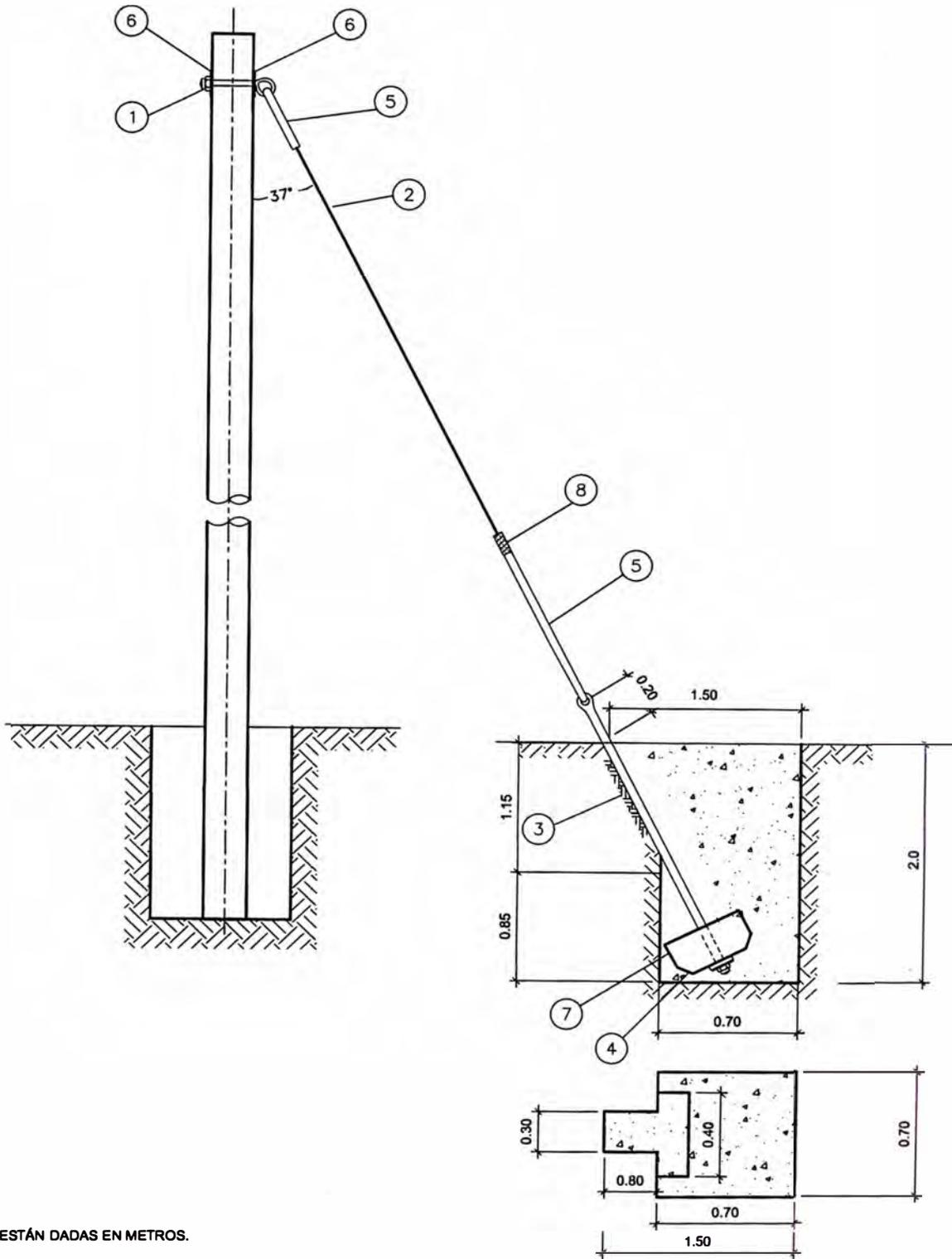
ELABORADO:

JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA S.

DISPOSICION DE AMORTIGUADORES  
TIPO STOCK BRIDGE

ESCALA:  
S/E

01

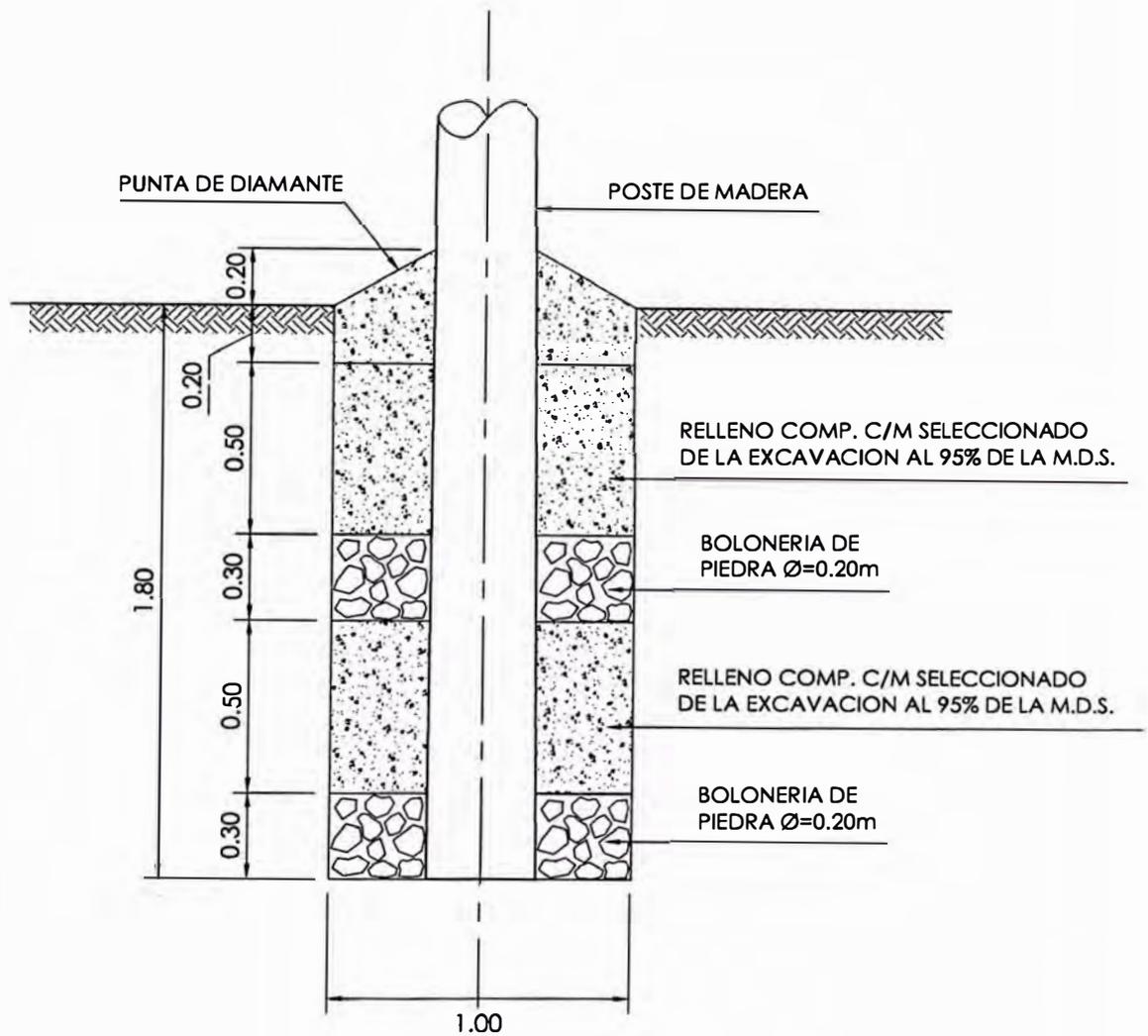


**NOTA:**

1.- LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS.

8	ALAMBRE GALVANIZADO N° 14 PARA AMARRE	1.50
7	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0.40x0.40x0.20m	1
6	ARANDELA CURVA DE 2-1/4"x2-1/4"x3/16" AGUJERO DE 13/16"Ø	2
5	MORDAZA PREFORMADA DE ACERO PARA CABLE DE 10mmØ	2
4	ARANDELA DE ANCLAJE DE ACERO DE 4"x4"x1/4" CON AGUJERO CENTRAL DE 11/16"Ø	1
3	VARILLA DE ANCLAJE DE ACERO, DE 5/8"ØX2400mm DE LONG. PROVISTO DE OJAL-GUARDACABO EN UN EXTREMO, TUERCA Y CONTRATUERCA EN EL OTRO	1
2	CABLE DE ACERO TIPO SIEMENS MARTIN O ALTA RESISTENCIA DE 10mmØ	15m
1	PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO DE 3/4"Øx10" DE LONG. PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	1

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>		
<b>PROYECTO:</b> LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 kV PAMPAS - PASTO BUENO		<b>FECHA:</b> SET 2012
<b>ELABORADO:</b> JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA S.		<b>DISEÑO:</b> [Blank]
<b>PROYECTO:</b> RETENIDA INCLINADA TIPO "RI"		<b>PLANO:</b> LA-13
		<b>ESCALA:</b> S/E
		<b>REVISIÓN:</b> 01



**NOTA:**

1.- LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS

ALTURA POSTE (m)	h (m)	TIPO DE CIMENTACION	EXCAVACION (m3)	RELLENO CON MATERIAL PROPIO o PRESTAMO (m3)	RELLENO CON BOLONERIA (m3)	ELIMINACION (m3)
13.716	1.8	CM-I	1.414	1.02+20%	0.41	0.321

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO: LÍNEA PRIMARIA EN 22.9 KV  
PAMPAS - PASTO BUENO

FECHA:  
SET 2012

DISEÑO:

PLANO:

LA-14

ESCALA:

S/E

REVISION:

01

ELABORADO:  
JOSÉ CARLOS VILLANUEVA LA ROSA SÁNCHEZ

DETALLE DE CIMENTACION