

3. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

II. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

A. REDES PRIMARIAS

1.0 OBJETIVO

El capítulo define las condiciones técnicas mínimas para el diseño de líneas y redes primarias aéreas en 22.9Kv-13.2 Kv, de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades, y el cumplimiento de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado.

En la elaboración de estas bases se han tomado en cuenta las prescripciones de las siguientes normas:

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011
- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844
- Normas DGE/MEM vigentes,
- Resoluciones Ministeriales (relativo a Sistemas Eléctricos para tensiones entre 1 y 36 kV- Media Tensión), vigentes.

En forma complementaria, se han tomado en cuenta las siguientes normas internacionales:

- NESC (NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE)
- REA (RURAL ELECTRIFICATION ASSOCIATION)
- U.S. BUREAU OF RECLAMATION - STANDARD DESIGN
- IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS)
- NORMA BRASILEÑA DE LINEAS DE TRANSMISION
- ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE)
- IEC (INTERNATIONAL ELECTROTECNICAL COMISSION)

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

La Red Primaria tiene siguientes características:

- | | | |
|--------------------------------|---|-----------------------------------|
| ➤ Tensión nominal de la red | : | 22.9-13.2 kV |
| ➤ Frecuencia nominal | : | 60 Hz |
| ➤ Factor de Potencia | : | 0,9 (atraso) |
| ➤ Conexión del sistema | : | Monofásico, Bifásico y Trifásico. |
| ➤ Altitud de zona del Proyecto | : | 2700-4000 m.s.n.m. |

1.3 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

Sobre la base de las Normas indicadas anteriormente, se consideró como distancias mínimas de seguridad, tomando en cuenta las condiciones metereológicas de la zona del Proyecto, lo siguiente:

1.3.1 Separación mínima horizontal o vertical entre conductores de un mismo circuito en los apoyos (Tabla 235-1 (CNE SUMINISTRO 2011)) y Tabla 235-5 (CNE SUMINISTRO 2011)

Distancia de seguridad horizontal entre los alambres, conductores o cables en los soportes

| Clase de circuito | Distancia de seguridad (mm) | Notas |
|--|--|---|
| Conductores de comunicación expuesto | 150 | No se aplica en los puntos de transposición del conductor. |
| | 75 | Permitido cuando los espacios del soporte tipo espiga menor de 150 mm han tenido uso regular. No se aplica en puntos de transposición del conductor. |
| Alimentadores de vías férreas: Hasta 750 V, 120 mm ² o más Hasta 750 V, menos de 120 mm ² Más de 750 V a 8,7 kV | 150 300 300 | Cuando ya se ha establecido una distancia de seguridad de 250 a 300 mm por la práctica, ésta puede continuarse sujeto a las disposiciones de la Regla 235.B.1.b, para los conductores que tengan flechas las tensiones que no excedan de 8,7 kV. |
| Conductores de suministro del mismo circuito: Hasta 750 V Mas de 750 V hasta 11 kV Más de 11 kV hasta 50 kV Más de 50 kV | 300 400 400 más 10 mm por kV en exceso de 11 kV ningún valor especificado | |
| Conductores de suministro de diferente circuito: Hasta 750 V Mas de 750 V hasta 11 kV Más de 11 kV hasta 50 kV Más de 50 kV | 300 400 400 más 10 mm por kV en exceso de 11 kV ningún valor especificado | Para todas las tensiones mayores de 50 kV, la distancia de seguridad adicional deberá ser incrementada en 3% por cada 300 m que sobrepase de 1 000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias de seguridad para las tensiones mayores de 50 kV deberán basarse en la máxima tensión de operación. |

Estas distancias son válidas tanto para la separación entre 2 conductores Horizontal de fase como entre un conductor de fase y el neutro.

| Tabla 235-5 | | | | | |
|---|---|-------------------------------------|-----------------|--|--|
| Distancias de seguridad verticales entre los conductores en los soportes | | | | | |
| Conductores y cables por lo general en niveles más bajos | Conductores y cables por lo general en niveles más altos | | | | |
| | Cables de suministro que cumplen con la Regla 230.C.1, 2 o 3; conductores neutros que cumplen con la Regla 230.E.1, cables de comunicación que cumplen con la Regla 224.A.2.a (m) | Conductores de suministro expuestos | | | |
| | | | | Sobre 11 a 50 kV | |
| | | | | Misma empresa de servicio público ⁸ (m) | Diferente empresa de servicio público ⁹ (m) |
| | | Hasta 750 V (m) | Hasta 11 kV (m) | | |
| 1. Conductores y cables de comunicación | | | | | |
| a. Ubicados en el espacio de comunicación | 1.003 | 1.00 | 1.8 | 1.8 | 1,8 más 0,01 por kV ⁴ sobre 11 kV |
| b. Ubicados en el espacio de suministro | 1.006 | 1.00 | 1.86 | 1.86 | 1,8 más 0,01 por kV ⁴ sobre 11 kV |
| 2. Conductores y cables de suministro | | | | | |
| a. Conductores expuestos hasta 750 V; cables de suministro que cumplen con la Regla 230.C.1,2 o 3; conductores neutros que cumplen con la Regla 230.E.1 | 1.00 | 0.60 | 1.2 | 1,2 más 0,01 por kV ⁴ sobre 11 kV | 1,2 más 0,01 por kV ⁴ sobre 11 kV |
| b. Conductores expuestos de más de 750 V a 11 kV | | | 0.8 | 0,8 más 0,01 por kV ⁴ sobre 11 kV | 1,2 más 0,01 por kV ⁴ sobre 11 kV |

Estas distancias son válidas tanto para la separación entre 2 conductores vertical de fase como entre un conductor de fase.

1.3.2 Distancia mínima entre los conductores y sus accesorios bajo tensión y elementos puestos a tierra Norma RD018-2003-EM-DGE

$$D = 0,25 \text{ m}$$

Esta distancia no es aplicable a conductor neutro

1.3.3 Distancia horizontal mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano Norma RD018-2003-EM-DGE

$$D = 0.0076 \times U \times F_c + 0.65 \sqrt{f}$$

Donde:

U = Tensión nominal entre fases, kV

F_c = Factor de corrección por altitud

f = Flecha del conductor a la temperatura máxima prevista, m

- Cuando se trate de conductores de flechas diferentes, sea por tener distintas secciones o haberse partido de esfuerzos EDS diferentes, se tomará la mayor de las flechas para la determinación de la distancia horizontal mínima.
- Además de las distancias en estado de reposo, se deberá verificar, también, que bajo una diferencia del 40% entre las presiones dinámicas de viento sobre los conductores más cercanos, la distancia D no sea menor que 0,20 m.
- Además, la distancia de separación a mitad de vano será verificada a fin de mantener el espaciamiento eléctrico a mitad de vano. Esta distancia de separación será uno de factores que limite la longitud del vano lateral, especialmente donde existe cambio de configuración de armados.

1.3.4 Distancia vertical mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano Norma RD018-2003-EM-DGE

- Para vanos hasta 100 m : 0,70 m
- Para vanos entre 101 y 300 m : 1,00 m
- Para vanos entre 301 y 600 m : 1,20 m
- Para vanos mayores a 600 m : 2,00 m

En estructuras con disposición triangular de conductores, donde dos de éstos estén ubicados en un plano horizontal, sólo se tomará en cuenta la separación horizontal de conductores si es que el conductor superior central se encuentra a una distancia vertical de 1,00 m o 1,20 m (Según la longitud de los vanos) respecto a los otros 2 conductores:

1.3.5 Distancia horizontal mínima entre conductores de diferentes circuitos Norma RD018-2003-EM-DGE

Se aplicará la misma fórmula consignada en el ítem 1.3.3

Para la verificación de la distancia de seguridad entre dos conductores de distinto circuito debido a una diferencia de 40% de las presiones dinámicas de viento, deberá aplicarse las siguientes fórmulas:

$$D = 0.00746 \times U \times F_c \quad \text{Pero no menor que 0,20 m}$$

Donde:

U = Tensión nominal entre fases del circuito de mayor tensión, en kV

F_c = Factor de corrección por altitud

1.3.6 Distancia vertical mínima entre conductores de diferentes circuitos Norma RD018-2003-EM-DGE

Esta distancia se determinará

mediante la siguiente fórmula:

$$D = 1.20 + 0.0102 \times F_c \times (kV_1 + kV_2 - 50)$$

Donde:

kV_1 = Máxima tensión entre fases del circuito de mayor tensión, en kV

kV_2 = Máxima tensión entre fases del circuito de menor tensión, en kV

Para líneas de 13.2 y 22,9 kV, 22,9/13,2 kV, esta tensión será 25 kV

F_c = Factor de corrección por altitud

La distancia vertical mínima entre líneas de 22.9/13.2kV y líneas de menor tensión será de 1,00 m.

1.3.7 Distancia mínimas del conductor a la superficie del terreno Cuando los alambres o cables conductores cruzan o sobresalen (Tabla 232-1 (CNE SUMINISTRO 2011))

| Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables | Conductores de suministro expuestos, de mas de 750v a 23 kv; retenidas no puestas a tierra expuestas de 750 v a 23 Kv (m) |
|--|---|
| | Conductor desnudo de MT |
| 1. Vías ferreas de ferrocarriles (excepto ferrovías electrificadas que utilizan conductores de trole aéreos) | 8 |
| 2.a. Carreteras y avenidas sujetas al trafico de camiones | 7 |
| 2.b. Caminos calles y otras areas sujetas al trafico de camiones | 6.5 |
| 3. Calzadas, zonas de parqueo y callejones. | 6.5 |
| 4. Otros terrenos recorridos por vehiculos, tales como cultivos, pastos, bosques, huerto, etc. | 6.5 |
| 5.a. Espacio y vias peatonales o areas no transitables por vehiculos. | 5 |
| 5.b. Calles y caminos en zonas rurales. | 6.5 |
| 9.a. Carreteras y avenidas | 6.5 |
| 9.b. Caminos ,calles o callejones | 6 |
| 9.c. Espacio y vias peatonales o areas no transitables por vehiculo | 5 |
| 10.a. Calles y caminos en zonas rurales | 6 |
| 10.b. Caminos no carrozables en zonas rurales | 5 |

1.3.8 Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificaciones, letreros, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques, puentes peatonales y otras instalaciones a excepción de puentes (vehiculares)

TABLA 234-1 (CNE SUMINISTRO 2011)

| Distancia de Seguridad de | Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 23 KV, cajas de equipos no puestos a tierra, 750V a 23 KV; retenidas no puestas a tierra |
|--|---|
| | Conductor desnudo de MT |
| 1. Edificaciones | |
| a. Horizontal | |
| (1) A paredes, cercos, proyecciones, balcones, ventanas y otras áreas fácilmente accesibles. | 2.5 |
| b. Vertical | |
| (1) Sobre lechos o proyecciones no fácilmente accesibles a peatones. | 4 |
| (2) Sobre balcones y techos fácilmente accesibles a peatones. | 4 |
| 2. Letreros, chimeneas, carteles, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones no clasificadas como edificios y puentes (vehiculares) | |
| a. Horizontal | 2.5 |
| b. Vertical | 6.5 |
| (1) Sobre pasillos y otras superficies por donde transita el personal | |
| 9.b. Caminos, calles o callejones | 2.5 |
| 9.c. Espacio y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo | 4 |

1.4 Cálculo de Caída de Tensión

1.4.1 Parámetros de los conductores

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

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

R_{20} = Resistencia del conductor en c.c. a 20°C, en ohm/km

$t = 20^\circ\text{C}$

t = Temperatura máxima de operación, en °C.

- b) Reactancia inductiva para sistemas trifásicos equilibrados
Las fórmulas a emplearse serán las siguientes:

$$X_L = 377 (0.5 + 4.6 \text{ Log. } \frac{DMG}{r}) \times 10^{-4}, \text{ en ohm/km}$$

DMG = Distancia media geométrica

r = radio del conductor, en m

- c) Reactancia Inductiva para sistemas monofásica a la tensión entre fases
La fórmula es la misma que para sistema trifásicas, pero la distancia media geométrica (DMG) será igual a la distancia entre fases.

1.4.2 Cálculos de caída de tensión

a) Para sistemas trifásicos:

$$\Delta V \% = \frac{PL}{10V_L^2} (r_1 + X_1 \operatorname{tg} \phi)$$

$$\Delta V \% = K_1 PL \quad ; \quad K_1 = \frac{r_1 + X_1 \operatorname{tg} \phi}{10 V_L^2}$$

b) Para sistemas monofásicos a la tensión entre fases:

$$\Delta V \% = \frac{PL}{10V_L^2} (r_1 + X_2 \operatorname{tg} \phi)$$

$$\Delta V \% = K_2 PL \quad ; \quad K_2 = \frac{r_1 + X_2 \operatorname{tg} \phi}{10 V_L^2}$$

1.4.3 Simbología:

| | | |
|---------------|---|---|
| $\Delta V \%$ | = | Caída porcentual de tensión. |
| P | = | Potencia, en Kw. |
| L | = | Longitud del tramo de línea, en km. |
| V_L | = | Tensión entre fases, en kV. |
| V_f | = | Tensión de fase - neutro, en kV. |
| r_1 | = | Resistencia del conductor, en ohm / km. |
| X_1 | = | Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en ohm/km. |
| X_2 | = | Reactancia inductiva para sistemas monofásicos a la tensión de fases, en ohm / km |
| ϕ | = | Angulo de factor de potencia. |
| K | = | Factor de caída de tensión |

Son tramos por remodelación. Adjunta en Anexos

1.5 ESTUDIO DEL NIVEL DE AISLAMIENTO

1.5.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL NIVEL DE AISLAMIENTO

Para la determinación del nivel de aislamiento se ha considerado una zona, diferenciada por su altitud, y tomado en cuenta los siguientes aspectos, según la Norma IEC 71-1:

- Sobre tensiones a frecuencia industrial en seco
- Sobre tensiones atmosféricas
- Contaminación ambiental

Condiciones de Operación del Sistema:

- Tensión nominal del sistema : 13.2-22.9 kV
- Tensión máxima del equipo : 15-25 kV
- Contaminación ambiental del área del proyecto : Ligero (Norma IEC 815).
- Altitud máxima m.s.n.m. : 2700-4000 m.s.n.m. (Zona del Proyecto)

El nivel de aislamiento mínimo requerido para la Red, se ha establecido para la zona de estudio:

1.5.2 FACTORES DE CORRECCIÓN

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

a) **Factor de corrección por altitud F_h :**

$$F_h = 1 + \frac{1.25 \times (h - 1000)}{10000}$$

Donde:

h = altitud en metros sobre el nivel del mar.

$h = 2700$ m.s.n.m. $F_c = 1,2125$

$h = 4000$ m.s.n.m. $F_c = 1,3750$

1.5.3 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE AISLAMIENTO

a) **Sobretensiones a frecuencia industrial**

Se determina la sobretensión representativa en base a la tensión de referencia más importante, que es la tensión de servicio continuo máxima U_{max} (25 kV eficaz, fase-fase). Esta sobretensión se produce debido a fallas en el sistema y está dada por la siguiente expresión:

$$V_{fi} = f_s \cdot V_{max} \cdot H / \sqrt{3 \cdot (1 - N \cdot \sigma) \cdot \delta \cdot f_l}$$

Dónde:

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

$V_{máx}$: Tensión máxima (25 kV)

H : Factor por Humedad (1,0)

N : Número de desviaciones estándar alrededor de la media (3)

σ : Desviación estándar (4%)

δ : Densidad relativa del aire

$$\delta = \frac{3.926 \cdot b}{237 + \Theta}$$

$$\text{Log} b = \text{Log} 76 - \frac{m_{snm}}{18336}$$

$$b = 10^{(\text{log} 76 - y/18,336)}$$

$$b = 45.99001011$$

Para $t = 10^\circ\text{C}$

Para m.s.n.m. = 4000 mmsn

$$\delta = 0,7309$$

fi: Factor por lluvia (0,8)

Vfi= 41.07kV para 22.9kv

b) Sobretensiones atmosféricas

Niveles de aislamiento recomendados por la C.E.I. 71-1 y VDE 0111, para tensiones entre 1 y 52 KV.

Tabla

| Tensión Máxima de la Red kV ef | Tensión límite a la onda de impulso kV cresta | | Tensión límite a Frecuencia Industrial kVef |
|-----------------------------------|--|---------|--|
| | Lista 1 | Lista 2 | |
| 3.6 | 20 | 40 | 10 |
| 7.2 | 40 | 60 | 20 |
| 12 | 60 | 95 | 28 |
| 17.5 | 75 | 95 | 38 |
| 24 | 95 | 125 | 50 |
| 36 | 145 | 170 | 70 |

En la Tabla 1 se muestran las tensiones nominales y ensayo normalizadas por la Comisión Electrotécnica internacional Publ. 71.1 y VDE 0111. Estos valores de aplican para instalaciones hasta 1,000.00 m.s.n.m.

Siendo la tensión nominal adoptada en la ciudad de Abancay 22.9 kV, se considera que la máxima tensión de servicio no superará de 25 kV.

De las dos posibilidades de tensión de impulso, se elige la de la lista 2: 125 kV, que corresponde a una zona con niveles isoceráunicos relativamente altos y a un sistema que no está conectado a tierra.

| Tensión nominal entre fases (kV) | Tensión máxima entre fases (kV) | Tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 | Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial |
|----------------------------------|---------------------------------|---|--|
| 22.9 | 25 | 125 | 50 |

c) Contaminación Ambiental

Deberá verificarse el adecuado comportamiento del aislamiento frente a la contaminación ambiental. Para ello, se tomará como base las recomendaciones de la Norma IEC 815 "GUIDE FOR THE SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS" Para propósitos de normalización, se han definido las siguientes cuatro (04) niveles de contaminación

- Ligero
- Medio
- Pesado
- Muy pesado

Esta solicitud determina la longitud de la línea de fuga requerida. El área geográfica del proyecto se caracteriza por ser una zona limpia, sin presencia de

industrias que contaminen el ambiente, con frecuentes lluvias. Según las recomendaciones IEC 815, la zona del proyecto corresponde a la categoría de polución ligero (I: Light) a la cual le corresponde una longitud de la línea de fuga unitaria de 16 mm / kVφ-φ.

**RECOMENDACIONES PARA DISTANCIA DE FUGA EN AISLADORES
PARA AMBIENTES CONTAMINADOS (NORMA IEC 815)**

| Nivel de Contaminación | Descripción del Ambiente | Distancia de fuga Nominal mínima (mm/kVφ-φ) |
|------------------------|---|---|
| Ligero Nivel I | <ul style="list-style-type: none"> Áreas sin industrias y con baja densidad de casas equipadas con calefacción Áreas con baja densidad de industrias o casas pero sujetas a frecuentes vientos o lluvia. Áreas agrícolas Áreas montañosas Todas las áreas situadas de 10 km a 20 km del mar y no expuestas a vientos directos provenientes del mar. | 16 |
| Medio Nivel II | <ul style="list-style-type: none"> Áreas con industrias que no producen humo contaminante y/o con densidad moderada de casas equipadas con calefacción. Áreas con alta densidad de casas pero sujetas a frecuentes vientos y/o lluvia. Áreas expuestas a vientos del mar pero no cercanas a la costa (al menos varios kilómetros de distancia) | 20 |
| Alto Nivel III | <ul style="list-style-type: none"> Áreas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de casas con calefacción que generen contaminación. Áreas cercanas al mar o expuestas a vientos relativamente fuertes procedentes del mar. | 25 |
| Muy Alto Nivel IV | <ul style="list-style-type: none"> Áreas generalmente de extensión moderada, sujetas a contaminantes conductivos, y humo industrial, que produzca depósitos espesos de contaminantes. Áreas de extensión moderada, muy cercana a la costa y expuesta a rocío del mar, o a vientos muy fuertes con contaminación procedentes del mar. Áreas desérticas, caracterizadas por falta de lluvia durante largos períodos, expuesta a fuertes vientos que transporten arena y sal, y sujetas a condensación con regularidad. | 31 |

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

$$L_{fuga} = L_{fo} \times U_{max} \times f_{ch}$$

Donde:

L_{fuga} : Longitud de fuga fase-tierra requerida
 L_{fo} : Longitud de fuga unitaria en mm/kVφ-φ = 16
 U_{max} : Tensión Máxima de Servicio = UN*1,05

f_{ch} : Factor de Corrección por Altura; $f_{ch} = 1.2125$

f_{ch} : Factor de Corrección por Altura; $f_{ch} = 1.3750$

Zona de Estudio : $L_f = 25 \text{ kV} \times 1,2125 \times 16 \text{ mm/kV} = 485 \text{ mm.}$

Zona de Estudio : $L_f = 25 \text{ kV} \times 1,3750 \times 16 \text{ mm/kV} = 550 \text{ mm.}$

Cuadro N° 1.5.3.1: Nivel de Aislamiento para la Zona de Estudio

| DESCRIPCION | Unidad | Valor | Valor |
|--|--------|-------|-------|
| Tensión nominal del sistema | kV | 22.9 | 22.9 |
| Tensión máxima entre fases | kV | 25 | 25 |
| Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra | kVp | 125 | 125 |
| Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase a tierra | kV | 42.07 | 42.07 |
| Línea de fuga total | mm | 485 | 550 |

El nivel de aislamiento para los equipos, considerando la Norma IEC 71-1 y el criterio de aislamiento reducido para sistemas con neutro efectivamente puesto a tierra en la subestación, será el siguiente:

Cuadro N° 1.5.3.2: Nivel de Aislamiento para Equipos

| DESCRIPCION | Unidad | Valor |
|--|--------|-------|
| Tensión nominal del sistema | kV | 22.9 |
| Tensión máxima entre fases | kV | 25 |
| Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra | kVp | 125 |
| Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase a tierra | kV | 42.07 |

1.6 SELECCIÓN DE AISLADORES

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

Teniendo en cuenta que la tensión de servicio es baja, se decide seleccionar los aisladores tipo PIN, por estar el nivel de tensión de servicio en el rango de 5kV - 60 kV. Las principales características de los aisladores tipo PIN, se muestra en el Cuadro N° 1.6.1.

**Cuadro N° 1.6.1: Características de los Aisladores Tipo Pin
(Norma ANSI C29.6)**

| Clase : ANSI | | | 56-3 | 56-4 |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------------|------|------|
| Voltaje de Flameo Promedio | A frecuencia Industrial (KV RMS) | Seco | 125 | 140 |
| | | Húmedo | 80 | 95 |
| | Al impulso (KV pico) | Positivo | 200 | 225 |
| | | Negativ o | 265 | 310 |
| Línea de fuga (mm) | | | 533 | 685 |

b) Aislador para estructuras de anclaje y ángulos fuertes hasta 90°

La naturaleza y función de estas estructuras exige la utilización de aisladores tipo suspensión. Las características principales del aislador de suspensión Clase ANSI, se muestra en el Cuadro N° 1.6.2.

Cuadro N° 1.6.2: Características de los Aisladores de Suspensión RPP-25 (Norma ANSI C29.6)

| Clase : | | | RPP-25 |
|----------------------------|----------------------------------|----------|-------------|
| Diámetro x Espaciamento: | | | 110 x 55 mm |
| Voltaje de Flameo Promedio | A frecuencia Industrial (KV RMS) | Seco | 125 Kv |
| | Al impulso (KV pico) | Húmedo | 105 Kv |
| | | Positivo | 240 kV |
| | | Negativo | 250 kV |
| Línea de fuga (mm) | | | 430 |

c) Conclusiones

Considerando el nivel de aislamiento requerido, las características de los aisladores, la capacidad de sostenimiento al impulso atmosférico del material de las estructuras, para la línea y red primaria, se determina el uso de los siguientes aisladores:

Para la Zona de Estudio: Altitud de 2700-4000 m.s.n.m

Estructuras de alineamiento : Aislador PIN Clase ANSI 56-3 y 56-4

Estructuras de ángulo y anclaje : Cadena de Aisladores de Suspensión RPP-25 de Goma Silicón.

Recomendaciones de ELSE para alturas de 2500 a 3500 m.s.n.m. considerar Aislador PIN Clase ANSI 56-3 y superiores a 3500 m.s.n.m. Aislador PIN Clase 56-4.

1.7 SELECCIÓN DEL PARARRAYOS

Para seleccionar los pararrayos se ha considerado los siguientes criterios:

1.1 Equipo a proteger

Los pararrayos a emplearse en el proyecto serán para proteger los transformadores de distribución y evitar los flameos de los aisladores en las líneas primarias, ante sobretensiones por descargas atmosféricas. Por tanto, se emplearán pararrayos óxido de zinc, clase distribución.

Tensión Nominal kV 22.9

Tensión Máxima kV 25

Tensión Nominal del Pararrayos (Unp)

$$Unp = \frac{K_f \cdot K_d \cdot U_{max}}{\sqrt{3}}$$

Donde:

Kf= Coeficiente de falla a tierra (1.4 a 1.5)PAT, (1.7) NO PAT

Kd= Coeficiente de desbalance o variación de tensión(1.05 a 1.1)

Para nuestro caso:

Kf= 1.5

Kd= 1.05

| |
|------------------|
| Unp= 22.73316685 |
|------------------|

| |
|-------------|
| Unp= 24 Kv. |
|-------------|

1.2 Altitud de la instalación

Los pararrayos se utilizarán en altitud de: 2700-4000 m.s.n.m., ubicación de la zona de estudio.

1.8 ESTUDIO DE RESISTIVIDAD Y CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

1.8.1 OBJETIVO

Establecer los criterios para el dimensionamiento de las puestas a tierra en las líneas y redes primarias.

1.8.2 ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS PUESTAS A TIERRA

Los criterios para el dimensionamiento de las puestas a tierra en líneas de media tensión, son los siguientes:

- Seguridad de las personas
- Operación del sistema.
- Descargas atmosféricas
- Facilidad para el recorrido a tierra de las corrientes de fuga.

A continuación se analiza de cada uno de los criterios mencionados a fin de determinar cuáles deben ser los aplicables a las líneas y redes primarias.

- **Seguridad de las personas**

Este es el criterio más exigente, puesto que toma en cuenta las tensiones de toque, paso y de transferencia; en consecuencia no sólo es necesario obtener un bajo valor de la resistencia de puesta a tierra, sino también una adecuada configuración de ésta para reducir el gradiente de potencial. Este criterio sólo se aplica a las subestaciones de distribución.

- **Descargas atmosféricas**

De manera general, las redes 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, sólo se toma en cuenta las sobretensiones indirectas o inducidas.

Las normas norteamericanas y sudafricanas que han servido de base para la normalización de la Coordinación de Aislamiento en líneas de media tensión, establecen que las sobretensiones inducidas, por lo general, no superan el valor de 300 kV. Por lo tanto, para conseguir este valor, se aprovecha la característica de aislante al impulso de la madera, mediante el uso de una parte del poste y la cruceta de madera, que sumado al aislamiento principal (de porcelana o polimérico) pueda obtenerse una tensión disruptiva (CFO) entre 250 y 300 kV.

1.8.3 PREMISAS DE DISEÑO

Para el presente estudio, las puestas a tierra tendrán la finalidad de proteger a la red primaria de las tensiones inducidas por efectos de descargas de rayos en las proximidades de la red primaria.

En las descargas directas de rayo a la red, la protección será efectuada por el interruptor principal instalado en la salida del alimentador.

Para subestaciones de distribución, el diseño de puesta a tierra se hará con el criterio de operación del sistema y protección al equipo, y se seleccionará entre diferentes configuraciones la que tenga menor resistencia y cumpla con las exigencias de la Norma MEM/DEP 501, las que están en función de la potencia del transformador.

La sección mínima del conductor de puesta a tierra, será 25 mm², correspondiente para un conductor de cobre o su equivalente si fuese otro tipo de conductor.

1.8.4 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

1.8.4.1 Configuraciones analizadas

Para el cálculo de la resistencia teórica de los sistemas de puesta a tierra, a través de la resistividad aparente, se ha tenido en cuenta las siguientes configuraciones:

a) Electrodo en disposición vertical

La resistencia propia de puesta a tierra para sistemas compuestos por un electrodo, se estima a través de la siguiente relación:

$$\text{Donde: } R_{hh} = \frac{\rho_a}{2 \times \pi \times L} \times \ln \left(\frac{4 \times L}{1,36d} \times \frac{2h + L}{4h + L} \right)$$

R_{hh} : Resistencia propia de un electrodo (Ohm)

ρ_a : Resistividad aparente del terreno (Ohm - m)

L : Longitud de la electrodos (m)

d : Diámetro del electrodo (m)

h : Profundidad de enterramiento (m).

Para sistemas compuestos por electrodos en paralelo, en general la resistencia equivalente de una varilla de puesta a tierra, considerando el efecto mutuo de los demás electrodos en paralelo, se estima a través de la siguiente relación:

$$R_h = R_{hh} + \sum_{m=1, m \neq h}^n R_{hm}$$

Donde:

R_h : Resistencia equivalente de un electrodo h (Ohm)

R_{hh} : Resistencia propia del electrodo (Ohm)

R_{hm} : Resistencia mutua de debido a la interferencia de electrodos en paralelo (Ohm)

n : Número de electrodos en paralelo.

La resistencia mutua entre dos electrodos en paralelo, se estima a través de la siguiente ecuación:

$$R_{hm} = \frac{\rho_a}{4 \times \pi \times L} \ln \left[\frac{(d_{hm} + L)^2 - a_{hm}^2}{a_{hm}^2 - (d_{hm} - L)^2} \right]$$

Donde:

R_{hm} : Resistividad mutua de debido a la interferencia de electrodos en paralelo (Ohm)

ρ_a : Resistividad aparente del terreno (Ohm.m)

L : Longitud de electrodos (m)

d_{hm} : Longitud de la diagonal entre electrodos en análisis (m)

a_{hm} : Separación horizontal entre electrodos en análisis (m)

h y m : Electrodos en análisis.

La resistencia equivalente de puesta a tierra para sistema compuesto por un conjunto de electrodos, se determina mediante de la siguiente relación:

$$R_e = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_h}}$$

Donde:

R_e Resistencia de puesta a tierra equivalente del conjunto de electrodos (Ohm)

R_h Resistencia inicial de cada electrodo (Ohm)

n Número de electrodos en paralelo

Cuando se trata de electrodos verticales es posible aplicar también, el método de la Semiesfera Equivalente de Tagg, el cual simula el comportamiento del electrodo vertical como el de una semiesfera de radio "r":

$$r = \frac{L}{\ln \frac{4L}{d}}$$

Así, la resistencia equivalente de un sistema compuesto por un grupo de electrodos en disposición vertical, puede expresarse mediante un coeficiente de reducción "a":

$$\alpha = \frac{r}{a}$$

Donde:

L : Longitud de los electrodos (m)

d : Diámetro del electrodo (m)

a : Separación entre electrodos (m)

1.8.4.2 Configuraciones empleadas

a) Configuración PAT –1: Sistema a tierra con un electrodo en disposición vertical

Configuración compuesta por un electrodo vertical de cobre de 2,4 m de longitud y 19 mm de diámetro, enterrado a una profundidad del nivel del suelo de 0,5 m.

A.2) CALCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS.

1.0 OBJETIVO.

Estos Cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en postes, cables de retenida y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, no se supere los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad Suministro y complementariamente en las Normas Internacionales.

1.1 FACTORES DE SEGURIDAD.

Los factores de seguridad mínimas respecto a las cargas de rotura serán las siguientes:

a) En condiciones normales

- Poste de concreto : 2
- Cruceta de FoGo : 4

b) En condiciones anormales con rotura de conductor

En líneas de electrificación, no se considera hipótesis de rotura de conductor

Para los postes de concreto, los factores de seguridad mínimos consignados son válidos tanto para cargas de flexión como de compresión (pandeo)

1.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Para el cálculo mecánico de estructuras se ha considerado las siguientes cargas:

- **Cargas Horizontales:** Carga debida al viento sobre los conductores y las estructuras y carga debido a la tracción del conductor en ángulos de desvío topográfico, con un coeficiente de seguridad de 2. Solamente para condiciones normales (Hipótesis I) y la de máxima carga de viento (Hipótesis II)
- **Cargas Verticales:** Carga vertical debida al peso de los conductores, aisladores, crucetas, peso adicional de un hombre con herramientas y componente vertical transmitida por las retenidas en el caso que existieran. Se determinará el vano peso en cada una de las estructuras y para cada una de las hipótesis de diseño (I, II, III y IV), el cual definirá la utilización de una estructura de suspensión o de anclaje.
- **Cargas Longitudinales:** Cargas producidas por cada uno de los vanos a ambos lados de la estructura y para cada una de las hipótesis de diseño (I, II, III y IV).
- **Deflexión del poste:** Se calculará solamente para las estructuras de cambio de dirección a fin de no superar la deflexión máxima de 4% de la longitud libre del poste y en la hipótesis más crítica. En las estructuras de alineamiento se verificará solamente el cumplimiento de un Coeficiente de Seguridad mayor o igual que 2.

1.3 TIPOS DE ESTRUCTURAS.

Las Estructuras de la línea y red primaria están conformado por postes de CAC de 12, 13 y 15 metros y madera de 12 metros donde se instalaran armados equipos accesorios y transformadores etc. en toda el las derivaciones del Alimentador TA-05, tienen la configuración de acuerdo con la función que van a cumplir.

Los parámetros que definen la configuración de las estructuras y sus características mecánicas son:

- Distancia mínima al terreno en la condición de hipótesis de mayor flecha
- Distancia mínima entre fases en la condición de máxima temperatura
- Angulo de desvío topográfico
- Vano – viento
- Vano – peso para las cinco hipótesis de trabajo del conductor
- Deflexión máxima del poste igual a 4 % de la longitud útil en las estructuras de cambio de dirección para las hipótesis más críticas.

1.4 HIPOTESIS DE CÁLCULO

En el Presente Proyecto, de acuerdo a las condiciones climáticas se consideran las siguientes Hipótesis: Adjunta zonificación de velocidades de viento en anexos.

a. HIPOTESIS I: DE CONDICIÓN DE MAYOR DURACIÓN EDS

- Temperatura : 13 °C
- Velocidad del Viento : 0 km/h
- % de Rotura : 18 %

b. HIPOTESIS II: DE TEMPERATURA MINIMA

- Temperatura : -10 °C
- Coef. de Seguridad : 60

c. HIPOTESIS III: DE CONDICION DE MAXIMO VELOCIDAD DE VIENTO

- Temperatura : 5°C
- Velocidad del Viento : 90 km/h
- Coef. de Seguridad : 60

d. HIPOTESIS IV: DE CONDICION DE MAXIMA FLECHA

- Temperatura : 50 °C
- Velocidad del Viento : 0 km/h
- Coef. de Seguridad : 60

e. HIPOTESIS V: DE MÁXIMA CARGA DEL HIELO

- Temperatura : -15 °C

| | | |
|------------------------|---|-----------------|
| ▪ Velocidad del Viento | : | 0 km/h |
| ▪ Sobrecarga de hielo | : | 6 mm de espesor |
| ▪ Coef. de Seguridad | : | 60 |

1.5 CALCULO DE LOS ESFUERZOS

a. Esfuerzos Admisibles en la Hipótesis I: (kg/mm²)

$$\sigma_I = \frac{T_r}{C_s * S}$$

Donde:

Tr : Tiro de Ruptura del Conductor (kg)
Cs: Coeficiente de Seguridad
S : Sección del Conductor (mm²)

$$P_v = K * V^2 * D$$

b. Peso resultante del Conductor: (kg/m)

$$W_r = \sqrt{W^2 + P_v^2}$$

Donde:

W : Peso propio del conductor (kg)
V : Velocidad del Viento (km/h)
D : Diámetro Exterior del Conductor (m)
Pv : Peso adicional debido a la Presión del Viento (kg/m)
K : Constante de los Conductores de Superficie Cilíndrica (0.0042)

c. Esfuerzos en las Demás Hipótesis:

A partir de los esfuerzos calculados en la hipótesis I, y mediante la Ecuación de Cambio de Estado se calculan los esfuerzos para las Hipótesis II e Hipótesis III.

$$\sigma_2^2 [\sigma_2 + E \alpha (t_2 - t_1) + \frac{W_r L^2 * L^2 * E}{24 * S^2 * \sigma_1} - \sigma_1] =$$

$$= \frac{W_r 2^2 * L^2 * E}{24 * S^2}$$

Ecuación de Cambio de Estado:

Donde:

| | | |
|------------|---|--|
| σ_1 | : | Esfuerzo Admisible en la Hipótesis I (kg/mm ²). |
| σ_2 | : | Esfuerzo Admisible en la Hipótesis II (kg/mm ²). |
| Wr1 | : | Peso Resultante en la Hipótesis I (kg/m). |
| Wr2 | : | Peso Resultante en la Hipótesis II (kg/m). |
| t1 | : | Temperatura en la Hipótesis I (°C) |
| t2 | : | Temperatura en la Hipótesis II (°C) |
| α | : | Coefficiente de Dilatación (°C ⁻¹). |
| E | : | Módulo de Elasticidad (kg/mm ²). |
| S | : | Sección del Conductor (mm ²). |
| L | : | Vano (m). |

1.6 CALCULO DE LA FLECHA MAXIMA

La Flecha viene dada por la expresión siguiente:

TERRENO LLANO:

$$f = \frac{Wr * L^2}{8 * S * \sigma}$$

TERRENO CON DESNIVEL:

$$f = \frac{Wr * L^2}{8 * S * \sigma} \sqrt{1 + \left(\frac{h}{L}\right)^2}$$

Donde:

| | | |
|----|---|---|
| Wr | : | Peso Resultante del Conductor (kg/m). |
| L | : | Vano (m). |
| f | : | Flecha (m). |
| S | : | Sección del Conductor (mm ²). |
| h | : | Desnivel entre Vanos (m). |

ADJUNTA ANEXOS

1.7 TABLAS DE TEMPLADO

En los cuadros adjuntos se muestran las Tablas de Templado Indicando Esfuerzo y Flecha, para los Conductores que se van utilizar, considerando las condiciones climáticas de la zona.

1.8 CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

Los cálculos a efectuarse sirven para la comprobación de los esfuerzos a que estarán sometidos los postes.

1.9 PRESTACIONES DE ESTRUCTURAS.

La prestación de cada tipo de estructura se ha definido teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Características de conductor (resultados de los cálculos mecánicos)
- Poste, longitud, clase y características de las crucetas (15, 13 y 12)
- Distancia mínima al terreno en la condición de máxima temperatura
- Distancia mínima entre fases en la condición de máxima temperatura
- Angulo de desvío topográfico
- Vano – viento

-
- Vano – peso para las cinco hipótesis de trabajo del conductor
 - Deflexión máxima del poste igual a 4 % de la longitud útil en las estructuras de cambio de dirección para las hipótesis más críticas.

Independiente de la resistencia mecánica del conductor, se tendrán en cuenta los vanos máximos a utilizarse en la distribución de estructuras, los que serán limitados por espaciado eléctrico a mitad de vano, especialmente en los cambios de configuración de armados.

1.10 DISTRIBUCIÓN DE ESTRUCTURAS.

Definida la prestación de estructuras y definidos los vanos laterales, vanos vientos y vanos pesos, se efectuó la distribución de estructuras, considerando el EDS final.

Todos los armados utilizados corresponden a los armados normalizados por la DEP/MEM.

Se comprobó los esfuerzos resultantes hacia arriba, especialmente en aisladores tipo PIN.

Se verificó la deflexión máxima permitida en los postes, resultando todos los valores por debajo del 4 %.

1.11 VIBRACIÓN DE CONDUCTORES.

La vibración de los conductores en líneas aéreas, bajo la acción del viento conocida como “vibración eólica” puede causar fallas por fatiga de los conductores en los puntos de soporte.

De los diferentes tipos de vibraciones eólicas, la más común es la resonante. La vibración resonante ocurre en los cables de las líneas aéreas sin cambio apreciable de su longitud de modo que los puntos de apoyo permanecen casi estacionarios. Estas vibraciones son ondas estacionarias de baja amplitud y alta frecuencia. Las vibraciones producidas por el viento generan frecuencias de peligro según estudios dentro del rango de $120/D < f < 1\,000/D$, donde f en ciclos/segundo y D es el diámetro del conductor en mm.

El esfuerzo que estas vibraciones producen en los puntos de apoyo, combinado con la tracción estática en el cable, que se traduce en roce en los alambres de cable y el roce con los accesorios de soporte, puede producir una falla por fatiga en los alambres del cable después de un cierto tiempo.

Las vibraciones resonantes se producen por vientos constantes de baja velocidad a través de los conductores. Normalmente vientos menores a 3 km/h no producen vibraciones resonantes y los mayores de 24 km/h tienden a producir ráfagas. Los vientos turbulentos producen diferentes frecuencias en los conductores y las vibraciones no se mantienen por interferencia de las diferentes frecuencias.

Para evitar fatiga en los conductores, es necesario reducir las vibraciones resonantes, esto se logra reduciendo la amplitud de la vibración y aumentando el amortiguamiento del sistema vibrante. Esto puede lograrse en dos formas. Una es mediante la reducción del esfuerzo de tensión del conductor para aumentar su amortiguamiento interno. La otra alternativa es instalar varillas de arma o amortiguadores.

Varillas de armar: Con este refuerzo se reduce la amplitud de las vibraciones debido al aumento del diámetro del conductor. Registros comparativos indican que reduce la amplitud de las vibraciones de 10% a 20%.

Cuadro N° 1.11: Protección contra Vibración de Conductores

| SECCIÓN | SIN PROTECCIÓN | CON VARILLAS DE ARMAR | CON AMORTIGUADORES |
|------------------------------------|----------------|-----------------------|--------------------|
| CONDUCTOR | VANO (m) | VANO (m) | VANO (m) |
| Conductor AAAC 35 mm ² | Hasta 80 | De 81 a 300 | Mayor de 300 |
| Conductor AAAC 70 mm ² | Hasta 90 | De 91 a 300 | Mayor de 300 |
| Conductor AAAC 120 mm ² | Hasta 100 | De 101 a 300 | Mayor de 300 |

Se concluye que para evitar fatiga y posterior deterioro y reducción de la vida útil del conductor se utilizará varillas de armar y para vanos mayores a 300 m se utilizarán amortiguadores. **Adjunta cálculos en anexos**

1.12 FACTORES DE SEGURIDAD

Los factores de seguridad mínimas respecto a las cargas de rotura serán las siguientes:

c) En condiciones normales

- Poste de concreto : 2
- Cruceta de FoGo : 4

d) En condiciones anormales con rotura de conductor

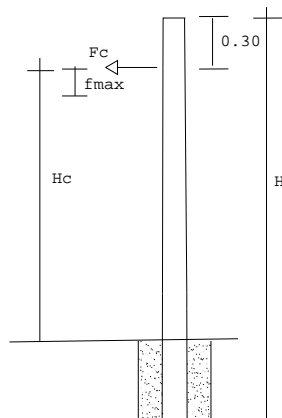
En líneas y redes primarias de electrificación rural, no se considera hipótesis de rotura de conductor

Para los postes de madera o concreto, los factores de seguridad mínimos consignados son válidos tanto para cargas de flexión como de compresión (pandeo).

A continuación se muestran los cálculos: Cálculo mecánico del conductor, Plantilla de flechas, niveles de aislamiento y otros:

1.13 SELECCION DE LA LONGITUD DEL POSTE

$$H = H_{CP} + f_{\max} + H_L + H_e$$



Donde:

- H : Longitud Total del Poste (m).
H_{CP} : Separación Vertical entre la cabeza terminal del Poste y el conductor más alto (m).
f_{max} : Flecha máxima de los Conductores (m).
h_L : Altura Libre entre el punto más bajo del Conductor a la Superficie de la Tierra (m).
H_e : Altura de Empotramiento del Poste (m).

ADJUNTA ANEXOS

1.14 CALCULO DE ESFUERZOS

En el presente Proyecto se establecen las siguientes Condiciones:

- Tracción de los Conductores.
- Velocidad del Viento 90 km/h.
- Cálculo de las Hipótesis consideradas.

a. Fuerza del Viento Sobre el Poste: (kg)

$$F_{pv} = P_v + A_{pv}$$

$$A_{pv} = H_{pv} \left(\frac{dp + de}{2} \right)$$

$$Z = \frac{H_{pv}}{3} \left(\frac{de + 2dp}{de + dp} \right)$$

$$P_v = K * V^2$$

Donde:

| | | |
|-----|---|--|
| Pv | : | Presión debido al Viento (kg/m ²). |
| Apv | : | Área del Poste expuesta al viento (m ²). |
| Hpv | : | Altura del Poste expuesta al Viento (m). |
| dp | : | Diámetro del Poste en al Punta (m). |
| de | : | Diámetro del poste en el Empotramiento (m). |
| Z | : | Punto de Aplicación de la Fvp (m). |
| K | : | Cte. de Superficies Cilíndricas (m). |
| V | : | Velocidad del Viento (km/h). |

b. Altura de Empotramiento: (m)

Se adjunta en el cálculo de cimentación de postes para altura de empotramiento

c. Diámetro del Poste en el Empotramiento: (m)

$$de = db - \left(\frac{db - dp}{Hpv + He} \right) * Hpv$$

Donde:

| | | |
|-----|---|--|
| db | : | Diámetro del Poste en la Base (m). |
| dp | : | Diámetro del Poste en la Punta (m). |
| He | : | Altura de Empotramiento (m). |
| Hpv | : | Altura del Poste Expuesta al Viento (m). |

d. Tracción de los Conductores: (Kg)

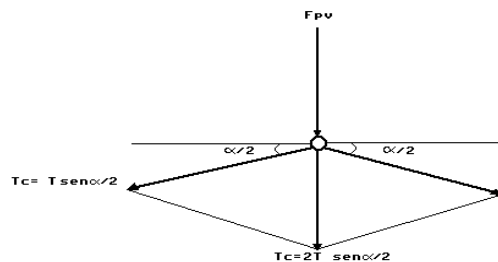
$$Tc = 2 * T * \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$T = \frac{Tr}{Cs}$$

Esta Fuerza se calcula para el máximo esfuerzo de trabajo de los conductores.

Donde:

| | | |
|----|---|------------------------------------|
| T | : | Máximo Tiro de Trabajo (kg). |
| | : | Angulo de Desviación de la Línea |
| Tr | : | Tiro de Ruptura del Conductor (kg) |
| Cs | : | Coefficiente de seguridad |



Adjunta en Anexos

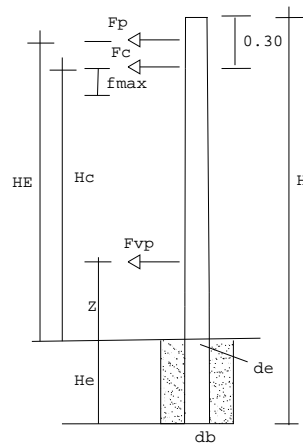
e. Fuerza del Viento Sobre los Conductores: (kg)

$$F_{vc} = L' * D * P_v * \cos \frac{\alpha}{2}$$

Donde:

- L' : Vano de Regulación
D: Diámetro Exterior del Conductor (m).
Pv : Presión del Viento (kg/m²).

f. Diagrama de Distribución de Fuerzas:



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

Donde:

- Fp : Fuerza en la Punta (kg).
Fc : Fuerza del viento sobre los conductores y tracción de los conductores. (Kg).
He : Punto de aplicación de la Fc
Z : Punto de aplicación de la Fvp
HE : Altura Equivalente (Punto de Aplicación del Fp) (m).

g. Cálculo del Momento Total: (kg-m)

$$M = M_{vp} + M_c$$

Donde:

- Mvp : Momento debido al Viento Sobre el Poste (kg - m).
Mc : Momento debido al viento sobre los conductores y a la Tracción de los

conductores (kg -m). **h. Fuerza en la Punta: (kg)**

Se determina con la siguiente Ecuación:

$$Fp = \frac{M}{HE}$$

Donde:

M : Momento Total (Kg - m).
HE : Altura Equivalente (m).

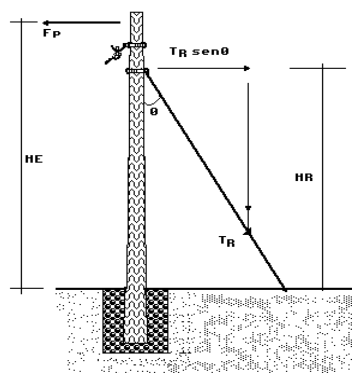
En caso de Postes Terminales se utilizarán Retenidas, así como en los cambios de dirección de acuerdo a la hoja de cálculo mecánico de estructuras, cuyos resultados se adjuntan.

1.15 CALCULO DE RETENIDAS

Para compensar los esfuerzos mayores de 300 Kg y 400 kg, en cada caso específico, en los postes terminales, así como en los postes con cambio de dirección se utilizarán Retenidas tal como se especifica en la sección 3.12 capítulo III, cuyas características son:

- Material : Acero Galvanizado.
- No. de Hilos : 7
- Carga de Rotura : 48,04 kN.
- Coef.de seguridad : 2

1.16 RETENIDA SIMPLE



$$\phi = 20^\circ$$

$$T_R = \frac{HE * Fp}{H_R * \text{sen} \phi}$$

Donde:

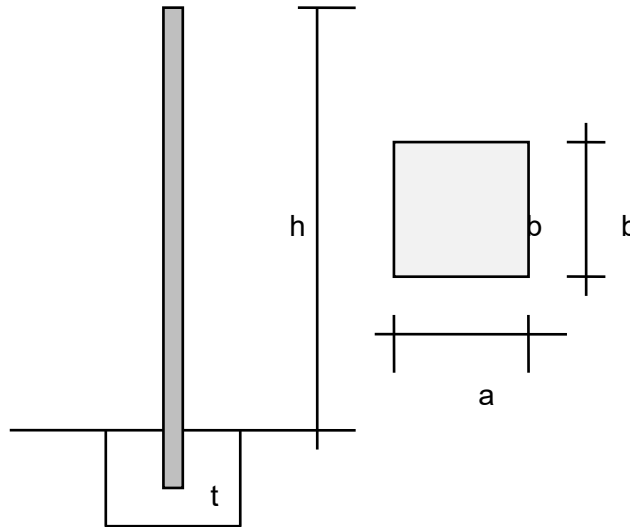
TrR : Tiro de Rotura de la Retenida (Kg).
TR : Tiro de Trabajo (Kg).
HE : Altura Equivalente (m).
HR : Altura de Aplicación de la Retenida (m).
Fp : Fuerza en la Punta del Poste (Kg).
θ : Angulo entre el Poste y la Retenida.
Cs : Coeficiente de Seguridad.

1.17 CALCULO DE CIMENTACIONES DE SOPORTES.

Utilizando el método de Valensi, se tiene que en condiciones de equilibrio se cumple:

$$M_a \leq M_r$$

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



Donde:

| | | |
|-----|---|---|
| Ma | : | Momento actuante (Kg-m) |
| Mr | : | Momento resistente (Kg-m) |
| h | : | Altura libre del poste (m) |
| t | : | Altura de empotramiento (m) |
| a,b | : | Dimensiones de la base (m) |
| C | : | Coef. de densidad del terreno, tierra trabajo medio (Kg/m3) |
| σ | : | Presión admisible (Kg/cm²) |
| P | : | Peso del conjunto (poste+equipo+Pc) (Kg) |
| Pc | : | Peso de la cimentación (Kg) |
| τ | : | Peso específico del terreno (Kg/m3) |
| Fp | : | Fuerza que admite la punta del poste (Kg) |

$$Pc = (V_c - V_{tc})\gamma$$

$$V_{tc} = \frac{t}{3} (A_e + A_b + \sqrt{A_e A_b})$$

$$A_e = \pi(dp)^2/4 \quad (m^2)$$

$$A_b = \pi(de)^2/4 \quad (m^2)$$

$$V_c = a \cdot b \cdot t \quad (m^3)$$

CALCULOS

INGRESAR LOS DATOS EN LAS LETRAS ROJAS

INGRESAR LOS DATOS EN LAS LETRAS ROJAS

| | | | | |
|------------------|-----------|--|---------------|-------|
| Densidad del su | 26.656 | kN/m3 | TIPO DE SUELO | SC |
| RETENIDA: | | | | |
| * Esf. Roura = | 48.04 | kN | | |
| * Esf. Trabajo = | | | | |
| Coef. Fricción | 0.25 | | | |
| Máx. Carga (F) | 24.02 | kN (del trabajo del cable de acero) | | |
| Angulo 1 = | 0 | ° (Angulo de la varilla con la vertical) | | |
| Dado de Ancla | ab | bj | | |
| | 0.4 | 0.4 | 0.064 | m3 |
| Altura (ef) = | 2.2 | m | | |
| Peso Espec. Co | 77 | kN/m3 | | |
| F, perpendicular | A = 16.94 | kN | | |
| B = 60° | B = 0.00 | kN | | |
| Fuerza Lateral = | 88.81 | kN | Fr = | 61.34 |
| u x F1 = | 22.20 | kN | F = | 24.02 |

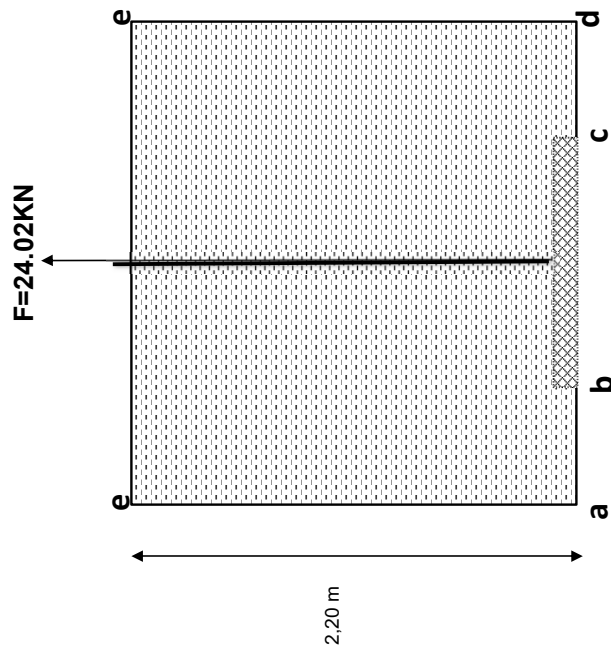
La fuerza resistente total "Fr" es:

$$\mathbf{Fr = 61.34\ kN}$$

Fr/F Debe ser mayor que 2

Fr/F Debe ser mayor que 2

Si cumple, se aceptan las dimensiones del dato de anclaje.



DISEÑO DE LA RETENIDA CON PLANCHA DE ANCLAJE

*) : Datos del Peso Especifico del Terreno obtenidos en el Estudio de Geología y Geotecnia.

CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

| | |
|----------------------|---------|
| V (Km/h) | 104 |
| k(sup cil) | 0.0042 |
| Pv= k*V ² | |
| Pv(kg/m²)= | 45.4272 |
| Vano (reg) | 65 |

| Long.(m) | F(kg) | dp(m) | db(m) | He(m) | Hpv(m) | de(m) | Apv(m2) | Z(m) | Fpv(kg) | Hapc(m) |
|----------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|---------|------|---------|---------|
| 13.00 | 400.00 | 0.18 | 0.375 | 1.70 | 11.30 | 0.35 | 2.99 | 5.05 | 135.90 | 11.00 |
| 12.00 | 300.00 | 0.16 | 0.330 | 1.60 | 10.40 | 0.31 | 2.43 | 4.65 | 110.39 | 10.10 |

| | Tmax(kg) | Dtotal(m) |
|-----------------------|----------|-----------|
| CONDUCTOR AAAC 50 mm2 | 722.50 | 0.0090 |
| H-altura de Cor | 13.00 | 12.00 |
| hc1 | 11.10 | 10.20 |
| hc2 | 10.30 | |
| hc3 | 9.50 | |

| | |
|-------------------|----------|
| Datos de retenida | |
| φ (mm) | 10.00 |
| TiR | 4,902.04 |
| cs | 2.00 |
| Ang. Retenida | 28.00 |

| CONDUCTOR AAAC 70 mm² | | | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|-------|--|
| ANGULO | Momento total (kg-m) | Fuerza Punta kg | Poste | |
| 0.00 | 1,507.09 | 134.56 | ok | |
| 2.00 | 2,286.21 | 204.13 | ok | |
| 3.00 | 2,675.61 | 238.89 | ok | |
| 5.00 | 3,453.92 | 308.39 | ok | |
| 8.00 | 4,619.73 | 412.48 | +R | |
| 13.00 | 6,556.36 | 585.39 | +R | |
| 18.00 | 8,481.81 | 757.30 | +R | |
| 23.00 | 10,392.42 | 927.89 | +R | |
| 30.00 | 13,035.43 | 1,163.88 | +2R | |
| 35.00 | 14,895.66 | 1,329.97 | +2R | |
| 40.00 | 16,728.84 | 1,493.65 | +2R | |
| 45.00 | 18,531.48 | 1,654.60 | +2R | |
| 50.00 | 20,300.15 | 1,812.51 | +2R | |
| 55.00 | 22,031.48 | 1,967.10 | +2R | |
| 60.00 | 23,722.18 | 2,118.05 | +2R | |
| 65.00 | 25,369.03 | 2,265.09 | +2R | |
| 70.00 | 26,968.89 | 2,407.94 | +2R | |
| 75.00 | 28,518.72 | 2,546.31 | +2R | |
| 80.00 | 30,015.58 | 2,679.96 | +2R | |
| 85.00 | 31,456.60 | 2,808.62 | +2R | |
| 90.00 | 32,839.04 | 2,932.06 | +2R | |
| FIN DE LINEA | 22,352.02 | 1,995.72 | +2R | |

Nota:
ok Poste sin retenida
+R Poste con retenida

| CONDUCTOR AAAC 70 mm² | | | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|-------|--|
| ANGULO | Momento total (kg-m) | Fuerza Punta kg | Poste | |
| 0.00 | 784.79 | 76.19 | ok | |
| 2.00 | 1,041.98 | 101.16 | ok | |
| 3.00 | 1,170.51 | 113.64 | ok | |
| 5.00 | 1,427.43 | 138.59 | ok | |
| 8.00 | 1,812.26 | 175.95 | ok | |
| 13.00 | 2,451.54 | 238.01 | +R | |
| 18.00 | 3,087.12 | 299.72 | +R | |
| 23.00 | 3,717.81 | 360.95 | +R | |
| 28.00 | 4,590.26 | 445.66 | +R | |
| 33.00 | 5,204.32 | 505.27 | +R | |
| 38.00 | 5,809.44 | 564.02 | +R | |
| 43.00 | 6,404.49 | 621.80 | +R | |
| 48.00 | 6,988.32 | 678.48 | +R | |
| 53.00 | 7,559.83 | 733.96 | +R | |
| 58.00 | 8,117.93 | 788.15 | +R | |
| 63.00 | 8,661.55 | 840.93 | +R | |
| 68.00 | 9,189.66 | 892.20 | +R | |
| 73.00 | 9,701.25 | 941.87 | +R | |
| 78.00 | 10,195.36 | 989.84 | +R | |
| 83.00 | 10,671.03 | 1,036.02 | +R | |
| 88.00 | 11,127.38 | 1,080.33 | +R | |
| FIN DE LINEA | 7,398.00 | 718.25 | +R | |

CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS- AAAC 70 mm2

| | |
|------------|---------------|
| V (Km/h) | 90 |
| k(sup cil) | 0.0042 |
| Pv= | $k \cdot V^2$ |
| Pv(kg/m²)= | 34.02 |
| Vano (reg) | 466.50 |

| Long.(m) | F(kg) | dp(m) | db(m) | | He(m) | Hpv(m) | de(m) | Apv(m2) | Z(m) | Hapc(m) |
|-----------------------|--------|-------|----------|-------|-----------|--------|-------|---------|------|---------|
| 12.00 | 300.00 | 0.16 | 0.330 | | 1.70 | 10.30 | 0.31 | 2.40 | 4.61 | 10.00 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Tmax(kg) | Vano | Dtotal(m) | | | | | |
| CONDUCTOR AAAC 70 mm2 | | | 494.39 | 520 m | 0.0105 | | | | | |

| | | | |
|-----------------|--------|--|--|
| H-altura de Cor | 12/300 | | |
| hc1 | 10.20 | | |
| hc2 | | | |
| hc3 | | | |

| | |
|-------------------|----------|
| Datos de retenida | |
| φ (mm) | 10.00 |
| TrR(Kg) | 4,897.04 |
| cs | 2.00 |
| Ang. Retenida | 28.00 |

RESUMEN DE CALCULO PARA ARMADOS MONOPOSTES

| CONDUCTOR AAAC 70 mm² | | | | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|
| ANGULO | Momento total (kg-m) | Fuerza Punta kg | Poste 12/300 | T(retenida) | Poste 12/300 |
| 0.00 | 2,076.22 | 203.55 | ok | 0.00 | ok |
| 2.00 | 2,251.98 | 220.78 | ok | 0.00 | ok |
| 3.00 | 2,339.65 | 229.38 | ok | 0.00 | ok |
| 5.00 | 2,514.53 | 246.52 | ok | 0.00 | ok |
| 8.00 | 2,775.61 | 272.12 | ok | 0.00 | ok |
| 13.00 | 3,207.01 | 314.41 | | 693.64 | +R |
| 15.00 | 3,378.11 | 331.19 | | 730.64 | +R |
| 20.00 | 3,801.74 | 372.72 | | 822.27 | +R |
| 25.00 | 4,218.85 | 413.61 | | 912.48 | +R |
| 30.00 | 4,628.65 | 453.79 | | 1,001.12 | +R |
| 35.00 | 5,030.35 | 493.17 | | 1,088.00 | +R |
| 40.00 | 5,423.19 | 531.69 | | 1,172.97 | +R |
| 45.00 | 5,806.42 | 569.26 | | 1,255.85 | +R |
| 50.00 | 6,179.32 | 605.82 | | 1,336.51 | +R |
| 55.00 | 6,541.18 | 641.29 | | 1,414.77 | +R |
| 60.00 | 6,891.29 | 675.62 | | 1,490.50 | +R |
| 65.00 | 7,229.01 | 708.73 | | 1,563.54 | +R |
| 70.00 | 7,553.68 | 740.56 | | 1,633.76 | +R |
| 75.00 | 7,864.70 | 771.05 | | 1,701.03 | +R |
| 80.00 | 8,161.45 | 800.14 | | 1,765.22 | +R |
| 85.00 | 8,443.39 | 827.78 | | 1,826.20 | +R |
| FIN DE LINEA | 5,189.77 | 508.80 | | 1,122.48 | +R |

Nota: ok Poste sin retenida
+R Poste con retenida

CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

| | |
|------------|---------|
| V (Km/h) | 104 |
| K(sup cil) | 0.0042 |
| Pv= k*V² | |
| Pv(kg/m²)= | 45.4272 |
| Vano (reg) | 65 |

| | | | | | | | | | | |
|----------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|---------|------|---------|---------|
| Long.(m) | F(kg) | dp(m) | db(m) | He(m) | Hpv(m) | de(m) | Apv(m2) | Z(m) | Fpv(kg) | Hapo(m) |
| 13.00 | 400.00 | 0.18 | 0.375 | 1.70 | 11.30 | 0.35 | 2.99 | 5.05 | 135.90 | 11.00 |
| 12.00 | 300.00 | 0.16 | 0.330 | 1.60 | 10.40 | 0.31 | 2.43 | 4.65 | 110.39 | 10.10 |

| | | | | |
|-----------------------|-------|-------|----------|-----------|
| | | | Tmax(kg) | Dtotal(m) |
| CONDUCTOR AAAC 70 mm2 | | | | |
| H-altura de Cor | 13.00 | 12.00 | 880.39 | 0.0105 |
| hc1 | 11.10 | 10.20 | | |
| hc2 | 10.30 | | | |
| hc3 | 9.50 | | | |

| | |
|-------------------|----------|
| Datos de retenida | |
| φ (mm) | 10.00 |
| TrR | 4.902.04 |
| cs | 2.00 |
| Ang. Retenida | 28.00 |

| | | | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--|--------------|
| CONDUCTOR AAAC 70 mm² | | | | |
| ANGULO | Momento total (kg-m) | Fuerza Punta kg | | Poste 13/400 |
| 0.00 | 1,643.95 | 146.78 | | ok |
| 2.00 | 2,593.35 | 231.55 | | ok |
| 3.00 | 3,067.86 | 273.92 | | ok |
| 5.00 | 4,016.28 | 358.60 | | ok |
| 8.00 | 5,436.93 | 485.44 | | +R |
| 13.00 | 7,796.96 | 696.16 | | +R |
| 18.00 | 10,143.46 | 905.67 | | +R |
| 23.00 | 12,471.95 | 1,113.57 | | +R |
| 30.00 | 15,693.16 | 1,401.18 | | +2R |
| 35.00 | 17,960.45 | 1,603.61 | | +2R |
| 40.00 | 20,194.85 | 1,803.11 | | +2R |
| 45.00 | 22,392.11 | 1,999.30 | | +2R |
| 50.00 | 24,548.06 | 2,191.79 | | +2R |
| 55.00 | 26,658.58 | 2,380.23 | | +2R |
| 60.00 | 28,719.66 | 2,564.26 | | +2R |
| 65.00 | 30,727.38 | 2,743.52 | | +2R |
| 70.00 | 32,677.91 | 2,917.67 | | +2R |
| 75.00 | 34,567.54 | 3,086.39 | | +2R |
| 80.00 | 36,392.68 | 3,249.35 | | +2R |
| 85.00 | 38,149.85 | 3,406.24 | | +2R |
| 90.00 | 39,835.70 | 3,556.76 | | +2R |
| FIN DE LINEA | 37,228.99 | 2,431.16 | | +2R |

Nota:
ok Poste sin retenida
+R Poste con retenida

| | | | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|-----|--------------|
| CONDUCTOR AAAC 70 mm² | | | | |
| ANGULO | Momento total (kg-m) | Fuerza Punta kg | | Poste 12/300 |
| 0.00 | 829.97 | 80.58 | ok | |
| 2.00 | 1,143.36 | 111.01 | ok | |
| 3.00 | 1,299.99 | 126.21 | ok | |
| 5.00 | 1,613.07 | 156.61 | ok | |
| 8.00 | 2,082.02 | 202.14 | +R | |
| 13.00 | 2,861.06 | 277.77 | +R | |
| 18.00 | 3,635.63 | 352.97 | +R | |
| 23.00 | 4,404.26 | 427.60 | +R | |
| 28.00 | 5,467.57 | 530.83 | +R | |
| 33.00 | 6,215.99 | 603.49 | +R | |
| 38.00 | 6,953.56 | 675.10 | +R | |
| 43.00 | 7,678.87 | 745.52 | +R | |
| 48.00 | 8,390.54 | 814.62 | +R | |
| 53.00 | 9,087.22 | 882.25 | +R | |
| 58.00 | 9,767.58 | 948.31 | +R | |
| 63.00 | 10,430.32 | 1,012.65 | +R | |
| 68.00 | 11,074.19 | 1,075.16 | +R | |
| 73.00 | 11,697.95 | 1,135.72 | +2R | |
| 78.00 | 12,300.42 | 1,194.22 | +2R | |
| 83.00 | 12,880.46 | 1,250.53 | +2R | |
| 88.00 | 13,436.95 | 1,304.56 | +2R | |
| FIN DE LINEA | 9,005.08 | 874.28 | +R | |

| CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|---------------|----------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|
| PROYECTO : | "RENOVACION DE RED PRIMARIA; EN EL(LA) ALIMENTADOR TA-05 DE LA SET TAMBURCO, EN LOS DISTRITOS DE TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y EN EL DISTRITO DE HUANIPACA, PROVINCIA ABANCAY, DEPARTAMENTO APURIMAC" | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOCALIDAD : | VARIOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISTRITO : | TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y HUANIPACA. | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROVINCIA : | ABANCAY | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO : | APURIMAC | | | | | | | | | | | | | | | |
| CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDUCTOR : | AAAC-35 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Seccion | Diam. Exter | Nro. de Hilos | Peso Unit. | Tiro de Rot | M.E. Final | Coef. Dilatación | | | | | | | | | | |
| (mm ²) | (mm) | | (N/m) | (N) | (N/mm ²) | (1/°C) | | | | | | | | | | |
| 35 | 7.5 | 7 | 0.92 | 10885.4 | 63252.9 | 0.000023 | | | | | | | | | | |
| HIPOTESIS DE CALCULO : | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | Hip. 1 | Hip. 2 | Hip. 3 | Hip. 4 | Hip. 5 | | | | | | | | | | | |
| NOMBRE | Mayor Duracion | Temp. Minima | Velocidad del Viento | Maximo Temperatura | Maxima Carga de Hielo | | | | | | | | | | | |
| %TIRO | 18 | 60 | 60 | 60 | 60 | | | | | | | | | | | |
| Temperatura (°C) | 10 | -5 | 10 | 50 | -5 | | | | | | | | | | | |
| V.Viento(km/h) | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | |
| M.Hielo(mm) | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | | | | | | | | | | | |
| Vano | Desnivel | Hip. 1 | | Hip. 2 | | Hip. 3 | | Hip. 4 | | Hip. 5 | | | | | | |
| (m) | (m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flecha(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flecha(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flecha(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flecha(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flecha(m) |
| 20 | 0.2 | 1959.37 | 1959.58 | 0.02 | 2617.6 | 2617.84 | 0.02 | 2022.78 | 2023.4 | 0.07 | 378.36 | 378.58 | 0.12 | 2628.91 | 2629.29 | 0.03 |
| 30 | 0.3 | 1959.37 | 1959.65 | 0.05 | 2613.74 | 2614.05 | 0.04 | 2091.76 | 2092.8 | 0.16 | 463.82 | 464.18 | 0.22 | 2638.9 | 2639.45 | 0.08 |
| 40 | 0.4 | 1959.37 | 1959.74 | 0.09 | 2608.39 | 2608.77 | 0.07 | 2174.94 | 2176.48 | 0.28 | 539.96 | 540.48 | 0.34 | 2652.43 | 2653.18 | 0.14 |
| 50 | 0.5 | 1959.37 | 1959.83 | 0.15 | 2601.58 | 2602.05 | 0.11 | 2266.15 | 2268.26 | 0.41 | 609.03 | 609.73 | 0.47 | 2669.11 | 2670.09 | 0.21 |
| 60 | 0.6 | 1959.37 | 1959.94 | 0.21 | 2593.4 | 2593.95 | 0.16 | 2361.25 | 2363.99 | 0.57 | 672.46 | 673.34 | 0.62 | 2688.49 | 2689.72 | 0.3 |
| 70 | 0.7 | 1959.37 | 1960.05 | 0.29 | 2583.9 | 2584.55 | 0.22 | 2457.65 | 2461.07 | 0.75 | 731.19 | 732.27 | 0.77 | 2710.12 | 2711.64 | 0.41 |
| 80 | 0.8 | 1959.37 | 1960.18 | 0.38 | 2573.17 | 2573.94 | 0.29 | 2553.77 | 2557.92 | 0.94 | 785.91 | 787.18 | 0.94 | 2733.57 | 2735.4 | 0.53 |
| 90 | 0.9 | 1959.37 | 1960.32 | 0.48 | 2561.32 | 2562.2 | 0.36 | 2648.65 | 2653.59 | 1.15 | 837.11 | 838.59 | 1.12 | 2758.42 | 2760.59 | 0.67 |
| 100 | 1 | 1959.37 | 1960.47 | 0.59 | 2548.44 | 2549.44 | 0.45 | 2741.74 | 2747.49 | 1.37 | 885.19 | 886.89 | 1.3 | 2784.3 | 2786.83 | 0.82 |
| 110 | 1.1 | 1959.37 | 1960.63 | 0.71 | 2534.64 | 2535.78 | 0.55 | 2832.7 | 2839.32 | 1.6 | 930.46 | 932.39 | 1.5 | 2810.9 | 2813.82 | 0.98 |
| 120 | 1.2 | 1959.37 | 1960.8 | 0.85 | 2520.05 | 2521.33 | 0.66 | 2921.36 | 2928.88 | 1.85 | 973.17 | 975.35 | 1.71 | 2837.93 | 2841.26 | 1.15 |
| 130 | 1.3 | 1959.37 | 1960.98 | 0.99 | 2504.78 | 2506.22 | 0.78 | 3007.64 | 3016.09 | 2.11 | 1013.55 | 1015.98 | 1.92 | 2865.16 | 2868.93 | 1.34 |
| 140 | 1.4 | 1959.37 | 1961.17 | 1.15 | 2488.96 | 2490.57 | 0.91 | 3091.51 | 3100.92 | 2.38 | 1051.78 | 1054.46 | 2.15 | 2892.41 | 2896.62 | 1.54 |
| 150 | 1.5 | 1959.37 | 1961.38 | 1.32 | 2472.72 | 2474.5 | 1.05 | 3172.97 | 3183.39 | 2.66 | 1088.02 | 1090.96 | 2.38 | 2919.5 | 2924.19 | 1.75 |
| 160 | 1.6 | 1959.37 | 1961.59 | 1.51 | 2456.18 | 2458.14 | 1.2 | 3252.08 | 3263.53 | 2.96 | 1122.4 | 1125.62 | 2.63 | 2946.3 | 2951.5 | 1.97 |
| 170 | 1.7 | 1959.37 | 1961.82 | 1.7 | 2439.44 | 2441.61 | 1.37 | 3328.86 | 3341.39 | 3.26 | 1155.05 | 1158.55 | 2.88 | 2972.73 | 2978.44 | 2.21 |
| 180 | 1.8 | 1959.37 | 1962.05 | 1.91 | 2422.64 | 2425.01 | 1.54 | 3403.4 | 3417.02 | 3.58 | 1186.09 | 1189.88 | 3.15 | 2998.68 | 3004.93 | 2.46 |
| 190 | 1.9 | 1959.37 | 1962.3 | 2.12 | 2405.86 | 2408.45 | 1.73 | 3475.73 | 3490.49 | 3.9 | 1215.61 | 1219.7 | 3.42 | 3024.11 | 3030.92 | 2.71 |
| 200 | 2 | 1959.37 | 1962.56 | 2.35 | 2389.21 | 2392.03 | 1.93 | 3545.94 | 3561.86 | 4.24 | 1243.7 | 1248.11 | 3.71 | 3048.95 | 3056.34 | 2.98 |
| 210 | 2.1 | 1959.37 | 1962.83 | 2.59 | 2372.78 | 2375.84 | 2.14 | 3614.09 | 3631.2 | 4.59 | 1270.46 | 1275.18 | 4 | 3073.18 | 3081.17 | 3.26 |
| 220 | 2.2 | 1959.37 | 1963.11 | 2.85 | 2356.63 | 2359.94 | 2.37 | 3680.24 | 3698.58 | 4.94 | 1295.96 | 1301 | 4.31 | 3096.77 | 3105.38 | 3.55 |
| 230 | 2.3 | 1959.37 | 1963.4 | 3.11 | 2340.83 | 2344.41 | 2.6 | 3744.46 | 3764.06 | 5.31 | 1320.26 | 1325.64 | 4.62 | 3119.71 | 3128.96 | 3.85 |
| 240 | 2.4 | 1959.37 | 1963.7 | 3.39 | 2325.44 | 2329.3 | 2.85 | 3806.81 | 3827.7 | 5.69 | 1343.44 | 1349.17 | 4.94 | 3141.98 | 3151.89 | 4.17 |
| 250 | 2.5 | 1959.37 | 1964.01 | 3.68 | 2310.5 | 2314.65 | 3.12 | 3867.36 | 3889.56 | 6.07 | 1365.55 | 1371.64 | 5.28 | 3163.58 | 3174.17 | 4.49 |
| 260 | 2.6 | 1959.37 | 1964.33 | 3.98 | 2296.05 | 2300.49 | 3.39 | 3926.16 | 3949.7 | 6.47 | 1386.66 | 1393.11 | 5.62 | 3184.52 | 3195.81 | 4.83 |
| 270 | 2.7 | 1959.37 | 1964.66 | 4.29 | 2282.1 | 2286.86 | 3.68 | 3983.27 | 4008.19 | 6.88 | 1406.81 | 1413.64 | 5.98 | 3204.79 | 3216.81 | 5.17 |
| 280 | 2.8 | 1959.37 | 1965.01 | 4.61 | 2268.68 | 2273.76 | 3.98 | 4038.74 | 4065.07 | 7.3 | 1426.06 | 1433.27 | 6.34 | 3224.41 | 3237.17 | 5.53 |
| 290 | 2.9 | 1959.37 | 1965.36 | 4.95 | 2255.8 | 2261.21 | 4.3 | 4092.63 | 4120.41 | 7.73 | 1444.46 | 1452.06 | 6.71 | 3243.39 | 3256.91 | 5.89 |
| 300 | 3 | 1959.37 | 1965.73 | 5.3 | 2243.45 | 2249.21 | 4.62 | 4145 | 4174.24 | 8.16 | 1462.05 | 1470.05 | 7.1 | 3261.74 | 3276.03 | 6.27 |
| 310 | 3.1 | 1959.37 | 1966.11 | 5.65 | 2231.64 | 2237.75 | 4.96 | 4195.89 | 4226.62 | 8.61 | 1478.86 | 1487.27 | 7.49 | 3279.48 | 3294.57 | 6.66 |
| 320 | 3.2 | 1959.37 | 1966.5 | 6.03 | 2220.35 | 2226.84 | 5.32 | 4245.34 | 4277.61 | 9.07 | 1494.95 | 1503.78 | 7.9 | 3296.61 | 3312.52 | 7.06 |
| 330 | 3.3 | 1959.37 | 1966.89 | 6.41 | 2209.59 | 2216.46 | 5.68 | 4293.41 | 4327.24 | 9.54 | 1510.34 | 1519.6 | 8.32 | 3313.16 | 3329.91 | 7.47 |
| 340 | 3.4 | 1959.37 | 1967.3 | 6.8 | 2199.33 | 2206.59 | 6.06 | 4340.14 | 4375.56 | 10.02 | 1525.07 | 1534.78 | 8.74 | 3329.14 | 3346.75 | 7.9 |
| 350 | 3.5 | 1959.37 | 1967.72 | 7.21 | 2189.56 | 2197.22 | 6.45 | 4385.57 | 4422.61 | 10.5 | 1539.18 | 1549.33 | 9.18 | 3344.57 | 3363.05 | 8.33 |
| 360 | 3.6 | 1959.37 | 1968.16 | 7.63 | 2180.26 | 2188.34 | 6.85 | 4429.75 | 4468.43 | 11 | 1552.69 | 1563.3 | 9.63 | 3359.46 | 3378.85 | 8.77 |
| 370 | 3.7 | 1959.37 | 1968.6 | 8.06 | 2171.41 | 2179.92 | 7.27 | 4472.7 | 4513.07 | 11.51 | 1565.64 | 1576.72 | 10.09 | 3373.84 | 3394.15 | 9.23 |
| 380 | 3.8 | 1959.37 | 1969.05 | 8.5 | 2163 | 2171.95 | 7.7 | 4514.48 | 4556.56 | 12.03 | 1578.05 | 1589.61 | 10.56 | 3387.72 | 3408.97 | 9.69 |
| 390 | 3.9 | 1959.37 | 1969.52 | 8.95 | 2155 | 2164.41 | 8.14 | 4555.12 | 4598.93 | 12.56 | 1589.94 | 1601.99 | 11.04 | 3401.12 | 3423.32 | 10.17 |
| 400 | 4 | 1959.37 | 1969.99 | 9.42 | 2147.4 | 2157.27 | 8.59 | 4594.65 | 4640.24 | 13.1 | 1601.35 | 1613.9 | 11.53 | 3414.05 | 3437.23 | 10.66 |
| 410 | 4.1 | 1959.37 | 1970.48 | 9.89 | 2140.17 | 2150.52 | 9.06 | 4633.1 | 4680.5 | 13.65 | 1612.29 | 1625.35 | 12.03 | 3426.53 | 3450.71 | 11.16 |
| 420 | 4.2 | 1959.37 | 1970.97 | 10.38 | 2133.3 | 2144.14 | 9.54 | 4670.52 | 4719.75 | 14.21 | 1622.8 | 1636.37 | 12.54 | 3438.58 | 3463.78 | 11.67 |
| 430 | 4.3 | 1959.37 | 1971.48 | 10.88 | 2126.78 | 2138.11 | 10.03 | 4706.93 | 4758.02 | 14.78 | 1632.88 | 1646.99 | 13.06 | 3450.21 | 3476.45 | 12.19 |
| 440 | 4.4 | 1959.37 | 1972 | 11.4 | 2120.57 | 2132.41 | 10.53 | 4742.37 | 4795.36 | 15.36 | 1642.56 | 1657.21 | 13.6 | 3461.44 | 3488.73 | 12.72 |
| 450 | 4.5 | 1959.37 | 1972.53 | 11.92 | 2114.67 | 2127.03 | 11.04 | 4776.86 | 4831.77 | 15.95 | 1651.86 | 1667.06 | 14.14 | 3472.28 | 3500.65 | 13.27 |
| 460 | 4.6 | 1959.37 | 1973.07 | 12.46 | 2109.05 | 2121.94 | 11.57 | 4810.43 | 4867.3 | 16.55 | 1660.8 | 1676.55 | 14.7 | 3482.74 | 3512.22 | 13.82 |
| 470 | 4.7 | 1959.37 | 1973.62 | 13 | 2103.71 | 2117.14 | 12.11 | 4843.11 | 4901.97 | 17.16 | 1669.38 | 1685.71 | 15.27 | 3492.85 | 3523.45 | 14.39 |
| 480 | 4.8 | 1959.37 | 1974.18 | 13.56 | 2098.62 | 2112.61 | 12.66 | 4874.93 | 4935.81 | 17.78 | 1677.64 | 1694.55 | 15.85 | 3502.61 | 3534.35 | 14.97 |
| 490 | 4.9 | 1959.37 | 1974.76 | 14.14 | 2093.78 | 2108.34 | 13.23 | 4905.91 | 4968.85 | 18.42 | 1685.58 | 1703.08 | 16.44 | 3512.04 | 3544.94 | 15.55 |
| 500 | 5 | 1959.37 | 1975.34 | 14.72 | 2089.17 | 2104.3 | 13.8 | 4936.08 | 5001.1 | 19.06 | 1693.22 | 1711.32 | 17.04 | 3521.15 | 3555.23 | 16.15 |

| CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------|--|----------------------|--------------------|-----------------------|------------|------------------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|
| PROYECTO : | | "RENOVACION DE RED PRIMARIA; EN EL(LA) ALIMENTADOR TA-05 DE LA SET TAMBURCO, EN LOS DISTRITOS DE TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y EN EL DISTRITO DE HUANIPACA, PROVINCIA ABANCAY, DEPARTAMENTO APURIMAC" | | | | | | | | | | | | | | |
| LOCALIDAD : | | VARIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| DISTRITO : | | TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y HUANIPACA. | | | | | | | | | | | | | | |
| PROVINCIA : | | ABANCAY | | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO : | | APURIMAC | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDUCTOR : | | AAAC-50 | | | | | | | | | | | | | | |
| Seccion | | Diam. Exterior | Nro. de Hilos | Peso Unit.) | Tiro de Rot. | M.E. Final | Coef. Dilatación | | | | | | | | | |
| (mm2) | | (mm) | | (N/m) | (N) | (N/mm2) | (1/°C) | | | | | | | | | |
| 48.35 | | 9 | 19 | 1.3 | 14837.5 | 62272.2 | 0.000023 | | | | | | | | | |
| HIPOTESIS DE CALCULO : | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | | Hip. 1 | Hip. 2 | Hip. 3 | Hip. 4 | Hip. 5 | | | | | | | | | | |
| Cond. de Mayor Duracion | | Temp. Minima | Velocidad del Viento | Maximo Temperatura | Maxima Carga de Hielo | | | | | | | | | | | |
| NOMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| %TIRO | | 18 | 60 | 60 | 60 | 60 | | | | | | | | | | |
| Temperatura (°C) | | 10 | -5 | 10 | 50 | -5 | | | | | | | | | | |
| V.Viento(km/h) | | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| M.Hielo(mm) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | | | | | | | | | | |
| Vano | Desnivel | Hip. 1 | | | Hip. 2 | | | Hip. 3 | | | Hip. 4 | | | Hip. 5 | | |
| (m) | (m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flecha(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flecha(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flecha(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flecha(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flecha(m) |
| 20 | 0.2 | 2670.74 | 2671.04 | 0.02 | 3581.71 | 3582.05 | 0.02 | 2739.61 | 2740.36 | 0.07 | 508.95 | 509.27 | 0.13 | 3594.4 | 3594.89 | 0.03 |
| 30 | 0.3 | 2670.74 | 2671.14 | 0.05 | 3575.9 | 3576.33 | 0.04 | 2816.12 | 2817.35 | 0.15 | 630.78 | 631.31 | 0.23 | 3604.18 | 3604.88 | 0.07 |
| 40 | 0.4 | 2670.74 | 2671.26 | 0.1 | 3567.84 | 3568.38 | 0.07 | 2910.1 | 2911.9 | 0.25 | 738.57 | 739.33 | 0.35 | 3617.48 | 3618.42 | 0.13 |
| 50 | 0.5 | 2670.74 | 2671.4 | 0.15 | 3557.62 | 3558.28 | 0.11 | 3014.73 | 3017.19 | 0.38 | 835.99 | 836.99 | 0.49 | 3633.93 | 3635.16 | 0.2 |
| 60 | 0.6 | 2670.74 | 2671.55 | 0.22 | 3545.33 | 3546.12 | 0.17 | 3125.12 | 3128.32 | 0.53 | 925.2 | 926.47 | 0.63 | 3653.13 | 3654.68 | 0.29 |
| 70 | 0.7 | 2670.74 | 2671.72 | 0.3 | 3531.1 | 3532.03 | 0.23 | 3237.99 | 3241.98 | 0.69 | 1007.64 | 1009.18 | 0.79 | 3674.66 | 3676.56 | 0.39 |
| 80 | 0.8 | 2670.74 | 2671.91 | 0.39 | 3515.05 | 3516.14 | 0.3 | 3351.21 | 3356.06 | 0.88 | 1084.28 | 1086.11 | 0.96 | 3698.09 | 3700.37 | 0.5 |
| 90 | 0.9 | 2670.74 | 2672.11 | 0.49 | 3497.36 | 3498.61 | 0.38 | 3463.44 | 3469.2 | 1.07 | 1155.88 | 1158.01 | 1.14 | 3723.01 | 3725.72 | 0.63 |
| 100 | 1 | 2670.74 | 2672.32 | 0.61 | 3478.17 | 3479.61 | 0.47 | 3573.82 | 3580.55 | 1.28 | 1222.99 | 1225.44 | 1.33 | 3749.07 | 3752.23 | 0.78 |
| 110 | 1.1 | 2670.74 | 2672.56 | 0.74 | 3457.68 | 3459.32 | 0.57 | 3681.84 | 3689.58 | 1.51 | 1286.08 | 1288.86 | 1.53 | 3775.92 | 3779.56 | 0.93 |
| 120 | 1.2 | 2670.74 | 2672.81 | 0.88 | 3436.08 | 3437.92 | 0.68 | 3787.19 | 3795.99 | 1.75 | 1345.52 | 1348.64 | 1.75 | 3803.27 | 3807.42 | 1.1 |
| 130 | 1.3 | 2670.74 | 2673.07 | 1.03 | 3413.55 | 3415.62 | 0.81 | 3889.69 | 3899.59 | 1.99 | 1401.61 | 1405.09 | 1.97 | 3830.87 | 3835.56 | 1.28 |
| 140 | 1.4 | 2670.74 | 2673.35 | 1.2 | 3390.29 | 3392.6 | 0.94 | 3989.26 | 4000.31 | 2.26 | 1454.62 | 1458.48 | 2.2 | 3858.5 | 3863.77 | 1.48 |
| 150 | 1.5 | 2670.74 | 2673.65 | 1.37 | 3366.5 | 3369.07 | 1.09 | 4085.88 | 4098.12 | 2.53 | 1504.8 | 1509.03 | 2.44 | 3885.99 | 3891.85 | 1.69 |
| 160 | 1.6 | 2670.74 | 2673.96 | 1.56 | 3342.37 | 3345.21 | 1.25 | 4179.56 | 4193.03 | 2.81 | 1552.32 | 1556.95 | 2.69 | 3913.19 | 3919.68 | 1.9 |
| 170 | 1.7 | 2670.74 | 2674.29 | 1.76 | 3318.07 | 3321.2 | 1.42 | 4270.34 | 4285.08 | 3.11 | 1597.39 | 1602.43 | 2.95 | 3939.98 | 3947.13 | 2.14 |
| 180 | 1.8 | 2670.74 | 2674.63 | 1.98 | 3293.77 | 3297.2 | 1.6 | 4358.28 | 4374.33 | 3.41 | 1640.16 | 1645.62 | 3.22 | 3966.27 | 3974.1 | 2.38 |
| 190 | 1.9 | 2670.74 | 2674.99 | 2.2 | 3269.64 | 3273.39 | 1.8 | 4443.45 | 4460.85 | 3.73 | 1680.77 | 1686.67 | 3.5 | 3991.99 | 4000.53 | 2.63 |
| 200 | 2 | 2670.74 | 2675.37 | 2.44 | 3245.8 | 3249.88 | 2.01 | 4525.92 | 4544.71 | 4.06 | 1719.37 | 1725.71 | 3.79 | 4017.07 | 4026.35 | 2.9 |
| 210 | 2.1 | 2670.74 | 2675.76 | 2.69 | 3222.38 | 3226.82 | 2.23 | 4605.77 | 4626 | 4.4 | 1756.06 | 1762.86 | 4.1 | 4041.49 | 4051.53 | 3.18 |
| 220 | 2.2 | 2670.74 | 2676.17 | 2.96 | 3199.48 | 3204.29 | 2.47 | 4683.09 | 4704.78 | 4.75 | 1790.97 | 1798.24 | 4.41 | 4065.2 | 4076.03 | 3.47 |
| 230 | 2.3 | 2670.74 | 2676.59 | 3.23 | 3177.2 | 3182.4 | 2.72 | 4757.95 | 4781.15 | 5.11 | 1824.19 | 1831.96 | 4.73 | 4088.19 | 4099.85 | 3.77 |
| 240 | 2.4 | 2670.74 | 2677.03 | 3.52 | 3155.59 | 3161.2 | 2.98 | 4830.43 | 4855.18 | 5.48 | 1855.83 | 1864.09 | 5.06 | 4110.46 | 4122.95 | 4.08 |
| 250 | 2.5 | 2670.74 | 2677.48 | 3.82 | 3134.72 | 3140.75 | 3.25 | 4900.61 | 4926.95 | 5.86 | 1885.97 | 1894.75 | 5.41 | 4131.99 | 4145.36 | 4.4 |
| 260 | 2.6 | 2670.74 | 2677.96 | 4.13 | 3114.62 | 3121.09 | 3.54 | 4968.58 | 4996.53 | 6.25 | 1914.7 | 1924 | 5.76 | 4152.79 | 4167.06 | 4.74 |
| 270 | 2.7 | 2670.74 | 2678.44 | 4.45 | 3095.33 | 3102.25 | 3.84 | 5034.39 | 5064.01 | 6.65 | 1942.08 | 1951.93 | 6.12 | 4172.87 | 4188.06 | 5.09 |
| 280 | 2.8 | 2670.74 | 2678.95 | 4.79 | 3076.84 | 3084.24 | 4.16 | 5098.14 | 5129.46 | 7.06 | 1968.21 | 1978.61 | 6.5 | 4192.24 | 4208.38 | 5.45 |
| 290 | 2.9 | 2670.74 | 2679.47 | 5.14 | 3059.16 | 3067.05 | 4.48 | 5159.88 | 5192.94 | 7.49 | 1993.13 | 2004.1 | 6.88 | 4210.9 | 4228.03 | 5.82 |
| 300 | 3 | 2670.74 | 2680 | 5.5 | 3042.29 | 3050.69 | 4.82 | 5219.69 | 5254.53 | 7.92 | 2016.92 | 2028.48 | 7.28 | 4228.89 | 4247.02 | 6.2 |
| 310 | 3.1 | 2670.74 | 2680.55 | 5.87 | 3026.22 | 3035.15 | 5.18 | 5277.63 | 5314.29 | 8.36 | 2039.64 | 2051.79 | 7.69 | 4246.21 | 4265.37 | 6.59 |
| 320 | 3.2 | 2670.74 | 2681.12 | 6.25 | 3010.93 | 3020.4 | 5.55 | 5333.77 | 5372.29 | 8.82 | 2061.34 | 2074.1 | 8.11 | 4262.88 | 4283.11 | 7 |
| 330 | 3.3 | 2670.74 | 2681.7 | 6.65 | 2996.39 | 3006.42 | 5.93 | 5388.17 | 5428.58 | 9.28 | 2082.08 | 2095.47 | 8.54 | 4278.93 | 4300.24 | 7.41 |
| 340 | 3.4 | 2670.74 | 2682.3 | 7.06 | 2982.58 | 2993.19 | 6.32 | 5440.89 | 5483.23 | 9.76 | 2101.9 | 2115.93 | 8.98 | 4294.37 | 4316.79 | 7.84 |
| 350 | 3.5 | 2670.74 | 2682.92 | 7.48 | 2969.46 | 2980.67 | 6.73 | 5491.98 | 5536.3 | 10.25 | 2120.86 | 2135.54 | 9.43 | 4309.22 | 4332.79 | 8.28 |
| 360 | 3.6 | 2670.74 | 2683.55 | 7.92 | 2957.02 | 2968.84 | 7.15 | 5541.51 | 5587.84 | 10.75 | 2138.99 | 2154.34 | 9.89 | 4323.51 | 4348.24 | 8.73 |
| 370 | 3.7 | 2670.74 | 2684.2 | 8.36 | 2945.22 | 2957.67 | 7.58 | 5589.53 | 5637.91 | 11.25 | 2156.34 | 2172.37 | 10.36 | 4337.25 | 4363.18 | 9.19 |
| 380 | 3.8 | 2670.74 | 2684.86 | 8.82 | 2934.03 | 2947.13 | 8.03 | 5636.08 | 5686.55 | 11.77 | 2172.94 | 2189.68 | 10.85 | 4350.47 | 4377.62 | 9.67 |
| 390 | 3.9 | 2670.74 | 2685.54 | 9.29 | 2923.42 | 2937.18 | 8.49 | 5681.22 | 5733.82 | 12.3 | 2188.85 | 2206.29 | 11.34 | 4363.18 | 4391.58 | 10.15 |
| 400 | 4 | 2670.74 | 2686.23 | 9.78 | 2913.36 | 2927.8 | 8.96 | 5724.99 | 5779.77 | 12.84 | 2204.08 | 2222.25 | 11.85 | 4375.41 | 4405.08 | 10.65 |
| 410 | 4.1 | 2670.74 | 2686.95 | 10.27 | 2903.82 | 2918.96 | 9.45 | 5767.45 | 5824.43 | 13.39 | 2218.68 | 2237.59 | 12.37 | 4387.17 | 4418.14 | 11.16 |
| 420 | 4.2 | 2670.74 | 2687.67 | 10.78 | 2894.77 | 2910.62 | 9.94 | 5808.63 | 5867.87 | 13.96 | 2232.67 | 2252.34 | 12.9 | 4398.48 | 4430.79 | 11.68 |
| 430 | 4.3 | 2670.74 | 2688.42 | 11.3 | 2886.18 | 2902.76 | 10.45 | 5848.59 | 5910.11 | 14.53 | 2246.09 | 2266.53 | 13.44 | 4409.36 | 4443.03 | 12.22 |
| 440 | 4.4 | 2670.74 | 2689.18 | 11.83 | 2878.03 | 2895.36 | 10.98 | 5887.35 | 5951.21 | 15.11 | 2258.96 | 2280.19 | 13.99 | 4419.83 | 4454.88 | 12.76 |
| 450 | 4.5 | 2670.74 | 2689.95 | 12.37 | 2870.3 | 2888.39 | 11.51 | 5924.97 | 5991.19 | 15.71 | 2271.3 | 2293.34 | 14.56 | 4429.91 | 4466.37 | 13.32 |
| 460 | 4.6 | 2670.74 | 2690.74 | 12.93 | 2862.95 | 2881.82 | 12.06 | 5961.48 | 6030.11 | 16.32 | 2283.16 | 2306.01 | 15.13 | 4439.6 | 4477.51 | 13.89 |
| 470 | 4.7 | 2670.74 | 2691.55 | 13.5 | 2855.97 | 2875.64 | 12.62 | 5996.91 | 6068 | 16.93 | 2294.54 | 2318.22 | 15.72 | 4448.94 | 4488.31 | 14.47 |
| 480 | 4.8 | 2670.74 | 2692.37 | 14.08 | 2849.33 | 2869.82 | 13.2 | 6031.31 | 6104.89 | 17.56 | 2305.47 | 2330 | 16.32 | 4457.93 | 4498.8 | 15.06 |
| 490 | 4.9 | 2670.74 | 2693.21 | 14.68 | 2843.02 | 2864.34 | 13.78 | 6064.71 | 6140.82 | 18.2 | 2315.97 | 2341.36 | 16.93 | 4466.58 | 4508.97 | 15.67 |
| 500 | 5 | 2670.74 | 2694.07 | 15.28 | 2837.02 | 2859.18 | 14.38 | 6097.13 | 6175.82 | 18.85 | 2326.07 | 2352.33 | 17.55 | 4474.91 | 4518.86 | 16.28 |
| 510 | 5.1 | 2670.74 | 2694.94 | 15.9 | 2831.31 | 2854.33 | 15 | 6128.62 | 6209.93 | 19.51 | 2335.77 | 2362.93 | 18.19 | 4482.94 | 4528.47 | 16.91 |
| 520 | 5.2 | 2670.74 | 2695.83 | 16.53 | 2825.87 | 2849.77 | 15.62 | 6159.21 | 6243.17 | 20.19 | 2345.11 | 2373.18 | 18.83 | 4490.68 | 4537.81 | 17.55 |
| 530 | 5.3 | 2670.74 | 2696.73 | 17.17 | 2820.68 | 2845.49 | 16.26 | 616 | | | | | | | | |

| CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------|---|---------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|------------------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
| PROYECTO : | | "RENOVACION DE RED PRIMARIA; EN EL(LA) ALIMENTADOR TA-05 DE LA SET TAMBURCO, EN LOS DISTRITOS DE TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y EN EL DISTRITO DE HUANIPACA, PROVINCIA ABANCAY, DEPARTAMENTO APURIMAC | | | | | | | | | | | | | | |
| LOCALIDAD : | | VARIOS | | | | | | | | | | | | | | |
| DISTRITO : | | TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y HUANIPACA. | | | | | | | | | | | | | | |
| PROVINCIA : | | ABANCAY | | | | | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO : | | APURIMAC | | | | | | | | | | | | | | |
| CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDUCTOR : | | AAAC-35 | | | | | | | | | | | | | | |
| Seccion | | Diam. Exteric | Nro. de Hilos | Peso Unit. | Tiro de Rot. | M.E. Final | Coef. Dilatación | | | | | | | | | |
| (mm2) | | (mm) | | (N/m) | (N) | (N/mm2) | (1/°C) | | | | | | | | | |
| 70 | | 10.5 | 19 | 1.78 | 20201.7 | 58839.9 | 0.000023 | | | | | | | | | |
| HIPOTESIS DE CALCULO : | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | | Hip. 1 | Hip. 2 | Hip. 3 | Hip. 4 | Hip. 5 | | | | | | | | | | |
| NOMBRE | | Cond. de Mayor Duracion | Temp. Minima | Maxima Velocidad del Viento | Maximo Temperatura | Maxima Carga de Hielo | | | | | | | | | | |
| %TIRO | | 18 | 60 | 60 | 60 | 60 | | | | | | | | | | |
| Temperatura (°C) | | 10 | -5 | 10 | 50 | -5 | | | | | | | | | | |
| V.Viento(km/h) | | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | | | | | | | | | | |
| M.Hielo(mm) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | | | | | | | | | | |
| Vano | Desnivel | Hip. 1 | | | Hip. 2 | | | Hip. 3 | | | Hip. 4 | | | Hip. 5 | | |
| (m) | (m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flexa(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flexa(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flexa(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flexa(m) | TiroH(N) | TMax(N) | Flexa(m) |
| 20 | 0.2 | 3636.31 | 3636.71 | 0.02 | 4966.91 | 4967.37 | 0.02 | 3710.9 | 3711.78 | 0.06 | 606.71 | 607.17 | 0.15 | 4980.97 | 4981.59 | 0.03 |
| 30 | 0.3 | 3636.31 | 3636.85 | 0.05 | 4958.04 | 4958.63 | 0.04 | 3795.25 | 3796.66 | 0.13 | 782.5 | 783.26 | 0.26 | 4989.44 | 4990.32 | 0.07 |
| 40 | 0.4 | 3636.31 | 3637.02 | 0.1 | 4945.76 | 4946.49 | 0.07 | 3900.54 | 3902.6 | 0.22 | 936.33 | 937.4 | 0.38 | 5000.99 | 5002.17 | 0.12 |
| 50 | 0.5 | 3636.31 | 3637.2 | 0.15 | 4930.17 | 4931.06 | 0.11 | 4019.49 | 4022.28 | 0.34 | 1074.64 | 1076.05 | 0.52 | 5015.36 | 5016.87 | 0.18 |
| 60 | 0.6 | 3636.31 | 3637.41 | 0.22 | 4911.44 | 4912.51 | 0.16 | 4146.47 | 4150.07 | 0.48 | 1200.94 | 1202.71 | 0.67 | 5032.21 | 5034.1 | 0.26 |
| 70 | 0.7 | 3636.31 | 3637.64 | 0.3 | 4889.75 | 4891.01 | 0.22 | 4277.45 | 4281.94 | 0.63 | 1317.42 | 1319.57 | 0.83 | 5051.2 | 5053.51 | 0.35 |
| 80 | 0.8 | 3636.31 | 3637.89 | 0.39 | 4865.32 | 4866.79 | 0.29 | 4409.69 | 4415.14 | 0.79 | 1425.58 | 1428.13 | 1 | 5071.98 | 5074.75 | 0.46 |
| 90 | 0.9 | 3636.31 | 3638.16 | 0.49 | 4838.38 | 4840.08 | 0.37 | 4541.36 | 4547.84 | 0.98 | 1526.52 | 1529.48 | 1.18 | 5094.19 | 5097.47 | 0.58 |
| 100 | 1 | 3636.31 | 3638.46 | 0.61 | 4809.2 | 4811.15 | 0.46 | 4671.27 | 4678.83 | 1.17 | 1621.06 | 1624.46 | 1.37 | 5117.52 | 5121.34 | 0.71 |
| 110 | 1.1 | 3636.31 | 3638.77 | 0.74 | 4778.07 | 4780.28 | 0.56 | 4798.63 | 4807.32 | 1.38 | 1709.86 | 1713.71 | 1.57 | 5141.66 | 5146.05 | 0.86 |
| 120 | 1.2 | 3636.31 | 3639.11 | 0.88 | 4745.27 | 4747.76 | 0.67 | 4922.94 | 4932.83 | 1.6 | 1793.46 | 1797.78 | 1.78 | 5166.34 | 5171.34 | 1.02 |
| 130 | 1.3 | 3636.31 | 3639.47 | 1.03 | 4711.11 | 4713.91 | 0.8 | 5043.92 | 5055.05 | 1.83 | 1872.32 | 1877.12 | 2 | 5191.31 | 5196.96 | 1.19 |
| 140 | 1.4 | 3636.31 | 3639.85 | 1.2 | 4675.9 | 4679.03 | 0.93 | 5161.39 | 5173.82 | 2.08 | 1946.8 | 1952.11 | 2.23 | 5216.37 | 5222.71 | 1.37 |
| 150 | 1.5 | 3636.31 | 3640.26 | 1.37 | 4639.94 | 4643.41 | 1.08 | 5275.27 | 5289.05 | 2.34 | 2017.25 | 2023.08 | 2.48 | 5241.35 | 5248.4 | 1.57 |
| 160 | 1.6 | 3636.31 | 3640.68 | 1.56 | 4603.52 | 4607.36 | 1.23 | 5385.55 | 5400.72 | 2.6 | 2083.96 | 2090.32 | 2.73 | 5266.08 | 5273.89 | 1.78 |
| 170 | 1.7 | 3636.31 | 3641.13 | 1.76 | 4566.93 | 4571.16 | 1.4 | 5492.24 | 5508.86 | 2.88 | 2147.17 | 2154.09 | 2.99 | 5290.46 | 5299.07 | 2 |
| 180 | 1.8 | 3636.31 | 3641.59 | 1.98 | 4530.43 | 4535.07 | 1.59 | 5595.41 | 5613.52 | 3.17 | 2207.13 | 2214.62 | 3.26 | 5314.39 | 5323.82 | 2.23 |
| 190 | 1.9 | 3636.31 | 3642.08 | 2.2 | 4494.24 | 4499.32 | 1.78 | 5695.12 | 5714.77 | 3.47 | 2264.04 | 2272.12 | 3.54 | 5337.78 | 5348.07 | 2.47 |
| 200 | 2 | 3636.31 | 3642.6 | 2.44 | 4458.6 | 4464.13 | 1.99 | 5791.46 | 5812.69 | 3.78 | 2318.09 | 2326.78 | 3.83 | 5360.58 | 5371.77 | 2.73 |
| 210 | 2.1 | 3636.31 | 3643.13 | 2.69 | 4423.67 | 4429.68 | 2.21 | 5884.52 | 5907.39 | 4.1 | 2369.45 | 2378.77 | 4.13 | 5382.75 | 5394.86 | 3 |
| 220 | 2.2 | 3636.31 | 3643.68 | 2.95 | 4389.62 | 4396.13 | 2.45 | 5974.4 | 5998.94 | 4.44 | 2418.29 | 2428.25 | 4.44 | 5404.24 | 5417.32 | 3.28 |
| 230 | 2.3 | 3636.31 | 3644.26 | 3.23 | 4356.57 | 4363.61 | 2.69 | 6061.19 | 6087.47 | 4.78 | 2464.75 | 2475.37 | 4.76 | 5425.04 | 5439.13 | 3.57 |
| 240 | 2.4 | 3636.31 | 3644.86 | 3.52 | 4324.62 | 4332.21 | 2.96 | 6145 | 6173.05 | 5.13 | 2508.97 | 2520.27 | 5.1 | 5445.15 | 5460.26 | 3.87 |
| 250 | 2.5 | 3636.31 | 3645.48 | 3.81 | 4293.85 | 4302.02 | 3.23 | 6225.94 | 6255.8 | 5.5 | 2551.07 | 2563.07 | 5.44 | 5464.55 | 5480.73 | 4.19 |
| 260 | 2.6 | 3636.31 | 3646.12 | 4.13 | 4264.3 | 4273.07 | 3.52 | 6304.09 | 6335.82 | 5.87 | 2591.18 | 2603.9 | 5.79 | 5483.24 | 5500.53 | 4.51 |
| 270 | 2.7 | 3636.31 | 3646.78 | 4.45 | 4236.01 | 4245.4 | 3.82 | 6379.55 | 6413.2 | 6.26 | 2629.4 | 2642.85 | 6.16 | 5501.24 | 5519.66 | 4.85 |
| 280 | 2.8 | 3636.31 | 3647.47 | 4.79 | 4208.99 | 4219.02 | 4.13 | 6452.43 | 6488.03 | 6.66 | 2665.84 | 2680.05 | 6.53 | 5518.55 | 5538.14 | 5.2 |
| 290 | 2.9 | 3636.31 | 3648.17 | 5.13 | 4183.22 | 4193.93 | 4.46 | 6522.81 | 6560.42 | 7.06 | 2700.59 | 2715.57 | 6.92 | 5535.19 | 5555.99 | 5.56 |
| 300 | 3 | 3636.31 | 3648.9 | 5.49 | 4158.71 | 4170.1 | 4.8 | 6590.78 | 6630.45 | 7.48 | 2733.74 | 2749.52 | 7.31 | 5551.17 | 5573.21 | 5.93 |
| 310 | 3.1 | 3636.31 | 3649.65 | 5.87 | 4135.41 | 4147.52 | 5.16 | 6656.44 | 6698.2 | 7.91 | 2765.39 | 2781.98 | 7.72 | 5566.52 | 5589.83 | 6.32 |
| 320 | 3.2 | 3636.31 | 3650.42 | 6.25 | 4113.3 | 4126.15 | 5.53 | 6719.86 | 6763.77 | 8.35 | 2795.6 | 2813.02 | 8.13 | 5581.25 | 5605.87 | 6.72 |
| 330 | 3.3 | 3636.31 | 3651.22 | 6.65 | 4092.33 | 4105.94 | 5.91 | 6781.14 | 6827.24 | 8.8 | 2824.46 | 2842.73 | 8.56 | 5595.38 | 5621.34 | 7.13 |
| 340 | 3.4 | 3636.31 | 3652.03 | 7.06 | 4072.45 | 4086.86 | 6.3 | 6840.34 | 6888.68 | 9.26 | 2852.03 | 2871.17 | 9 | 5608.93 | 5636.27 | 7.55 |
| 350 | 3.5 | 3636.31 | 3652.87 | 7.48 | 4053.64 | 4068.85 | 6.71 | 6897.55 | 6948.18 | 9.73 | 2878.39 | 2898.42 | 9.45 | 5621.93 | 5650.68 | 7.98 |
| 360 | 3.6 | 3636.31 | 3653.73 | 7.91 | 4035.82 | 4051.87 | 7.13 | 6952.83 | 7005.8 | 10.22 | 2903.59 | 2924.52 | 9.91 | 5634.4 | 5664.6 | 8.42 |
| 370 | 3.7 | 3636.31 | 3654.61 | 8.36 | 4018.95 | 4035.86 | 7.56 | 7006.27 | 7061.62 | 10.71 | 2927.69 | 2949.56 | 10.39 | 5646.35 | 5678.03 | 8.88 |
| 380 | 3.8 | 3636.31 | 3655.51 | 8.82 | 4002.99 | 4020.78 | 8.01 | 7057.92 | 7115.7 | 11.21 | 2950.75 | 2973.57 | 10.87 | 5657.81 | 5691 | 9.35 |
| 390 | 3.9 | 3636.31 | 3656.43 | 9.29 | 3987.89 | 4006.58 | 8.47 | 7107.86 | 7168.12 | 11.73 | 2972.83 | 2996.61 | 11.37 | 5668.8 | 5703.54 | 9.82 |
| 400 | 4 | 3636.31 | 3657.38 | 9.77 | 3973.59 | 3993.21 | 8.94 | 7156.15 | 7218.94 | 12.26 | 2993.97 | 3018.74 | 11.87 | 5679.33 | 5715.66 | 10.32 |
| 410 | 4.1 | 3636.31 | 3658.35 | 10.27 | 3960.06 | 3980.62 | 9.43 | 7202.85 | 7268.21 | 12.79 | 3014.21 | 3039.99 | 12.39 | 5689.44 | 5727.39 | 10.82 |
| 420 | 4.2 | 3636.31 | 3659.34 | 10.77 | 3947.24 | 3968.78 | 9.92 | 7248.02 | 7316 | 13.34 | 3033.61 | 3060.42 | 12.92 | 5699.13 | 5738.73 | 11.34 |
| 430 | 4.3 | 3636.31 | 3660.35 | 11.29 | 3935.1 | 3957.63 | 10.43 | 7291.71 | 7362.36 | 13.9 | 3052.21 | 3080.06 | 13.46 | 5708.42 | 5749.72 | 11.86 |
| 440 | 4.4 | 3636.31 | 3661.38 | 11.82 | 3923.59 | 3947.14 | 10.96 | 7333.98 | 7407.35 | 14.47 | 3070.03 | 3098.96 | 14.01 | 5717.34 | 5760.36 | 12.4 |
| 450 | 4.5 | 3636.31 | 3662.44 | 12.37 | 3912.69 | 3937.28 | 11.49 | 7374.88 | 7451.03 | 15.05 | 3087.14 | 3117.15 | 14.57 | 5725.9 | 5770.68 | 12.95 |
| 460 | 4.6 | 3636.31 | 3663.51 | 12.93 | 3902.34 | 3927.99 | 12.04 | 7414.46 | 7493.43 | 15.65 | 3103.55 | 3134.67 | 15.15 | 5734.11 | 5780.69 | 13.52 |
| 470 | 4.7 | 3636.31 | 3664.61 | 13.49 | 3892.53 | 3919.26 | 12.6 | 7452.78 | 7534.61 | 16.25 | 3119.3 | 3151.56 | 15.74 | 5742 | 5790.4 | 14.09 |
| 480 | 4.8 | 3636.31 | 3665.73 | 14.08 | 3883.21 | 3911.05 | 13.18 | 7489.87 | 7574.62 | 16.87 | 3134.42 | 3167.83 | 16.34 | 5749.57 | 5799.84 | 14.68 |
| 490 | 4.9 | 3636.31 | 3666.87 | 14.67 | 3874.36 | 3903.33 | 13.77 | 7525.79 | 7613.51 | 17.49 | 3148.95 | 3183.53 | 16.95 | 5756.84 | 5809.01 | 15.28 |
| 500 | 5 | 3636.31 | 3668.04 | 15.27 | 3865.95 | 3896.07 | 14.36 | 7560.57 | 7651.3 | 18.13 | 3162.9 | 3198.68 | 17.57 | 5763.82 | 5817.93 | 15.89 |
| 510 | 5.1 | 3636.31 | 3669.22 | 15.89 | 3857.95 | 3889.25 | 14.98 | 7594.26 | 7688.06 | 18.78 | 3176.32 | 3213.31 | 18.2 | 5770.53 | 5826.62 | 16.51 |
| 520 | 5.2 | 3636.31 | 3670.43 | 16.52 | 3850.34 | 3882.84 | 15.6 | 7626.89 | 7723.81 | 19.44 | 3189.22 | 3227.44 | 18.85 | 5776.98 | 5835.07 | 17.15 |
| 530 | 5.3 | 3636.31 | 3671.66 | 17.16 | 3843.1 | 3876.82 | 16.24 | 7658.51 | 7758.59 | 20.12 | 3201.62 | 3241.1 | 19.5 | 5783.19 | 5843.32 | 17.8 |
| 540 | 5.4 | 3636.31 | 3672.91 | 17.82 | 3836.2 | 3871.16 | 16.89 | 7689.14 | 7792.45 | 20.8 | 3213.56 | 3254.31 | 20.17 | 5789.15 | 5851.36 | 18.46 |
| 550 | 5.5 | 3636.31 | 3674.18 | 18.49 | 3829.62 | 3865.85 | 17.55 | 7718.84 | 7825.41 | 21.5 | 3225.04 | 3267.1 | 20.85 | 5794.89 | 5859.21 | 19.13 |
| 560 | 5.6 | 3636.31 | 3675.48 | 19.17 | 3823.36 | 3860.87 | 18.23 | 7747.63 | 7857.52 | 22.21 | 3236.1 | 3279.48 | 21.54 | 5800.41 | 5866.88 | 19.81 |
| 570 | 5.7 | 3636.31 | 3676.79 | 19.86 | 3817.37 | 3856.19 | 18.91</ | | | | | | | | | |

| CALCULO DE FLECHADO DE CONDUCTORES | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------|----------|-------------|--------------|---------|---------|--------------|------------------------|--------------|---------------------|
| "RENOVACION DE RED PRIMARIA; EN EL(LA) ALIMENTADOR TA-05 DE LA SET TAMBURCO, EN LOS DISTRITOS DE TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y EN EL DISTRITO DE HUANIPACA, PROVINCIA ABANCAY, DEPARTAMENTO APURIMAC" | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO : | TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y HUANIPACA. | | | | | | | | | | |
| LOCALIDAD : | VARIOS | | | | | | | | | | |
| DISTRITO : | TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y HUANIPACA. | | | | | | | | | | |
| PROVINCIA : | ABANCAY | | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO : | APURIMAC | | | | | | | | | | |
| CONDUCTOR AAAC-70 | | | | | | | | | | | |
| N° | Estructura | VIR (m) | Vano (m) | Desnivel(m) | Temp(°C)-> | EDS(CI) | EDS(CF) | Temp. Minima | Maxima Vel. del Viento | Maximo Temp. | Max. Carga de Hielo |
| 0 | AT3 | 124.38 | 85.2 | 27.35 | Tiro Izq.(N) | 2787.73 | 2662.16 | 3525 | 3973.96 | 1330.07 | 3968.9 |
| | | | | | Flecha(m) | 0.47 | 0.49 | 0.37 | 0.91 | 0.97 | 0.58 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2551.16 | 3372.85 | 3828.49 | 1282.23 | 3808.03 |
| 1 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2823.4 | 2697.83 | 3560.67 | 4074.37 | 1365.74 | 4032.58 |
| 1 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2752.08 | 2180.36 | 2923.38 | 3584.57 | 1165.91 | 3448.26 |
| | | 124.38 | 142.73 | 40.65 | Flecha(m) | 1.29 | 1.63 | 1.22 | 2.77 | 3.02 | 1.84 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2120.47 | 2835.58 | 3509.7 | 1143.11 | 3357.88 |
| 2 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 2805.1 | 2233.37 | 2976.4 | 3733.8 | 1218.93 | 3542.89 |
| 2 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 2796.17 | 2667.98 | 3698.78 | 3211.62 | 854.5 | 3821.34 |
| | | 60.86 | 56.54 | 18.35 | Flecha(m) | 0.21 | 0.21 | 0.16 | 0.5 | 0.67 | 0.27 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2548.8 | 3529.32 | 3085.11 | 823.35 | 3654.45 |
| 3 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2820.11 | 2691.91 | 3722.71 | 3278.98 | 878.43 | 3864.06 |
| 3 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2748.84 | 2622.71 | 3634.86 | 3162.24 | 842.09 | 3757.73 |
| | | 60.86 | 50.71 | 13 | Flecha(m) | 0.16 | 0.17 | 0.12 | 0.39 | 0.53 | 0.21 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2548.55 | 3529.07 | 3084.92 | 823.28 | 3654.21 |
| 4 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2765.79 | 2639.66 | 3651.82 | 3209.96 | 859.05 | 3787.99 |
| 4 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2770.8 | 2644.71 | 3666.71 | 3181.38 | 846.33 | 3787.12 |
| | | 60.86 | 70.21 | 20.65 | Flecha(m) | 0.31 | 0.33 | 0.24 | 0.76 | 1.02 | 0.41 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2549.76 | 3530.34 | 3085.85 | 823.62 | 3655.41 |
| 5 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 2797.73 | 2671.64 | 3693.64 | 3257.18 | 873.26 | 3835.2 |
| 5 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 2680.98 | 2145.61 | 2833.54 | 3621.85 | 1198.96 | 3406.46 |
| | | 133.84 | 147.98 | 18.35 | Flecha(m) | 1.35 | 1.68 | 1.27 | 2.8 | 3 | 1.89 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2139.01 | 2822.24 | 3617.59 | 1197.85 | 3397.42 |
| 6 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2704.91 | 2169.54 | 2857.48 | 3689.21 | 1222.89 | 3449.18 |
| 6 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2675.26 | 1808.35 | 2363.74 | 3344.69 | 1089.14 | 3017.01 |
| | | 133.84 | 112.57 | 9.65 | Flecha(m) | 0.78 | 1.15 | 0.88 | 1.75 | 1.9 | 1.23 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 1806.52 | 2360.23 | 3343.75 | 1088.96 | 3014.33 |
| 7 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 2687.84 | 1820.93 | 2376.33 | 3380.12 | 1101.72 | 3039.47 |
| 7 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 2674.81 | 2107.79 | 2774.17 | 3610.47 | 1196.53 | 3367.18 |
| | | 135.76 | 130.29 | 11.35 | Flecha(m) | 1.04 | 1.32 | 1 | 2.17 | 2.32 | 1.47 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2105.51 | 2769.77 | 3609.7 | 1196.38 | 3364.23 |
| 8 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2689.61 | 2122.6 | 2788.97 | 3652.14 | 1211.34 | 3393.61 |
| 8 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2672.47 | 2129.19 | 2802.45 | 3627.8 | 1203.95 | 3390.41 |
| | | 135.76 | 141.67 | 10 | Flecha(m) | 1.23 | 1.54 | 1.17 | 2.55 | 2.73 | 1.73 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2128.41 | 2800.48 | 3627.8 | 1203.93 | 3389.6 |
| 9 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2685.51 | 2142.23 | 2815.49 | 3664.51 | 1217 | 3413.69 |
| 9 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2678.41 | 2118.29 | 2788.81 | 3618.98 | 1199.78 | 3379.66 |
| | | 135.76 | 134.58 | 14.65 | Flecha(m) | 1.11 | 1.41 | 1.07 | 2.31 | 2.48 | 1.57 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2113.53 | 2780.55 | 3616.05 | 1199.03 | 3373.14 |
| 10 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 2697.52 | 2137.39 | 2807.92 | 3672.76 | 1218.88 | 3413.76 |
| 10 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 2746.77 | 2620.5 | 3659.91 | 2947.11 | 672.37 | 3723.51 |
| | | 43.77 | 43.77 | 11 | Flecha(m) | 0.12 | 0.13 | 0.09 | 0.32 | 0.49 | 0.16 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2548.27 | 3556.38 | 2876.71 | 658.44 | 3623.28 |
| 11 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 2761.12 | 2634.84 | 3674.26 | 2987.49 | 686.72 | 3749.12 |
| 11 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 2727.41 | 1813.93 | 2491.12 | 3139.16 | 976.63 | 3003.08 |
| | | 109.8 | 112.06 | 26.35 | Flecha(m) | 0.79 | 1.18 | 0.86 | 1.91 | 2.18 | 1.27 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 1781.02 | 2440.64 | 3096.18 | 964.71 | 2950.38 |
| 12 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2761.78 | 1848.3 | 2525.49 | 3235.89 | 1011 | 3064.43 |
| 12 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2730.14 | 2608.62 | 3496.31 | 3734.55 | 1213.47 | 3851.45 |
| | | 109.8 | 93.43 | 22 | Flecha(m) | 0.55 | 0.57 | 0.43 | 1.12 | 1.23 | 0.69 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2552.43 | 3416.66 | 3670.5 | 1193.61 | 3772.31 |
| 13 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2758.83 | 2637.32 | 3525 | 3815.31 | 1242.17 | 3902.67 |
| 13 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2774.34 | 2651.06 | 3554.75 | 3788.41 | 1230.61 | 3912.42 |
| | | 109.8 | 97.98 | 30 | Flecha(m) | 0.61 | 0.64 | 0.48 | 1.26 | 1.37 | 0.77 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2552.83 | 3417.12 | 3670.78 | 1193.73 | 3772.71 |
| 14 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2813.47 | 2690.19 | 3593.88 | 3898.54 | 1269.74 | 3982.26 |
| 14 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2713.4 | 2122.71 | 2905.13 | 3368.77 | 1062.49 | 3342.26 |
| | | 109.8 | 126.36 | 26.65 | Flecha(m) | 1 | 1.27 | 0.93 | 2.25 | 2.53 | 1.44 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2092.42 | 2858.43 | 3336.17 | 1053.44 | 3297.44 |
| 15 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 2748.16 | 2157.47 | 2939.89 | 3466.61 | 1097.25 | 3404.3 |
| 15 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 2676.45 | 2097.44 | 2804.61 | 3496.88 | 1138.29 | 3334.75 |
| | | 124.97 | 124.97 | 12 | Flecha(m) | 0.96 | 1.22 | 0.91 | 2.06 | 2.25 | 1.37 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2094.05 | 2798.38 | 3495.28 | 1137.96 | 3330.22 |
| 16 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 2692.1 | 2113.1 | 2820.26 | 3540.93 | 1153.94 | 3362.69 |
| 16 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 2675.09 | 1468.98 | 2176.5 | 2512.11 | 709.04 | 2545.74 |
| | | 78.61 | 78.61 | 6 | Flecha(m) | 0.38 | 0.69 | 0.46 | 1.13 | 1.43 | 0.71 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 1467.72 | 2173.48 | 2511.67 | 709.04 | 2543.67 |
| 17 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 2682.92 | 1476.8 | 2184.32 | 2534.14 | 716.87 | 2559.71 |
| 17 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 2680.92 | 1811.98 | 2470.33 | 3152.41 | 989.44 | 2992.77 |
| | | 112.94 | 112.94 | 13 | Flecha(m) | 0.78 | 1.16 | 0.85 | 1.87 | 2.12 | 1.25 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 1807.02 | 2461.45 | 3148.64 | 988.64 | 2985.29 |
| 18 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 2697.87 | 1828.93 | 2487.29 | 3200.13 | 1006.4 | 3023.03 |
| 18 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 2679.38 | 1798.3 | 2459.16 | 3124.7 | 976.92 | 2974.06 |
| | | 111.3 | 111.3 | 12 | Flecha(m) | 0.76 | 1.13 | 0.83 | 1.83 | 2.08 | 1.22 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 1794.26 | 2451.7 | 3121.94 | 976.39 | 2968 |
| 19 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 2695.04 | 1813.95 | 2474.81 | 3168.76 | 992.57 | 3002 |
| 19 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 2685.9 | 1867.03 | 2615.13 | 3050.97 | 927.73 | 3034.41 |
| | | 99.17 | 120.01 | 16.35 | Flecha(m) | 0.89 | 1.28 | 0.91 | 2.19 | 2.56 | 1.4 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 1858.86 | 2600.59 | 3044.86 | 926.52 | 3022.28 |
| 20 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2707.23 | 1888.35 | 2636.45 | 3110.99 | 949.06 | 3072.47 |
| 20 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2724.19 | 1717.63 | 2412 | 2950.07 | 891.63 | 2874.89 |
| | | 99.17 | 101.57 | 23 | Flecha(m) | 0.65 | 1.02 | 0.73 | 1.67 | 1.96 | 1.09 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 1688.57 | 2366.15 | 2912.52 | 881.8 | 2827.58 |
| 21 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2754.19 | 1747.63 | 2442 | 3034.5 | 921.63 | 2928.44 |
| 21 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2759.92 | 2636.98 | 3565.64 | 3645.55 | 1152.14 | 3864.65 |
| | | 99.17 | 94.87 | 27 | Flecha(m) | 0.57 | 0.6 | 0.44 | 1.21 | 1.36 | 0.73 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2552.47 | 3445.85 | 3549.82 | 1123.41 | 3745.68 |
| 22 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2795.13 | 2672.2 | 3600.85 | 3744.67 | 1187.36 | 3927.5 |
| 22 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2769.84 | 1739.91 | 2445.17 | 2987.29 | 902.06 | 2913.96 |
| | | 99.17 | 102.95 | 31 | Flecha(m) | 0.68 | 1.07 | 0.76 | 1.75 | 2.05 | 1.14 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 1684.07 | 2359.76 | 2908.93 | 880.62 | 2822.29 |
| 23 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2810.27 | 1780.34 | 2485.61 | 3101.09 | 942.49 | 2986.13 |
| 23 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2796.04 | 1754.97 | 2467.3 | 3011.04 | 908.87 | 2939.19 |
| | | 99.17 | 103.98 | 35 | Flecha(m) | 0.7 | 1.1 | 0.79 | 1.8 | 2.11 | 1.18 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 1683.59 | 2359.07 | 2908.55 | 880.49 | 2821.72 |
| 24 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2841.69 | 1800.62 | 2512.95 | 3139.53 | 954.52 | 3020.67 |
| 24 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2826.29 | 2696.37 | 3644.99 | 3737.01 | 1181.09 | 3955.26 |
| | | 99.17 | 50.11 | 18 | Flecha(m) | 0.16 | 0.17 | 0.13 | 0.35 | 0.39 | 0.21 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 2670.74 | 2548.46 | 3441.29 | 3546.93 | 1122.15 | 3741.68 |
| 25 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 2849.76 | 2719.84 | 3668.47 | 3803.09 | 1204.57 | 3997.17 |
| 25 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 2842.66 | 2711.72 | 3665.3 | 3760.49 | 1188.63 | 3978.4 |

CALCULO DE FLECHADO DE CONDUCTORES

PROYECTO : "RENOVACION DE RED PRIMARIA; EN EL(LA) ALIMENTADOR TA-05 DE LA SET TAMBURCO, EN LOS DISTRITOS DE TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y EN EL DISTRITO DE HUANIPACA, PROVINCIA ABANCAY, DEPARTAMENTO APURIMAC"

LOCALIDAD : VARIOS

DISTRITO : TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y HUANIPACA.

PROVINCIA : ABANCAY

DEPARTAMENTO : APURIMAC

CONDUCTORAAAC-70

| N° | Estructura | VIR (m) | Vano (m) | Desnivel(m) | Temp(°C)-> | EDS(CI) | EDS(CF) | Temp. Minima | Maxima Vel. del Viento | Maximo Temp. | Max. Carga de Hielo |
|----|------------|---------|----------|-------------|--------------|---------|---------|--------------|------------------------|--------------|---------------------|
| 0 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3275.9 | 3025.67 | 4176.95 | 6633.79 | 2227.9 | 6790.43 |
| | | 227.61 | 227.61 | -22.7 | Flecha(m) | 3.57 | 3.87 | 2.8 | 5.64 | 5.29 | 4.47 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2983.86 | 4131.35 | 6505.88 | 2187.54 | 6684.67 |
| 1 | PRH-1 | | | | Tiro Der.(N) | 3235.59 | 2985.36 | 4136.64 | 6505.88 | 2187.59 | 6686.19 |
| 1 | PRH-1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3235.61 | 2992.93 | 4327.23 | 6280.73 | 2101.42 | 6602.14 |
| | | 204.17 | 230.88 | 6.05 | Flecha(m) | 3.66 | 3.96 | 2.74 | 6 | 5.65 | 4.65 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2990.24 | 4326.26 | 6261.8 | 2096.04 | 6592.44 |
| 2 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3246.36 | 3003.67 | 4337.97 | 6314.82 | 2112.17 | 6629.92 |
| 2 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3237.76 | 2250.83 | 2981.27 | 5457 | 1742.32 | 5481.94 |
| | | 204.17 | 74.13 | -2.35 | Flecha(m) | 0.38 | 0.54 | 0.41 | 0.71 | 0.7 | 0.58 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2246.65 | 2976.96 | 5443.64 | 1738.11 | 5471.15 |
| 3 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3233.58 | 2246.66 | 2977.1 | 5443.76 | 1738.15 | 5471.15 |
| 3 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3266.93 | 3022.81 | 4151.14 | 6652.4 | 2236.31 | 6791.98 |
| | | 231.04 | 231.04 | -18.63 | Flecha(m) | 3.68 | 3.98 | 2.89 | 5.77 | 5.4 | 4.59 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2989.52 | 4116.12 | 6546.24 | 2203.05 | 6706.43 |
| 4 | ATT6 | | | | Tiro Der.(N) | 3233.85 | 2989.73 | 4118.06 | 6547.43 | 2203.23 | 6706.43 |
| 4 | ATT6 | | | | Tiro Izq.(N) | 3473.83 | 3347.99 | 3837.19 | 8632.61 | 2903.2 | 7985.36 |
| | | 397.57 | 397.57 | -110.58 | Flecha(m) | 11.27 | 11.71 | 10.16 | 14.58 | 13.61 | 12.75 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3111.4 | 3585.29 | 7939.49 | 2679.71 | 7393.62 |
| 5 | ATT6 | | | | Tiro Der.(N) | 3277.48 | 3151.64 | 3640.83 | 8009.51 | 2706.85 | 7477.56 |
| 5 | ATT6 | | | | Tiro Izq.(N) | 3235.87 | 3102.17 | 3686.6 | 7685.48 | 2601.37 | 7282.09 |
| | | 354.17 | 354.17 | 20.58 | Flecha(m) | 8.63 | 9.01 | 7.57 | 11.56 | 10.76 | 9.93 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3099.24 | 3685.22 | 7665.46 | 2596.19 | 7271.53 |
| 6 | ATT6 | | | | Tiro Der.(N) | 3272.41 | 3138.72 | 3723.14 | 7801.45 | 2637.91 | 7376.6 |
| 6 | ATT6 | | | | Tiro Izq.(N) | 3239.77 | 2293.31 | 4568.67 | 3732 | 995.74 | 5124.47 |
| | | 70.67 | 72.22 | 5.98 | Flecha(m) | 0.36 | 0.51 | 0.25 | 0.99 | 1.17 | 0.59 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2289.88 | 4557.92 | 3730.52 | 995.57 | 5117.99 |
| 7 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3250.39 | 3203.93 | 4579.28 | 3765.69 | 1006.35 | 5151.93 |
| 7 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3239.76 | 2237.64 | 4491.33 | 3692.63 | 983.38 | 5060.49 |
| | | 70.67 | 69.01 | 5.65 | Flecha(m) | 0.33 | 0.47 | 0.24 | 0.91 | 1.08 | 0.54 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2234.34 | 4480.94 | 3691.07 | 983.19 | 5054.07 |
| 8 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3249.79 | 2247.67 | 4501.37 | 3724.46 | 993.41 | 5086.44 |
| 8 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3267.18 | 3018.62 | 4165.45 | 6618.34 | 2223.29 | 6774.3 |
| | | 228.09 | 228.09 | -18.7 | Flecha(m) | 3.58 | 3.88 | 2.81 | 5.65 | 5.29 | 4.48 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2985.13 | 4130.02 | 6512.04 | 2189.96 | 6688.38 |
| 9 | PRH-1 | | | | Tiro Der.(N) | 3233.97 | 2985.42 | 4132.24 | 6512.97 | 2190.08 | 6688.43 |
| 9 | PRH-1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3697.81 | 3521.04 | 6533.16 | 3714.07 | 517.27 | 6581.95 |
| | | 18.08 | 18.08 | -9.93 | Flecha(m) | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.08 | 0.19 | 0.04 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3078.43 | 5718.58 | 3230.5 | 445.4 | 5748.98 |
| 10 | ATT6 | | | | Tiro Der.(N) | 3680.18 | 3503.41 | 6515.53 | 3658.11 | 499.64 | 6536.35 |
| 10 | ATT6 | | | | Tiro Izq.(N) | 3816.74 | 3716.34 | 4022.33 | 10252.79 | 3401.41 | 9109.41 |
| | | 525.29 | 525.29 | -244 | Flecha(m) | 20.91 | 21.52 | 19.76 | 25.09 | 23.71 | 22.82 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3141.39 | 3421.58 | 8554.44 | 2852.45 | 7664.1 |
| 11 | ATT6 | | | | Tiro Der.(N) | 3383.49 | 3283.1 | 3589.08 | 8877.91 | 2968.16 | 7988.95 |
| 11 | ATT6 | | | | Tiro Izq.(N) | 3442.42 | 3129.12 | 4462.49 | 6720.55 | 2238.04 | 6986.77 |
| | | 206.26 | 206.26 | -63.07 | Flecha(m) | 3.05 | 3.37 | 2.35 | 5.03 | 4.75 | 3.91 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2933.26 | 4210.03 | 6230.53 | 2078.84 | 6526.21 |
| 12 | PRH-1 | | | | Tiro Der.(N) | 3330.44 | 3017.14 | 4350.51 | 6365.16 | 2126.06 | 6697.15 |
| 12 | PRH-1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3280.41 | 3458.66 | 6022.74 | 4415.19 | 1208.92 | 6336.44 |
| | | 61.41 | 72.5 | -10.95 | Flecha(m) | 0.36 | 0.35 | 0.2 | 0.86 | 1 | 0.49 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3409.66 | 5945.24 | 4330.39 | 1184.02 | 6238.32 |
| 13 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3260.97 | 3439.22 | 6003.29 | 4353.49 | 1189.48 | 6286.16 |
| 13 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3332.1 | 3178.67 | 5749.87 | 4244.79 | 1129.8 | 6103.18 |
| | | 61.41 | 55.73 | -13 | Flecha(m) | 0.22 | 0.23 | 0.13 | 0.55 | 0.65 | 0.31 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3083.94 | 5588.09 | 4095.18 | 1087.91 | 5913.19 |
| 14 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3309.02 | 3155.59 | 5726.79 | 4171.53 | 1106.71 | 6043.48 |
| 14 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3388.61 | 3230.78 | 5844.73 | 4316.68 | 1148.84 | 6205.4 |
| | | 61.41 | 47.86 | -14.35 | Flecha(m) | 0.16 | 0.17 | 0.1 | 0.41 | 0.49 | 0.23 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3082.18 | 5586.13 | 4093.93 | 1087.43 | 5911.42 |
| 15 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3363.13 | 3205.3 | 5819.25 | 4235.82 | 1123.36 | 6139.51 |
| 15 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3412.27 | 3256.49 | 5907.84 | 4256.73 | 1101.84 | 6231.07 |
| | | 56.71 | 61.51 | -19.65 | Flecha(m) | 0.27 | 0.29 | 0.16 | 0.7 | 0.85 | 0.39 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3084.96 | 5610.77 | 3998.47 | 1031.56 | 5890.93 |
| 16 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3377.38 | 3221.6 | 5872.95 | 4146 | 1066.95 | 6140.84 |
| 16 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3560.8 | 3395.24 | 6160.63 | 4441.78 | 1149.61 | 6500.16 |
| | | 56.71 | 50.09 | -22.35 | Flecha(m) | 0.19 | 0.2 | 0.11 | 0.48 | 0.59 | 0.27 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3082.16 | 5607.71 | 3996.45 | 1030.81 | 5888.13 |
| 17 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3521.12 | 3355.55 | 6120.95 | 4315.84 | 1109.92 | 6397.52 |
| 17 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3767.52 | 3592.45 | 6536.84 | 4597.78 | 1152.39 | 6856.36 |
| | | 52.02 | 52.02 | -30.25 | Flecha(m) | 0.21 | 0.23 | 0.12 | 0.57 | 0.71 | 0.31 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3082.02 | 5627.48 | 3898.42 | 971.98 | 5865.93 |
| 18 | ATV6 | | | | Tiro Der.(N) | 3713.81 | 3538.74 | 6483.13 | 4427.32 | 1098.68 | 6717.45 |
| 18 | ATV6 | | | | Tiro Izq.(N) | 3693.9 | 3519.58 | 6473.51 | 4131.1 | 887.05 | 6643.29 |
| | | 36.98 | 36.98 | -20 | Flecha(m) | 0.11 | 0.11 | 0.06 | 0.31 | 0.45 | 0.15 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3080.04 | 5678.38 | 3582.75 | 763.98 | 5802.47 |
| 19 | ATV6 | | | | Tiro Der.(N) | 3658.39 | 3484.07 | 6438 | 4018.4 | 851.54 | 6551.45 |
| 19 | ATV6 | | | | Tiro Izq.(N) | 3469.51 | 3304.13 | 6120.63 | 3581.59 | 593.35 | 6188.42 |
| | | 23.55 | 23.55 | -9 | Flecha(m) | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.13 | 0.24 | 0.06 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3078.89 | 5709.84 | 3321.28 | 546.41 | 5761.12 |
| 20 | ATV6 | | | | Tiro Der.(N) | 3453.53 | 3288.15 | 6104.65 | 3530.88 | 577.37 | 6147.1 |
| 20 | ATV6 | | | | Tiro Izq.(N) | 3516.95 | 2852.65 | 4909.79 | 5306.72 | 1630.66 | 6250.55 |
| | | 118.23 | 118.23 | -46.45 | Flecha(m) | 1.03 | 1.27 | 0.74 | 2.2 | 2.26 | 1.51 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2614.7 | 4530.21 | 4806.37 | 1475.78 | 5712.24 |
| 21 | ATBV3 | | | | Tiro Der.(N) | 3434.48 | 2770.17 | 4827.31 | 5044.99 | 1548.18 | 6037.25 |
| 21 | ATBV3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3301.7 | 3146.01 | 5793.19 | 3678.24 | 789.22 | 5931.89 |
| | | 37.2 | 37.2 | -7.3 | Flecha(m) | 0.1 | 0.1 | 0.06 | 0.28 | 0.41 | 0.14 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3080.6 | 5678.31 | 3587.71 | 767.39 | 5803.81 |
| 22 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3288.73 | 3133.05 | 5780.23 | 3637.11 | 776.26 | 5898.37 |

| CALCULO DE FLECHADO DE CONDUCTORES | | | | | | | | | | | |
|--|------------|---|----------|-------------|--------------|---------|---------|--------------|------------------------|--------------|---------------------|
| "RENOVACION DE RED PRIMARIA; EN EL(LA) ALIMENTADOR TA-05 DE LA SET TAMBURCO, EN LOS DISTRITOS DE TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y EN EL DISTRITO DE HUANIPACA, PROVINCIA ABANCAY, DEPARTAMENTO APURIMAC" | | | | | | | | | | | |
| PROYECTO : | | VARIOS | | | | | | | | | |
| LOCALIDAD : | | TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y HUANIPACA. | | | | | | | | | |
| DISTRITO : | | TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y HUANIPACA. | | | | | | | | | |
| PROVINCIA : | | ABANCAY | | | | | | | | | |
| DEPARTAMENTO : | | APURIMAC | | | | | | | | | |
| CONDUCTOR AAAC-70 | | | | | | | | | | | |
| N° | Estructura | VIR (m) | Vano (m) | Desnivel(m) | Temp(°C)-> | EDS(CI) | EDS(CF) | Temp. Minima | Maxima Vel. del Viento | Maximo Temp. | Max. Carga de Hielo |
| 0 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3278.12 | 2817.78 | 4584.85 | 5393.27 | 1727.55 | 6120.25 |
| | | 145.86 | 145.86 | 30.3 | Flecha(m) | 1.49 | 1.73 | 1.07 | 2.86 | 2.82 | 2.06 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2782.25 | 4513.52 | 5348.55 | 1712.95 | 6051.3 |
| 1 | PRH-1 | | | | Tiro Der.(N) | 3331.92 | 2871.59 | 4638.65 | 5564.01 | 1781.36 | 6259.39 |
| 1 | PRH-1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3351.9 | 3191.94 | 5915.1 | 3516.04 | 641.92 | 5979.66 |
| | | 28.09 | 28.09 | 7.9 | Flecha(m) | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.17 | 0.29 | 0.08 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3079.38 | 5700.9 | 3405.26 | 624.21 | 5773.45 |
| 2 | ATBV3 | | | | Tiro Der.(N) | 3365.93 | 3205.96 | 5929.13 | 3560.55 | 655.95 | 6015.94 |
| 2 | ATBV3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3236.65 | 2089.24 | 4356.61 | 3450.44 | 886.49 | 4862.68 |
| | | 63.89 | 63.89 | 4 | Flecha(m) | 0.28 | 0.43 | 0.21 | 0.84 | 1.02 | 0.48 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2087.94 | 4351.27 | 3450.26 | 886.49 | 4860.13 |
| 3 | ATBV4 | | | | Tiro Der.(N) | 3243.76 | 2096.35 | 4363.71 | 3472.98 | 893.6 | 4881.05 |
| 3 | ATBV4 | | | | Tiro Izq.(N) | 3241.12 | 770.74 | 2850.93 | 1601.5 | 317.34 | 3067.56 |
| | | 26.16 | 26.16 | 2 | Flecha(m) | 0.05 | 0.2 | 0.05 | 0.3 | 0.48 | 0.13 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 769.92 | 2844.31 | 1600.77 | 317.34 | 3062.62 |
| 4 | ATBV4 | | | | Tiro Der.(N) | 3244.67 | 774.29 | 2854.48 | 1612.77 | 320.9 | 3076.74 |
| 4 | ATBV4 | | | | Tiro Izq.(N) | 3235.24 | 1129.63 | 2024.9 | 2791.94 | 757.41 | 3269.93 |
| | | 77.47 | 34.84 | -0.85 | Flecha(m) | 0.08 | 0.24 | 0.13 | 0.31 | 0.36 | 0.21 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 1128.11 | 2023.3 | 2786.99 | 755.79 | 3266.02 |
| 5 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3233.73 | 1128.12 | 2023.39 | 2787.15 | 755.9 | 3266.02 |
| 5 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3233.63 | 2384.5 | 4619.76 | 3931.78 | 1082.55 | 5253.7 |
| | | 77.47 | 84.18 | 3 | Flecha(m) | 0.49 | 0.66 | 0.34 | 1.27 | 1.46 | 0.77 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2384.48 | 4618.89 | 3930.58 | 1081.94 | 5253.69 |
| 6 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3238.96 | 2389.83 | 4625.09 | 3948.69 | 1087.87 | 5267.47 |
| 6 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3233.74 | 2369.48 | 4597.28 | 3924.72 | 1080.15 | 5238 |
| | | 77.47 | 83.12 | 0.65 | Flecha(m) | 0.47 | 0.65 | 0.33 | 1.24 | 1.42 | 0.76 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2368.83 | 4597.12 | 3919.43 | 1078.17 | 5235.85 |
| 7 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3234.89 | 2370.63 | 4598.43 | 3928.38 | 1081.31 | 5240.98 |
| 7 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3233.4 | 2860.92 | 4438.51 | 5700.26 | 1862.75 | 6252.48 |
| | | 166.91 | 166.91 | 8.3 | Flecha(m) | 1.92 | 2.16 | 1.4 | 3.45 | 3.33 | 2.56 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2860.91 | 4437.92 | 5697.17 | 1861.92 | 6252.06 |
| 8 | PRH-1 | | | | Tiro Der.(N) | 3248.14 | 2875.65 | 4453.24 | 5747.02 | 1877.49 | 6290.6 |
| 8 | PRH-1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3240.43 | 2377.05 | 4622.03 | 3911.16 | 1073.09 | 5245.19 |
| | | 76.78 | 76.78 | 6.7 | Flecha(m) | 0.41 | 0.55 | 0.28 | 1.07 | 1.22 | 0.65 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2373 | 4609.96 | 3909.18 | 1072.79 | 5237.7 |
| 9 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3252.33 | 2388.95 | 4633.93 | 3948.91 | 1084.99 | 5275.96 |
| 9 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3235.88 | 2240.35 | 4472.2 | 3731.06 | 1001.83 | 5068.45 |
| | | 72.52 | 72.52 | 4.3 | Flecha(m) | 0.36 | 0.52 | 0.26 | 0.99 | 1.17 | 0.6 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2239.31 | 4467.7 | 3731.02 | 1001.82 | 5066.69 |
| 10 | AT5 | | | | Tiro Der.(N) | 3243.51 | 2247.99 | 4479.83 | 3755.29 | 1009.47 | 5088.19 |
| 10 | AT5 | | | | Tiro Izq.(N) | 3233.94 | 1928.43 | 4197.91 | 3212.26 | 796.62 | 4654.18 |
| | | 57.9 | 57.9 | 2 | Flecha(m) | 0.23 | 0.39 | 0.18 | 0.74 | 0.94 | 0.41 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 1928.37 | 4196.87 | 3211.84 | 796.26 | 4654.11 |
| 11 | AT5 | | | | Tiro Der.(N) | 3237.49 | 1931.98 | 4201.46 | 3223.53 | 800.17 | 4663.37 |
| 11 | AT5 | | | | Tiro Izq.(N) | 3236.55 | 2528.77 | 4648.17 | 4356.32 | 1272.88 | 5499.59 |
| | | 95.04 | 95.04 | 6.7 | Flecha(m) | 0.62 | 0.8 | 0.43 | 1.46 | 1.58 | 0.95 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2527.04 | 4641.83 | 4356.15 | 1272.87 | 5497 |
| 12 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3248.45 | 2540.67 | 4660.07 | 4394.07 | 1284.78 | 5530.36 |
| 12 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3233.38 | 2592.81 | 4616.46 | 4610.43 | 1387.19 | 5631.45 |
| | | 106.9 | 106.9 | 3 | Flecha(m) | 0.78 | 0.98 | 0.55 | 1.75 | 1.83 | 1.17 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2592.72 | 4616.33 | 4607.22 | 1386.05 | 5630.77 |
| 13 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3238.71 | 2598.14 | 4621.79 | 4627.34 | 1392.51 | 5645.23 |
| 13 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3235.34 | 2240.79 | 4468.29 | 3738.77 | 1005.5 | 5070.11 |
| | | 72.89 | 72.89 | 4 | Flecha(m) | 0.37 | 0.53 | 0.26 | 1 | 1.17 | 0.6 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2240.04 | 4464.65 | 3738.77 | 1005.45 | 5068.91 |
| 14 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3242.44 | 2247.89 | 4475.39 | 3761.31 | 1012.6 | 5088.48 |
| 14 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3234.45 | 2540.64 | 4611.01 | 4454.11 | 1317.89 | 5536.97 |
| | | 100.12 | 100.24 | 5.35 | Flecha(m) | 0.69 | 0.88 | 0.48 | 1.59 | 1.7 | 1.04 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2540.21 | 4608.34 | 4453.88 | 1317.76 | 5536.58 |
| 15 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3243.95 | 2550.14 | 4620.51 | 4484.26 | 1327.39 | 5561.53 |
| 15 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3233.38 | 2539.42 | 4607.14 | 4456.24 | 1318.6 | 5536.18 |
| | | 100.12 | 100 | 2.65 | Flecha(m) | 0.69 | 0.87 | 0.48 | 1.58 | 1.69 | 1.04 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2539.33 | 4607.02 | 4453.23 | 1317.5 | 5535.56 |
| 16 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3238.08 | 2544.12 | 4611.85 | 4471.17 | 1323.31 | 5548.35 |
| 16 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3233.66 | 2675.52 | 4564.4 | 4949.24 | 1537.71 | 5815.18 |
| | | 124.05 | 119.83 | 2.35 | Flecha(m) | 0.99 | 1.19 | 0.7 | 2.05 | 2.08 | 1.42 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2674.98 | 4564.36 | 4943.38 | 1535.81 | 5812.94 |
| 17 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3237.83 | 2679.7 | 4568.57 | 4962.48 | 1541.88 | 5825.97 |
| 17 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3234.08 | 2707.22 | 4617.2 | 4968.94 | 1546.72 | 5851.02 |
| | | 124.05 | 126 | 7 | Flecha(m) | 1.09 | 1.3 | 0.76 | 2.26 | 2.28 | 1.56 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2706.95 | 4614.94 | 4968.31 | 1546.5 | 5850.91 |
| 18 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3246.51 | 2719.65 | 4629.63 | 5008.39 | 1559.15 | 5883.16 |
| 18 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3234.47 | 2707.03 | 4617.34 | 4968.28 | 1546.46 | 5850.78 |
| | | 124.05 | 126 | 7.65 | Flecha(m) | 1.09 | 1.3 | 0.77 | 2.26 | 2.28 | 1.56 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2706.53 | 4614.28 | 4967.99 | 1546.36 | 5850.42 |
| 19 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3248.06 | 2720.62 | 4630.93 | 5011.38 | 1560.05 | 5885.91 |
| 19 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3237.47 | 2400.68 | 4597.11 | 4031.15 | 1128.71 | 5293.97 |
| | | 82.22 | 82.22 | 6 | Flecha(m) | 0.47 | 0.63 | 0.33 | 1.18 | 1.33 | 0.74 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2398.52 | 4589.65 | 4030.67 | 1128.67 | 5290.31 |
| 20 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3248.13 | 2411.33 | 4607.76 | 4064.96 | 1139.36 | 5321.52 |
| 20 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3249.96 | 2429.95 | 3545.66 | 5419.28 | 1732.47 | 5710.92 |
| | | 177.63 | 61.63 | 7.3 | Flecha(m) | 0.26 | 0.35 | 0.24 | 0.5 | 0.49 | 0.39 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2418.91 | 3527.06 | 5399.31 | 1726.02 | 5686.16 |
| 21 | ATH1 | | | | Tiro Der.(N) | 3262.92 | 2442.92 | 3558.62 | 5460.42 | 1745.43 | 5744.44 |
| 21 | ATH1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3233.85 | 2939.59 | 4469.99 | 5910.62 | 1952.11 | 6405.5 |
| | | 177.63 | 200.23 | 7.6 | Flecha(m) | 2.75 | 3.03 | 1.99 | 4.79 | 4.57 | 3.6 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2938.84 | 4469.99 | 5900.79 | 1949.34 | 6401.82 |
| 22 | AT3 | | | | Tiro Der.(N) | 3247.34 | 2953.08 | 4483.49 | 5953.44 | 1965.6 | 6440.4 |
| 22 | AT3 | | | | Tiro Izq.(N) | 3258.1 | 3260.67 | 5670.96 | 4751.33 | 1425.25 | 6257.41 |
| | | 88.23 | 90.31 | 13.45 | Flecha(m) | 0.57 | 0.57 | 0.33 | 1.23 | 1.29 | 0.76 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 3235.93 | 5620.34 | 4730.18 | 1419.27 | 6216.26 |
| 23 | AT1 | | | | Tiro Der.(N) | 3281.98 | 3284.56 | 5694.84 | 4827.12 | 1449.13 | 6319.17 |
| 23 | AT1 | | | | Tiro Izq.(N) | 3233.6 | 2403.36 | 4531.79 | 4148.62 | 1183.81 | 5323.34 |
| | | 88.23 | 85.99 | 1.02 | Flecha(m) | 0.51 | 0.68 | 0.36 | 1.26 | 1.39 | 0.8 |
| | | | | | Tiro H.(N) | 3233.38 | 2402.88 | 4531.74 | 4144.11 | 1182.17 | 5321.65 |
| 24 | ATT6 | | | | Tiro Der.(N) | 3235.41 | 2405.17 | 4533.6 | 4154.36 | 1185.62 | 5328.03 |
| 24 | ATT6 | | | | Tiro Izq.(N) | 3247.83 | 313 | | | | |

SUSTENTO DE USO DE AMORTIGUADORES PARA CONDUCTORES AAAC - 35 mm²

OBRA : "RENOVACION DE RED PRIMARIA; EN EL(LA) ALIMENTADOR TA-05 DE LA SET TAMBURCO, EN LOS DISTRITOS DE TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y EN EL DISTRITO DE HUANIPACA, PROVINCIA ABANCAY, DEPARTAMENTO APURIMAC"

DATOS DEL CONDUCTOR

SECCIÓN : 35 mm² EDS Final : 18 % Tr
 MATERIAL : AAAC
 DIAM. EXTERIOR: D 7.5 mm. TIRO ROT. (Kg.) : 1035 Kg.
 PESO : Wc 0.096 Kg/m.

HIPÓTESIS DE CALCULO DE MAYOR DURACIÓN :

Temperatura media 20 °C
 Velocidad máxima : 90 km/h.
 Velocidad media : V 31.50 km/h.
 8.75 m/s

A) CALCULO DE TIRO HORIZONTAL

To = EDS x TIRO ROT. = 186.30 Kg.

B) CALCULO DE LA PRESIÓN DEL VIENTO

Pv = 0.0042 x V² = 4.167 kg/m

C) CALCULO DEL PESO DEL CONDUCTOR CON VIENTO RESULTANTE :

$$W_r = \left((W_c)^2 + \left(P_v \times \frac{D}{1000} \right)^2 \right)^{0.5} = 0.101 \text{ kg/m.}$$

D) CALCULO DEL PARÁMETRO

Co = To / Wr = 1,844.55 m

E) CALCULO DE LA LONGITUD MÍNIMA PARA EL USO DE AMORTIGUADOR

Para el calculo de la longitud es importante mencionar que una frecuencia de resonancia o una vibración peligrosa resulta cuando la frecuencia de excitación iguala a la frecuencia natural.

por lo que se igualan ambas ecuaciones :

$$f_s = 0.19 \times \left(\frac{V}{D} \right) \quad f_n = \left(\frac{1}{2L} \right) \sqrt{C_0 \times g}$$

de donde :

$$L = \frac{(D \sqrt{C_0 \times g})}{(0.38 \times V)} = 303 \text{ m.}$$

A partir de este vano sería necesario el uso de amortiguadores ya que las vibraciones sobre el conductor serán peligrosas a mayor vano.

En Conclusión se usarán amortiguadores para vanos mayores a: 300 m.

La cantidad de amortiguadores por vano se detalla a continuación

| VARO DE CONDUCTOR (m) | >300 | >500 | >600 |
|---|------|------|------|
| POR VARO | | | |
| Conductor de Alecion de Aluminio de 35mm2 | 2 | 4 | 6 |

F) SELECCIÓN DEL TIPO DE AMORTIGUADOR

El análisis de hará para amortiguadores tipo ESPIRAL

Se realizará de acuerdo a catálogo de fabricante para conductor de 7,5 mm de diámetro.

G) POSICIÓN DE AMORTIGUADOR

Los espaciamientos en donde se deban instalar los amortiguadores con respecto al punto de apoyo son:

S1 = 0.0013 * D * (T/wc) ^ 0.5 = 0.43 m
 S2 = 0.0026 * D * (T/wc) ^ 0.5 = 0.86 m
 S3 = 0.0039 * D * (T/wc) ^ 0.5 = 1.29 m

SUSTENTO DE USO DE AMORTIGUADORES PARA CONDUCTORES AAAC - 35 mm²

OBRA : "RENOVACION DE RED PRIMARIA; EN EL(LA) ALIMENTADOR TA-05 DE LA SET TAMBURCO, EN LOS DISTRITOS DE TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y EN EL DISTRITO DE HUANIPACA, PROVINCIA ABANCAY, DEPARTAMENTO APURIMAC"

DATOS DEL CONDUCTOR

SECCIÓN : 50 mm² EDS Final : 18 % Tr
MATERIAL : AAAC
DIAM. EXTERIOR: D 9 mm. TIRO ROT. (Kg.) : 1100.3 Kg.
PESO : Wc 0.138 Kg/m.

HIPÓTESIS DE CALCULO DE MAYOR DURACIÓN :

Temperatura media 20 °C
Velocidad máxima : 90 km/h.
Velocidad media : V 31.50 km/h.
8.75 m/s

A) CALCULO DE TIRO HORIZONTAL

To = EDS x TIRO ROT. = 198.05 Kg.

B) CALCULO DE LA PRESIÓN DEL VIENTO

Pv = 0.0042 x V² = 4.167 kg/m

C) CALCULO DEL PESO DEL CONDUCTOR CON VIENTO RESULTANTE :

$$W_r = \left((W_c)^2 + \left(P_v \times \frac{D}{1000} \right)^2 \right)^{0.5} = 0.143 \text{ kg/m.}$$

D) CALCULO DEL PARÁMETRO

Co = To / Wr = 1,384.97 m

E) CALCULO DE LA LONGITUD MÍNIMA PARA EL USO DE AMORTIGUADOR

Para el calculo de la longitud es importante mencionar que una frecuencia de resonancia o una vibración peligrosa resulta cuando la frecuencia de excitación iguala a la frecuencia natural.

por lo que se igualan ambas ecuaciones :

$$f_s = 0.19 \times \left(\frac{V}{D} \right) \quad f_n = \left(\frac{1}{2L} \right) \sqrt{C_0 \times g}$$

de donde :

$$L = \frac{(D \sqrt{C_0 \times g})}{(0.38 \times V)} = 316 \text{ m.}$$

A partir de este vano sería necesario el uso de amortiguadores ya que las vibraciones sobre el conductor serán peligrosas a mayor vano.

En Conclusión se usarán amortiguadores para vanos mayores a: 300 m.

La cantidad de amortiguadores por vano se detalla a continuación

| VARNO DE CONDUCTOR (m) | >300 | >500 | >600 |
|---|------|------|------|
| POR VANO | | | |
| Conductor de Alecion de Aluminio de 35mm2 | 2 | 4 | 6 |

F) SELECCIÓN DEL TIPO DE AMORTIGUADOR

El análisis se hará para amortiguadores tipo ESPIRAL

Se realizará de acuerdo a catálogo de fabricante para conductor de 7,5 mm de diámetro.

G) POSICIÓN DE AMORTIGUADOR

Los espaciamientos en donde se deban instalar los amortiguadores con respecto al punto de apoyo son:

$$\begin{aligned} S1 &= 0.0013 \times D \times (T/wc)^{0.5} &= & 0.44 \text{ m} \\ S2 &= 0.0026 \times D \times (T/wc)^{0.5} &= & 0.89 \text{ m} \\ S3 &= 0.0039 \times D \times (T/wc)^{0.5} &= & 1.33 \text{ m} \end{aligned}$$

SUSTENTO DE USO DE AMORTIGUADORES PARA CONDUCTORES AAAC - 70 mm²

OBRA : **"RENOVACION DE RED PRIMARIA; EN EL(LA) ALIMENTADOR TA-05 DE LA SET TAMBURCO, EN LOS DISTRITOS DE TAMBURCO, CURAHUASI, CACHORA Y EN EL DISTRITO DE HUANIPACA, PROVINCIA ABANCAY, DEPARTAMENTO APURIMAC"**

DATOS DEL CONDUCTOR

SECCIÓN : 70 mm² EDS Final : 18 % Tr
 MATERIAL : AAAC
 DIAM. EXTERIOR: D 9.0 mm. TIRO ROT. (Kg.) : 2071 Kg.
 PESO : Wc 0.245 Kg/m.

HIPÓTESIS DE CALCULO DE MAYOR DURACIÓN :

Temperatura media 20 °C
 Velocidad máxima : 90 km/h.
 Velocidad media : V 20.70 km/h.
 5.75 m/s

A) CALCULO DE TIRO HORIZONTAL

To = EDS x TIRO ROT. = 372.78 Kg.

B) CALCULO DE LA PRESIÓN DEL VIENTO

Pv = 0.0042 x V² = 1.800 kg/m

C) CALCULO DEL PESO DEL CONDUCTOR CON VIENTO RESULTANTE :

$$W_r = \left((W_c)^2 + \left(P_v \times \frac{D}{1000} \right)^2 \right)^{0.5} = 0.246 \text{ kg/m.}$$

D) CALCULO DEL PARÁMETRO

Co = To / Wr = 1,515.37 m

E) CALCULO DE LA LONGITUD MÍNIMA PARA EL USO DE AMORTIGUADOR

Para el calculo de la longitud es importante mencionar que una frecuencia de resonancia o una vibración peligrosa resulta cuando la frecuencia de excitación iguala a la frecuencia natural.

por lo que se igualan ambas ecuaciones :

$$f_s = 0.19 \times \left(\frac{V}{D} \right) \quad f_n = \left(\frac{1}{2L} \right) \sqrt{C_o \times g}$$

de donde :

$$L = \frac{(D \sqrt{C_o \times g})}{(0.38 \times V)} = 502.21 \text{ m.}$$

A partir de este vano será necesario el uso de amortiguadores ya que las vibraciones sobre el conductor serán peligrosas a mayor vano.

En Conclusión se usarán amortiguadores para vanos mayores a: 500 m.

La cantidad de amortiguadores por vano se detalla a continuación

| | |
|---|-------|
| VANO DE CONDUCTOR (m) | >=500 |
| POR VANO Conductor de Aleación de Aluminio de 50 mm ² | 6 |

F) SELECCIÓN DEL TIPO DE AMORTIGUADOR

El análisis se hará para amortiguadores tipo ESPIRAL

Se realizará de acuerdo a catálogo de fabricante para conductor de 7,5 mm de diámetro.

G) POSICIÓN DE AMORTIGUADOR

Los espaciamientos en donde se deban instalar los amortiguadores con respecto al punto de apoyo son:

$$\begin{aligned} S1 &= 0.0013 \times D \times (T/wc)^{0.5} &= & 0.46 \text{ m} \\ S2 &= 0.0026 \times D \times (T/wc)^{0.5} &= & 0.91 \text{ m} \\ S3 &= 0.0039 \times D \times (T/wc)^{0.5} &= & 1.37 \text{ m} \end{aligned}$$

CALCULO DE CIMENTACIONES DE POSTES

CIMENTACION POSTES C.A. 12/200/150/320

Datos de Entrada

| | | |
|---|------|--------|
| Capacidad portante del terreno | 3 | kg/cm2 |
| Indice de compresibilidad ($C_t = C_b$) | 6 | kg/cm3 |
| Angulo de tierra gravante (β) | 8 | ° sex |
| Fuerza en la cima del poste (F) | 200 | kg |
| Altura entre el suelo y punto de esfuerzo del poste (H_s-e) | 10.2 | m |
| Altura de cimentación (h) | 1.7 | m |
| Ancho de dado (b) | 0.9 | m |
| Fondo de dado (a) | 0.9 | m |
| Diámetro medio del poste dentro de la cimentación (Dm) | 0.3 | m |
| Peso del poste (Pp) | 1427 | kg |
| Peso de los accesorios y crucetas (Pa) | 100 | kg |
| Peso específico del concreto 140 - 175 kg/cm2 (γ_t) | 2000 | kg/m3 |
| Peso específico del terreno (γ_t) | 600 | kg/m3 |
| Altura del solado | 0.1 | m |

TIPO DE SUELO

GM

PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Peso de la fundación (Gf) en kg
2,837.67 kg

Peso de tierra en un ángulo β (Gt)
518.98 kg

Peso Total (G)
4,883.65 kg

Momento flector a una profund de $2h/3$ (M)
226,666.67 kg cm

Momento Mb en Primera aproximación = $0.4 \cdot G \cdot a$ (Mb)
175,811.40 kg cm

Calculando Ms
50,855.27 kg cm

Calculando los Indices de compresabilidad $C_t = C_b$
4.15 kg/cm3

Altura del bloque (h)
78.92 cm OK CUMPLE !!!

Entonces la altura de empotramiento es:
Altura del bloque - altura del solado = 1.60 cm

1.60 m

CALCULO DE CIMENTACIONES DE POSTES

CIMENTACION POSTES C.A. 12/300/160/330

Datos de Entrada

| | | |
|---|------|--------|
| Capacidad portante del terreno | 3 | kg/cm2 |
| Indice de compresibilidad ($C_t = C_b$) | 6 | kg/cm3 |
| Angulo de tierra gravante (β) | 8 | ° sex |
| Fuerza en la cima del poste (F) | 300 | kg |
| Altura entre el suelo y punto de esfuerzo del poste (H_s-e) | 10.3 | m |
| Altura de cimentación (h) | 1.7 | m |
| Ancho de dado (b) | 0.9 | m |
| Fondo de dado (a) | 0.9 | m |
| Diámetro medio del poste dentro de la cimentación (Dm) | 0.32 | m |
| Peso del poste (Pp) | 1469 | kg |
| Peso de los accesorios y crucetas (Pa) | 150 | kg |
| Peso específico del concreto 140 - 175 kg/cm2 (γ_t) | 2000 | kg/m3 |
| Peso específico del terreno (γ_t) | 600 | kg/m3 |
| Altura del solado | 0.1 | m |

TIPO DE SUELO

GM

PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Peso de la fundación (Gf) en kg
2,804.56 kg

Peso de tierra en un ángulo β (Gt)
518.98 kg

Peso Total (G)
4,942.54 kg

Momento flector a una profund de 2h/3 (M)
343,000.00 kg cm

Momento Mb en Primera aproximación = $0,4 \cdot G \cdot a$ (Mb)
177,931.44 kg cm

Calculando Ms
165,068.56 kg cm

Calculando los Indices de compresabilidad $C'_t = C'_b$
4.20 kg/cm3

Altura del bloque (h)
116.38 cm **OK CUMPLE !!!**

Entonces la altura de empotramiento es:
Altura del bloque - altura del solado = 1.60 cm

1.60 m

CALCULO DE CIMENTACIONES DE POSTES

CIMENTACION POSTES C.A. 13/300/180/375

Datos de Entrada

| | | |
|---|------|--------|
| Capacidad portante del terreno | 3 | kg/cm2 |
| Indice de compresibilidad ($C_t = C_b$) | 6 | kg/cm3 |
| Angulo de tierra gravante (β) | 8 | ° sex |
| Fuerza en la cima del poste (F) | 300 | kg |
| Altura entre el suelo y punto de esfuerzo del poste (H_s-e) | 11.1 | m |
| Altura de cimentación (h) | 1.8 | m |
| Ancho de dado (b) | 0.9 | m |
| Fondo de dado (a) | 0.9 | m |
| Diámetro medio del poste dentro de la cimentación (Dm) | 0.37 | m |
| Peso del poste (Pp) | 1713 | kg |
| Peso de los accesorios y crucetas (Pa) | 200 | kg |
| Peso específico del concreto | 0 | |
| 140 - 175 kg/cm2 (γ_t) | 2100 | kg/m3 |
| Peso específico del terreno (γ_t) | 600 | kg/m3 |
| Altura del solado | 0.1 | m |

TIPO DE SUELO

GM

PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Peso de la fundación (Gf) en kg
2,995.57 kg

Peso de tierra en un ángulo β (Gt)
589.36 kg

Peso Total (G)
5,497.93 kg

Momento flector a una profund de $2h/3$ (M)
369,000.00 kg cm

Momento Mb en Primera aproximación = $0.4 \cdot G \cdot a$ (Mb)
197,925.48 kg cm

Calculando Ms
171,074.52 kg cm

Calculando los Indices de compresabilidad $C'_t = C'_b$
4.95 kg/cm3

Altura del bloque (h)
111.50 cm **OK CUMPLE !!!**

Entonces la altura de empotramiento es:

Altura del bloque - altura del solado = 1.70 cm

1.70 m

CALCULO DE CIMENTACIONES DE POSTES

CIMENTACION POSTES C.A. 13/400/210/400

Datos de Entrada

| | | |
|--|------|--------|
| Capacidad portante del terreno | 3 | kg/cm2 |
| Indice de compresibilidad (Ct = Cb) | 6 | kg/cm3 |
| Angulo de tierra gravante (β) | 8 | ° sex |
| Fuerza en la cima del poste (F) | 400 | kg |
| Altura entre el suelo y punto de esfuerzo del poste (Hs-e) | 11.1 | m |
| Altura de cimentación (h) | 1.8 | m |
| Ancho de dado (b) | 0.9 | m |
| Fondo de dado (a) | 0.9 | m |
| Diámetro medio del poste dentro de la cimentación (Dm) | 0.38 | m |
| Peso del poste (Pp) | 1662 | kg |
| Peso de los accesorios y crucetas (Pa) | 250 | kg |
| Peso específico del concreto | | |
| 140 - 175 kg/cm2 (γt) | 2100 | kg/m3 |
| Peso específico del terreno (γt) | 600 | kg/m3 |
| Altura del solado | 0.1 | m |

TIPO DE SUELO

GM

PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Peso de la fundación (Gf) en kg
2,973.30 kg

Peso de tierra en un ángulo β (Gt)
589.36 kg

Peso Total (G)
5,474.66 kg

Momento flector a una profund de 2h/3 (M)
492,000.00 kg cm

Momento Mb en Primera aproximación = $0.4 \cdot G \cdot a$ (Mb)
197,087.76 kg cm

Calculando Ms
294,912.24 kg cm

Calculando los Indices de compresabilidad $C't = C'b$
4.93 kg/cm3

Altura del bloque (h)
133.87 cm **OK CUMPLE !!!**

Entonces la altura de empotramiento es:
Altura del bloque - altura del solado = 1.70 cm

1.70 m

CALCULO DE CIMENTACIONES DE POSTES AISLADOS

CIMENTACION POSTES C.A. 15/600/210/435

Datos de Entrada

| | | |
|---|------|--------|
| Capacidad portante del terreno | 3.5 | kg/cm2 |
| Indice de compresibilidad ($C_t = C_b$) | 6 | kg/cm3 |
| Angulo de tierra gravante (β) | 8 | ° sex |
| Fuerza en la cima del poste (F) | 600 | kg |
| Altura entre el suelo y punto de esfuerzo del poste (H_s-e) | 13.1 | m |
| Altura de cimentación (h) | 2.1 | m |
| Ancho de dado (b) | 0.9 | m |
| Fondo de dado (a) | 0.9 | m |
| Diámetro medio del poste dentro de la cimentación (Dm) | 0.41 | m |
| Peso del poste (Pp) | 3081 | kg |
| Peso de los accesorios y crucetas (Pa) | 300 | kg |
| Peso específico del concreto 140 - 175 kg/cm2 (γ_t) | 2100 | kg/m3 |
| Peso específico del terreno (γ_t) | 600 | kg/m3 |
| Altura del solado | 0.1 | m |

TIPO DE SUELO

GM

PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Peso de la fundación (Gf) en kg
3,330.07 kg

Peso de tierra en un ángulo β (Gt)
815.26 kg

Peso Total (G)
7,526.33 kg

Momento flector a una profund de 2h/3 (M)
870,000.00 kg cm

Momento Mb en Primera aproximación = $0.4 \cdot G \cdot a$ (Mb)
270,947.88 kg cm

Calculando Ms
599,052.12 kg cm

Calculando los Indices de compresabilidad $C_t = C_b$
7.90 kg/cm3

Altura del bloque (h)
144.89 cm **OK CUMPLE !!!**

Entonces la altura de empotramiento es:
Altura del bloque - altura del solado = 2.00 cm

2.00 m

CALCULO DE CIMENTACIONES DE POSTES AISLADOS

CIMENTACION POSTES C.A. 15/400/210/405

Datos de Entrada

| | | |
|--|------|--------|
| Capacidad portante del terreno | 3.5 | kg/cm2 |
| Indice de compresibilidad (Ct = Cb) | 6 | kg/cm3 |
| Angulo de tierra gravante (β) | 8 | ° sex |
| Fuerza en la cima del poste (F) | 400 | kg |
| Altura entre el suelo y punto de esfuerzo del poste (Hs-e) | 13.1 | m |
| Altura de cimentación (h) | 2.1 | m |
| Ancho de dado (b) | 0.9 | m |
| Fondo de dado (a) | 0.9 | m |
| Diámetro medio del poste dentro de la cimentación (Dm) | 0.38 | m |
| Peso del poste (Pp) | 2548 | kg |
| Peso de los accesorios y crucetas (Pa) | 300 | kg |
| Peso específico del concreto 140 - 175 kg/cm2 (γt) | 2100 | kg/m3 |
| Peso específico del terreno (γt) | 600 | kg/m3 |
| Altura del solado | 0.1 | m |

TIPO DE SUELO

GM

PROCEDIMIENTO DE CALCULO

Peso de la fundación (Gf) en kg
3,412.16 kg

Peso de tierra en un ángulo β (Gt)
815.26 kg

Peso Total (G)
7,075.42 kg

Momento flector a una profund de 2h/3 (M)
580,000.00 kg cm

Momento Mb en Primera aproximación = 0,4*G*a (Mb)
254,715.12 kg cm

Calculando Ms
325,284.88 kg cm

Calculando los Indices de compresabilidad C't = C'b
7.43 kg/cm3

Altura del bloque (h)
120.64 cm **OK CUMPLE !!!**

Entonces la altura de empotramiento es:
Altura del bloque - altura del solado = 2.00 cm

2.00 m