

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



**PROYECTO DE TRANSMISION EN 50 KV. OROYA NUEVA-
PACHACHACA. DEPARTAMENTO DE JUNIN**

Tomo I

T E S I S

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO ELECTRICISTA

JUAN PABLO BAUTISTA RIOS

PROMOCION 1979 - I

Lima - Perú

1986

A mis hermanos
Daniel y Luz Hortencia
con profundo amor.

PROYECTO DE LA LINEA DE TRANSMISION
EN 50 KV. OROYA NUEVA PACHACHACA - DEPARTAMENTO DE JUNIN

INTRODUCCION

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Alcances

1.2. Características Generales de la línea de transmisión

1.2.1. Descripción General.

1.2.2. Criterios Básicos de Diseño.

2.- CALCULOS

2.1. Cálculos Eléctricos

2.1.1. Introducción

2.1.2. Cálculo de los parámetros de la línea.

2.1.3. Determinación de tensiones y corrientes.

2.1.4. Cálculo de la regulación y eficiencia.

2.2. Cálculos Mecánicos.

2.2.1. Características de los cables.

2.2.2. Estados de carga

2.2.3. Cálculo de la tensión del cable.

2.2.4. Cargas sobre el conductor para las diferentes hipótesis.

2.2.5. Comportamiento del conductor para las diferentes hipótesis.

2.2.6. Cálculo de los parámetros de la catenaria a temperatura máxima.

2.2.7. Cálculo de los parámetros de la catenaria a temperatura mínima.

2.2.8. Tabla de tensado del conductor.

2.2.9. Tabla de tensado del cable de guarda.

2.2.10 Distancias de seguridad.

3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS

3.1. Especificaciones técnicas de los materiales

3.1.1. Conductores eléctricos y pruebas

3.1.2. Aisladores y ferretería de línea.

3.2. Especificaciones Técnicas de construcción

3.2.1. Objeto

3.2.2. Definiciones

3.2.3. De los trabajos

3.2.4. Materiales y Equipos

3.2.5. Supervisión

3.2.6. Del tendido de la línea.

3.2.7. Marcas.

4.- METRADO Y PRESUPUESTO

4.1. Análisis de precios unitarios

4.2. Fórmula polinómica de reajuste de precios.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

PLANOS

I N T R O D U C C I O N

El presente proyecto para optar el título de Ingeniero Electricista, tiene por objeto la elaboración a nivel de Ingeniería de Detalle del " Proyecto de la Línea de Transmisión en 50 Kv Subestación Oroya Nueva - Pachachaca ", de propiedad de la Empresa Minera del Centro del Perú - Centromin Perú S.A.

La mencionada línea forma parte del "Proyecto de Interconexión entre los Sistemas Eléctricos de Centromin Perú y Electro Perú". Dicho proyecto contempla alimentar desde la Subestación Oroya Nueva (en actual ejecución) a todas las unidades de producción situadas en la Sierra Central.

Por otra parte la energía a disponer en la S.E. Oroya Nueva se tomará desde la S.E. Mahr Túnel de Electro Perú a través de una línea en 220 Kv, formándose así el Sistema Interconectado del Centro del Perú.

Asimismo y para la alimentación de las unidades mineras de la zona oeste de La Oroya se interconectará la S.E. Oroya Nueva con la Central Hidroeléctrica de Pachachaca a través de la línea en 50 Kv., materia de diseño del presente Proyecto.

El mencionado "Proyecto de Interconexión" que ha sido ya licitado y entregado su ejecución a la Compañía francesa CGEE Alsthom, quienes-

suministrarán los materiales necesarios para la construcción, así como se encargarán de la construcción en concordancia con lo expuesto - en el presente Proyecto.

MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Alcances

El Proyecto comprende el diseño a nivel de Ingeniería de Detalle de la línea en 50 Kv que servirá de enlace entre la Subestación Oroya Nueva y la Central Hidroeléctrica de Pachachaca.

Está basado en los siguientes antecedentes:

Existe un Proyecto de Interconexión entre los Sistemas Eléctricos de Centromin Perú y Electro Perú y que contempla, como parte del Proyecto, la Adición y Reubicación de las líneas de transmisión en 50, 69 y 138 Kv, así como la modificación de las subestaciones existentes del Sistema Centromin, para adecuarse a las nuevas condiciones de operación del Sistema Interconectado Centromin - Electro Perú.

Las necesidades energéticas de las unidades de Morococha, Casanalca, Mahr Túnel, San Cristóbal, Andavchagua y particulas hacen necesaria una transferencia de mayor energía desde La Oroya

El presente Proyecto no interfiere el Proyecto de Interconexión Eléctrica mencionado, sino que forma parte de él.

Existe una Ingeniería Básica desarrollada por P y V/Fbasco Co. USA que ha definido los lineamientos para el desarrollo de la Ingeniería de Detalle de la línea, materia del Proyecto.

Como consecuencia de ello, el presente proyecto ha tomado como definidos los siguientes aspectos:

1. Calibre de conductor
2. Tensión de servicio
3. Estructuras típicas en madera de pino
4. Ruta aproximada

El alcance de la Ingeniería de este Proyecto comprende:

- Determinación de la ruta y planimetría de la línea
- Determinación de los materiales y accesorios necesarios
- Determinación de los anoyos tipo de la línea
- Especificaciones técnicas de los materiales
- Metrado y presupuesto
- Planos de Detalle y especificaciones para la construcción.

1.2 Características Generales de la Línea de Transmisión

1.2.1 Descripción General

Tal como se ha indicado en la cláusula 1.1 de esta Memoria, la línea de transmisión interconectará la Subestación Oroya Nueva (controlada a través de un Centro de Control, en actual implementación) con la Central Hidroeléctrica de Pachachaca de propiedad de Centromin Perú S.A., en la zona de influencia de La Oroya.

La Línea de Transmisión propuesta, consta de una terna

.3.

con una capacidad de transporte de 30 MVA, con 50 Kv de tensión nominal.

Esta línea tendrá una longitud de 18.2 km de una sola terna con conductor ACSR 4/0, 6/1.

El cable de guarda será de acero galvanizado de extra alta resistencia con 9.14 mm de diámetro de 7 hilos.

Los soportes estarán constituidos principalmente por estructuras de dos postes de pino inmortado en formación H y con crucetas de canales de acero.

La ruta de la línea atraviesa terrenos de topografía no muy accidentada que varía entre 3804.7 v 4090.47 m.s.n.m. (285 77 m en Cota Perfil).

La elección de la ruta se ha hecho teniendo en cuenta el tipo de estructura seleccionada, el calibre y tipo de conductor, de manera que el vano normal resulte menor de 300 metros según el tramo considerado y los desniveles no superen el 10% en su mayor parte.

Asimismo se ha tenido en cuenta la accesibilidad desde la carretera existente (Carretera Central), así como los aspectos geomorfológicos y geológicos del terreno.

1.2.2 Criterios Básicos de Diseño

1. Nivel de Tensión de Transmisión

La elección del nivel de tensión ha sido efectuada -

en el Estudio de Ingeniería Básica del Proyecto de Interconexión Eléctrica entre los Sistemas Eléctricos de CMP/ELP, desarrollada por Ebasco/P y V, se entiende que dicho análisis ha tomado en cuenta los criterios de:

- Inversión inicial
- Pérdidas
- Anorte al Fondo de Ampliaciones
- Operación y Mantenimiento
- Valor residual

2. Conductor

De la misma forma la Ingeniería Básica del "Proyecto de Interconexión" ha definido el calibre y tipo de conductor, entendiéndose que se ha realizado un análisis de minimización de costos anuales considerando - las características eléctricas del conductor, su comportamiento mecánico utilizando postes de madera de diversas clases y longitudes.

3. Cadena de Aisladores

La determinación de la cadena de aisladores se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Contaminación ambiental
- Sobretensiones internas

- Niveles standard de Aislamiento
- Sobretensiones externas

De acuerdo a los mencionados criterios se ha seleccionado una cadena de 6 aisladores del tipo "Standard", cuya longitud total incluyendo accesorios es de 1.076 m. aproximadamente.

Es necesario destacar que por tratarse de una línea - que atraviesa una zona de hasta 4090.47 msnm, las sobretensiones externas son las condiciones más desfavorables para el Diseño del Aislamiento de la línea.

4. Estructura Sonorte

Por consideraciones de menor inversión inicial, se ha optado por la utilización de postes de madera, según el estudio de Ingeniería Básica del Proyecto de Interconexión.

De acuerdo a las características del conductor, el nivel de tensión de transmisión, se ha optado por una estructura principal constituida por dos postes de madera de tipo de 17 m clase 2 en configuración "H".

La cruceta que se instalará a 1.70 m de el vértice de los postes estará conformada por dos canales de 6.60 m de longitud, se instalarán de manera que los conductores se dispongan horizontalmente y separados 3.20 m

entre conductores adyacentes.

La estructura llevará dos cables de guarda instalados a 0.35 cm del vértice de los postes. Dichos cables proporcionarán un ángulo de protección contra descargas atmosféricas de 30° , lo que significa que para un nivel isoceraúico de 30 la línea estará libre de descargas atmosféricas.

En el diseño mecánico del conductor se ha considerado que la separación mínima vertical entre el cable de guarda y el conductor se presenta a la mínima temperatura sin carga, siendo dicha separación igual a la separación horizontal.

Para vanos mayores de 300 m. y estructuras en ángulo se ha diseñado crucetas de mayor longitud.

Las estructuras en general se han diseñado para cumplir la mínima distancia del conductor al suelo, estipuladas por el Código Eléctrico del Perú, habiendo resultado una distancia de 6 m, para 50 Kv de tensión nominal. Considerando la longitud de las cadenas de aisladores y la ubicación de la cruceta a 2.78 m, del vértice del poste, la máxima flecha admisible a 60° C en terreno horizontal es de 5.92 m, según Normas Itin tec del poste será enterrado en terreno de tierra su

ve a una longitud de $0.1 L + 0.6$, donde L es la longitud del poste, resultando 2.30 m.

5. Cable de Guarda

El cable de guarda que es definido por el Estudio de Ingeniería Básica, evidentemente se ha seleccionado teniendo en cuenta que las estructuras "H" no soportan esfuerzos longitudinales extraordinarios, ya que en caso de rotura de un conductor, el cable de guarda absorberá y transmitirá a la estructura de retención la mayor parte del esfuerzo longitudinal resultante. La otra parte del esfuerzo será absorbida por el poste dentro del límite de su esfuerzo nominal de trabajo.

Bajo estas condiciones y considerando que no es conveniente hacer trabajar al poste con factores de seguridad menores que 2 y por otro lado tratando de que el cable de guarda trabaje normalmente con un factor de seguridad igual o mayor que el conductor; se concluye que el cable de guarda será de acero galvanizado de extra alta resistencia de 9.14 mm de diámetro, 7 hilos.

6. Sistema de Puesta Tierra

Para el diseño de la puesta a tierra se ha considera

do que en la ruta de la línea se presenta en nivel iso-
cerámico de 30. A este nivel las descargas no deben -
producir más de una salida de servicio al año.

Considerando que la resistividad promedio del suelo es
del orden 1000 Ω -m y que la resistencia a tierra de -
la estructura es 5 OHMS, la longitud necesaria de con-
ductor N° 4 BWG para puesta a tierra simple (one wire
counterpoise) es de 400 pies.

II

CALCULOS

2.1 Cálculos Eléctricos

2.1.1 Introducción

El presente estudio expone el cálculo eléctrico de la línea de transmisión, tomando en consideración que tenemos determinado el conductor y la tensión de transmisión; también servirá como base para el estudio de la regulación de tensión.

2.1.2 Cálculo de los Parámetros de la línea

Para el cálculo de los parámetros de la línea se ha tomado en consideración la configuración de la estructura principal típica (HSX), mostrada en la figura (1).

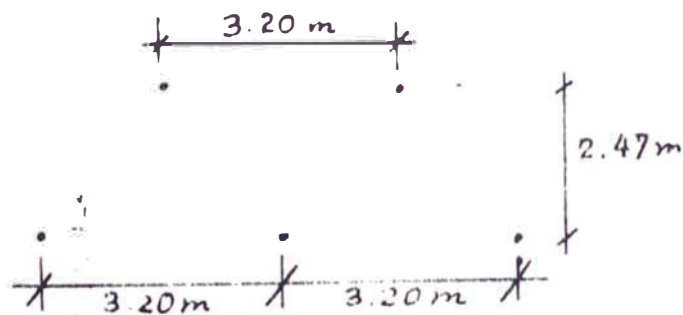


FIGURA (1)

Configuración de la Estructura principal típica

Datos del Conductor

| | | |
|--|---|-----------------------|
| Material | : | ACSR / Tipo "PINGUIN" |
| Sección | : | 125.1 mm ² |
| Número de hilos de aluminio | : | 6 |
| Número de hilos de acero | : | 1 |
| Longitud de línea | : | 18.2 Km |
| Radio Medio Geométrico | : | 2.48 mm |
| Resistencia eléctrica a 50°C, 60 HZ | : | 0.312 Ω /Km |

1. Resistencia Eléctrica

La resistencia eléctrica por fase estará dada por los 18.2 km de línea

$$R = 0.312 \text{ } \Omega /\text{Km} \times 18.2 \text{ Km} = 5.68 \text{ } \Omega$$

2. Inductancia / Reactancia Inductiva

Para el cálculo de la inductancia se considerará una línea transpuesta, ya que debido a su poca longitud el efecto de la no transposición es mínimo.

Por tanto, la inducción por kilómetro estará dada por:

$$L = 2.10^{-7} L_n \frac{DMG}{RMG} \text{ H/Km}$$

Donde:

DMG : Distancia Media Geométrica

RMG : Radio Medio Geométrico

$$DMG = \sqrt[3]{(3.20 \text{ m}) (3.20 \text{ m}) (6.40 \text{ m})}$$

$$DMG = 4.03 \text{ m}$$

$$RMG = 0.00248 \text{ m}$$

Por lo que:

$$L = 14.786 \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

La reactancia a frecuencia 60 HZ será

$$X_L = 2 \pi f l \ \Omega/\text{m}$$

$$X_L = 5.574 \times 10^{-4} \ \Omega/\text{m}$$

o
$$X_L = 0.5574 \ \Omega/\text{Km}$$

Para el total de la línea, por fase

$$X_L = 10.144 \ \Omega$$

3. Capacitancia /Reactancia Capacitiva

No se considerará el efecto de la capacitancia de los conductores a tierra por lo siguiente:

la altura de los conductores a tierra (en las estructuras) es mucho mayor que la distancia entre fases. Podemos comprobar esto con el factor:

$$K_{ct} = \frac{2HMG}{\sqrt{4(HMG)^2 + (DMG)^2}}$$

donde:

HMG : Altura Media Geométrica de los conductores = 11.93 m

DMG : Distancia Media Geométrica = 4.03 m

Por lo que:

$$K_{ct} = 0.986$$

Este valor es muy cercano a la unidad, por lo que hace la capacitancia a tierra despreciable.

Además el terreno por donde pasará la línea es accidentado, teniendo vanos con distancias a tierra considerables, lo que el factor K_{ct} será mayor aun.

Por tanto la capacitancia por conductor estará dada por:

$$C = \frac{0.0241}{\text{Log} \frac{DMG}{r}} \quad \mu \text{ f/Km/conductor}$$

Donde r es el radio exterior del conductor = 0.007155 m

$$C = 0.00876 \mu \text{ f/Km/Conductor}$$

La reactancia capacitiva a 60 Hz será:

$$X_C = \frac{1}{2 \pi f_C}$$

$$X_C = 0.3028 \times 10^6 \Omega/\text{Km}$$

Para el total de la línea:

$$X_C = 5.51 \times 10^6 \Omega$$

La secuencia B será:

$$B = \frac{1}{X_C} = 3.302 \times 10^{-6} \text{ Siemens/Km}$$

4. Conductancia

Para este cálculo tenemos:

$$G = \frac{P}{V^2} \times 10^{-3} \text{ Siemens/Km}$$

donde:

P = pérdidas por efecto corona

V = tensión de operación respecto al neutro = $50/\sqrt{3}$ Kv

Por lo que:

$$G = \underline{\underline{0}} \text{ Siemens/Km}$$

Valor que resulta muy pequeño, siendo ésta la característica de una línea corta.

5. Impedancia

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \text{ L}$$

$$Z = 0.6388 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$\phi = \text{arc tg } \frac{XL}{R}$$

$$\phi = 60.76^\circ$$

Por tanto:

$$\bar{Z} = 0.6388 \text{ } \underline{60.76^\circ} \text{ } \Omega/\text{Km}$$

Para el total de línea:

$$\bar{Z} = 11.626 \text{ } \underline{60.76^\circ} \text{ } \Omega$$

6. Admitancia

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2}$$

$$Y = 3.302 \times 10^{-6} \text{ MOH/Km}$$

$$\beta = \text{arc tg } \frac{B}{G} = 90^\circ$$

Por tanto:

$$\bar{Y} = 3.302 \times 10^{-6} \text{ } \underline{90^\circ} \text{ MOH/Km}$$

Para el total de línea:

$$\bar{Y} = 6.0 \times 10^{-5} \text{ MOHS}$$

7. Constantes de la línea

Constante de Propagación: $\bar{\gamma}$

$$\bar{\gamma} = \sqrt{\bar{Y} \bar{Z}}$$

$$\bar{\gamma} = 0.00145 \angle 75.38^\circ$$

También:

$$\bar{\gamma}_L = 0.026 \angle 75.38^\circ$$

Impedancia característica \bar{Z}_C

$$\bar{Z}_C = \sqrt{\frac{\bar{Z}}{\bar{Y}}}$$

$$\bar{Z}_C = 440.53 \angle -14.62^\circ$$

. Constante \bar{A}

$$\bar{A} = \cos h \gamma L$$

$$\bar{A} = 1 \angle 0^\circ$$

. Constante \bar{B}

$$\bar{B} = Z_C \operatorname{sen} h \bar{\gamma}_L$$

$$\bar{B} = 11.45 \angle 60.68^\circ$$

• Constante \bar{C}

$$\bar{C} = \frac{\text{sen } \bar{\gamma}_L}{Z_c}$$

$$\bar{C} = 5.9 \times 10^{-5} \angle 90^\circ$$

• Constante \bar{D}

$$\bar{D} = \bar{A}$$

8. Efecto Corona

El efecto de ionización del aire (efecto corona) en un campo eléctrico que es uniforme tiene un valor de gradiente de potencial máximo (valor crítico) es de 30 Kv/cm a 76 cm de mercurio y 25°C para la corriente alterna sinusoidal, este valor máximo es 21.1 Kv/cm.

En la práctica se alcanzan valores superiores, debido a que en el campo eléctrico en las aproximaciones del conductor no es uniforme.

El valor del gradiente de potencial en la superficie del conductor, para el cual se inicia la ionización por choque, se denomina gradiente superficial crítico (G_0).

Este valor de G_0 se encuentra por expresiones experimentales, entre las cuales la más aceptable es la desarrollada por F. M. Peek.

$$G_0 = 30 \delta \left(1 + \frac{0.3}{\sqrt{\delta} r} \right) \text{ KV/cm (valor de cresta)}$$

donde:

r = Radio del conductor en cm

$\delta = \frac{3.93 b}{273 + t}$ = densidad relativa del aire

t = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

b = Presión barométrica (cm Hg)

En la línea consideramos una altura de 4200 msnm y una temperatura normal de 5°C . Se considerará una presión atmosférica de 44.85 cm Hg.

Por tanto: $\delta = 0.634$

Para el conductor 4/0 AWG - ACSR

$$r = 0.7155 \text{ cm}$$

Entonces:

$$G_0 = 27.5 \text{ KV/cm}$$

La tensión respecto al neutro (V_n) para que el gradiente de potencial en la superficie del conductor alcance el valor del gradiente superficial crítico, se denomina tensión disruptiva (V_0), dada por la relación:

$$V_0 = G_0 r \text{ Ln } \frac{DMG}{r} \text{ KV (rms)}$$

Por tanto:

$$V_0 = 79.32 \text{ KV}$$

Que será la tensión crítica disruptiva para el conductor considerado;

El coeficiente de seguridad será:

$$C_s = \frac{V_0}{V_n}$$

$$C_s = 2.75$$

Lo que hace desprestigiar el efecto corona, tanto como sus -
ceptancia, como en pérdidas.

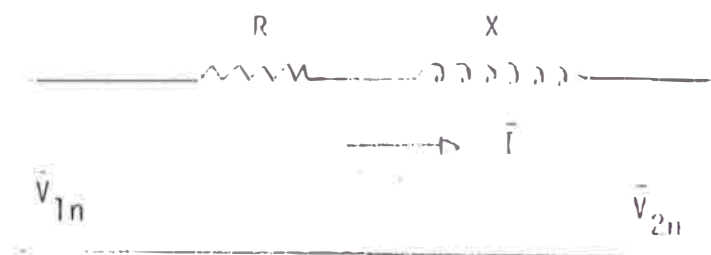
2.1.3 Determinación de Tensiones y Corrientes

Normalmente el cálculo de la tensión y corriente se realiza sólo para la capacidad nominal de la línea; en el presente Proyecto se ha preferido estudiarla para los valores de 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 y 32 MW de potencia de recepción y para cada una de ellas con factores de potencia de 1,095, 0.9, 0.85, 0.8 y 0.75 respectivamente; con el fin de poder desarrollar curvas que nos ayude a visualizar el comportamiento de la línea.

Bases de Cálculo

| | | |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| Tensión de Recención | : | 50/0 KV (Tensión Base) |
| Factor de potencia de recepción | : | 1,0.95, 0.90, 0.85, 0.8, 0.75 |
| Potencia de recención | : | 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32 MW |
| Impedancia de línea | : | 5.68 + j 10.44 OHMS (Ω) |

Modelo de la línea



De la figura, planteamos la ecuación:

$$\bar{V}_{1n} = (R + U X) \bar{I} + V_{2n} \dots\dots\dots(1)$$

Además en la recención tenemos:

$$\bar{I} = \left(\frac{\bar{N}_2}{V_{2n}} \right)^* \dots\dots\dots(2)$$

Siendo \bar{N}_2 la potencia de la carga en el extremo receptor reemplazando la ecuación (2) en (1), obtenemos:

$$\bar{V}_{1n} = (R + U X) \left(\frac{\bar{N}_2}{V_{2n}} \right)^* + \bar{V}_{2n} \dots(3)$$

De esta última ecuación son conocidos:

- R, X : Parámetros eléctricos de la línea
- \bar{N}_2 : Potencia de la carga en el extremo receptor
- \bar{V}_{2n} : Tensión de recención, deberá mantenerse en $50/\sqrt{3} \angle 0^\circ$

Al reemplazar éstos datos tenemos:

$$\bar{V}_{1n} = 0,4067 \angle 60,75^\circ \bar{N}_2^* + 28,87 \dots\dots\dots(4)$$

Esta ecuación nos dará la tensión necesaria que habrá que aplicar en el extremo emisor para obtener 50 Kv en las barras de recención para una carga dada N_2 .

2.1.4 Cálculo de la regulación y eficiencia

1. Regulación

Tomaremos la relación:

$$\% \text{ reg.} = \frac{V_G - V_R}{V_R} \times 100$$

Donde:

V_G = Tensión de generación = tensión de envío (nv)

V_R = Tensión de recepción (vacío) tensión de recepción, constante 50 Kv

Por tanto:

$$\% \text{ reg.} = \frac{V_G - 50}{50} \times 100 = 2(V_G - 50)$$

2. Eficiencia

$$\% e. = \frac{\text{MWh recepción}}{\text{MWh envío}} \times 100$$

PROYECTO DE LINEA DE TRANSMISION EN 50KV S.E OROYA NUEVA - PACHACHACA

RESUMEN DE CALCULOS ELECTRICOS

COMPONENTES: Tension de recepcion (PACHACHACA): 50 0° KV.

Impedancia de Linea : $(5.58 + j 10.44) \Omega$

TABLA Nº II-1

| POTENCIA DE RECEPCION | | CORRIENTE | TENSION DE ENVIO | | POTENCIA DE ENVIO | | | REGULACION | EFICIENCIA |
|-----------------------|------|-----------|------------------|----------|-------------------|-------|-------|------------|------------|
| MW | fdp | AMP | KV | δ | MW | MVAR | fdp | % | % |
| 18 | 1 | 210 | 52.77 | 4 | 18.9 | 1.32 | 0.997 | 4.37 | 95.2 |
| | 0.95 | 220.8 | 53.33 | 3.2 | 19 | 7.4 | 0.930 | 6.65 | 94.7 |
| | 0.9 | 233.4 | 53.37 | 2.82 | 19.2 | 10.5 | 0.877 | 7.74 | 93.7 |
| | 0.85 | 247.1 | 54.35 | 2.5 | 19.5 | 13.28 | 0.826 | 8.70 | 92.3 |
| | 0.8 | 262.5 | 54.32 | 2.2 | 19.3 | 15.7 | 0.775 | 9.64 | 93.2 |
| | 0.75 | 280 | 55.27 | 1.92 | 19.4 | 18.3 | 0.727 | 10.54 | 92.8 |
| 20 | 1 | 233.4 | 52.43 | 4.43 | 21.2 | 1.64 | 0.997 | 4.86 | 94.3 |
| | 0.95 | 245.7 | 53.7 | 3.53 | 21.18 | 8.43 | 0.93 | 7.4 | 94.4 |
| | 0.9 | 259.0 | 54.31 | 3.1 | 21.3 | 11.8 | 0.875 | 8.62 | 93.9 |
| | 0.85 | 274.4 | 54.35 | 2.77 | 21.47 | 14.8 | 0.823 | 9.7 | 93.75 |
| | 0.8 | 291.5 | 55.35 | 2.44 | 21.6 | 17.7 | 0.773 | 10.7 | 92.6 |
| | 0.75 | 311.1 | 55.37 | 2.1 | 21.3 | 20.7 | 0.72 | 11.74 | 91.7 |

PROYECTO DE LINEA DE TRANSMISION EN 50KV S.E OROYA NUEVA - PACHACHACA

RESUMEN DE CALCULOS ELECTRICOS

COMPONENTES: Tension de recepción (PACHACHACA): 50 $\angle 0^\circ$ KV.

Impedancia de Linea : $(5.68 + j 10.44) \Omega$

TABLA Nº II-2

| POTENCIA DE RECEPCION | | CORRIENTE | TENSION DE ENVIO | | POTENCIA DE ENVIO | | | REGULACION | EFICIENCIA |
|-----------------------|------|-----------|------------------|----------|-------------------|-------|-------|------------|------------|
| MW | fdp | AMP | KV | δ | MW | MWAR | fdp | % | % |
| 22 | 1 | 256.5 | 52.69 | 4.84 | 23.3 | 1.97 | 0.996 | 5.38 | 94.4 |
| | 0.95 | 270.2 | 54.09 | 3.85 | 23.5 | 9.5 | 0.927 | 8.18 | 93.6 |
| | 0.9 | 285.2 | 54.75 | 3.39 | 23.6 | 13.2 | 0.873 | 9.5 | 93.2 |
| | 0.85 | 301.7 | 55.32 | 3.01 | 23.7 | 16.5 | 0.821 | 10.64 | 92.8 |
| | 0.8 | 320.9 | 55.89 | 2.64 | 23.95 | 19.75 | 0.771 | 11.78 | 91.8 |
| | 0.75 | 342.3 | 56.46 | 2.28 | 24.21 | 23.12 | 0.723 | 12.92 | 90.8 |
| 24 | 1 | 280 | 52.95 | 5.25 | 25.57 | 2.35 | 0.996 | 5.9 | 93.8 |
| | 0.95 | 294.7 | 54.38 | 4.17 | 26.67 | 10.55 | 0.925 | 8.76 | 89.9 |
| | 0.9 | 311.1 | 55.08 | 3.67 | 25.82 | 14.6 | 0.870 | 10.16 | 92.9 |
| | 0.85 | 329.3 | 55.82 | 3.25 | 26.0 | 18.2 | 0.818 | 11.64 | 92.3 |
| | 0.8 | 350 | 56.46 | 2.9 | 26.28 | 21.87 | 0.768 | 12.92 | 91.3 |
| | 0.75 | 373.4 | 57.07 | 2.47 | 26.6 | 25.6 | 0.721 | 14.14 | 90.2 |

PROYECTO DE LINEA DE TRANSMISION EN 50KV S.E OROYA NUEVA - PACHACHACA

RESUMEN DE CALCULOS ELECTRICOS

COMPONENTES Tension de recepción (PACHACHACA): 50 00 KV.

Inperancia de Linea : (5.68 + j 10.44) Ω

TABLA Nº II-3

| POTENCIA DE RECEPCION | | CORIENTE | TENSION DE ENVIO | | POTENCIA DE ENVIO | | | REGULACION | EFICIENCIA |
|-----------------------|------|----------|------------------|----------|-------------------|-------|-------|------------|------------|
| MW | fdp | AMP | KV | δ | MW | MWAR | fdp | % | % |
| 26 | 1 | 303.4 | 53.21 | 5.68 | 27.82 | 2.77 | 0.995 | 6.42 | 93.4 |
| | 0.95 | 319.2 | 54.85 | 4.49 | 27.98 | 11.7 | 0.922 | 9.7 | 92.9 |
| | 0.9 | 337.0 | 55.63 | 3.94 | 28.12 | 16.1 | 0.868 | 11.26 | 92.4 |
| | 0.85 | 356.6 | 56.32 | 3.5 | 28.3 | 20.2 | 0.816 | 12.64 | 91.8 |
| | 0.8 | 379 | 57.00 | 3.06 | 28.7 | 24.00 | 0.767 | 14 | 90.6 |
| | 0.75 | 404.2 | 57.64 | 2.65 | 29.0 | 28.0 | 0.718 | 15.28 | 89.6 |
| 22 | 1 | 326.5 | 53.47 | 6.08 | 30.0 | 3.2 | 0.994 | 6.94 | 93.3 |
| | 0.95 | 343.7 | 55.23 | 4.8 | 30.3 | 12.8 | 0.920 | 10.46 | 92.4 |
| | 0.9 | 362.9 | 56.08 | 4.2 | 30.5 | 17.6 | 0.865 | 12.16 | 91.8 |
| | 0.85 | 384.3 | 56.82 | 3.74 | 30.7 | 22 | 0.814 | 13.64 | 91.2 |
| | 0.8 | 408.4 | 57.52 | 3.28 | 31.0 | 26.1 | 0.764 | 15.04 | 90.3 |
| | 0.75 | 435.4 | 58.25 | 2.83 | 31.4 | 30.6 | 0.716 | 16.5 | 89.1 |

PROYECTO DE LINEA DE TRANSMISION EN 50KV S.E OROYA NUEVA - PACHACHACA

RESUMEN DE CALCULOS ELECTRICOS

COMPONENTES: Tension de recepción (PACHACHACA): 50 [0° KV.

Inperancia de Linea : (5.68 + j 10.44) Ω

TABLA Nº II-4

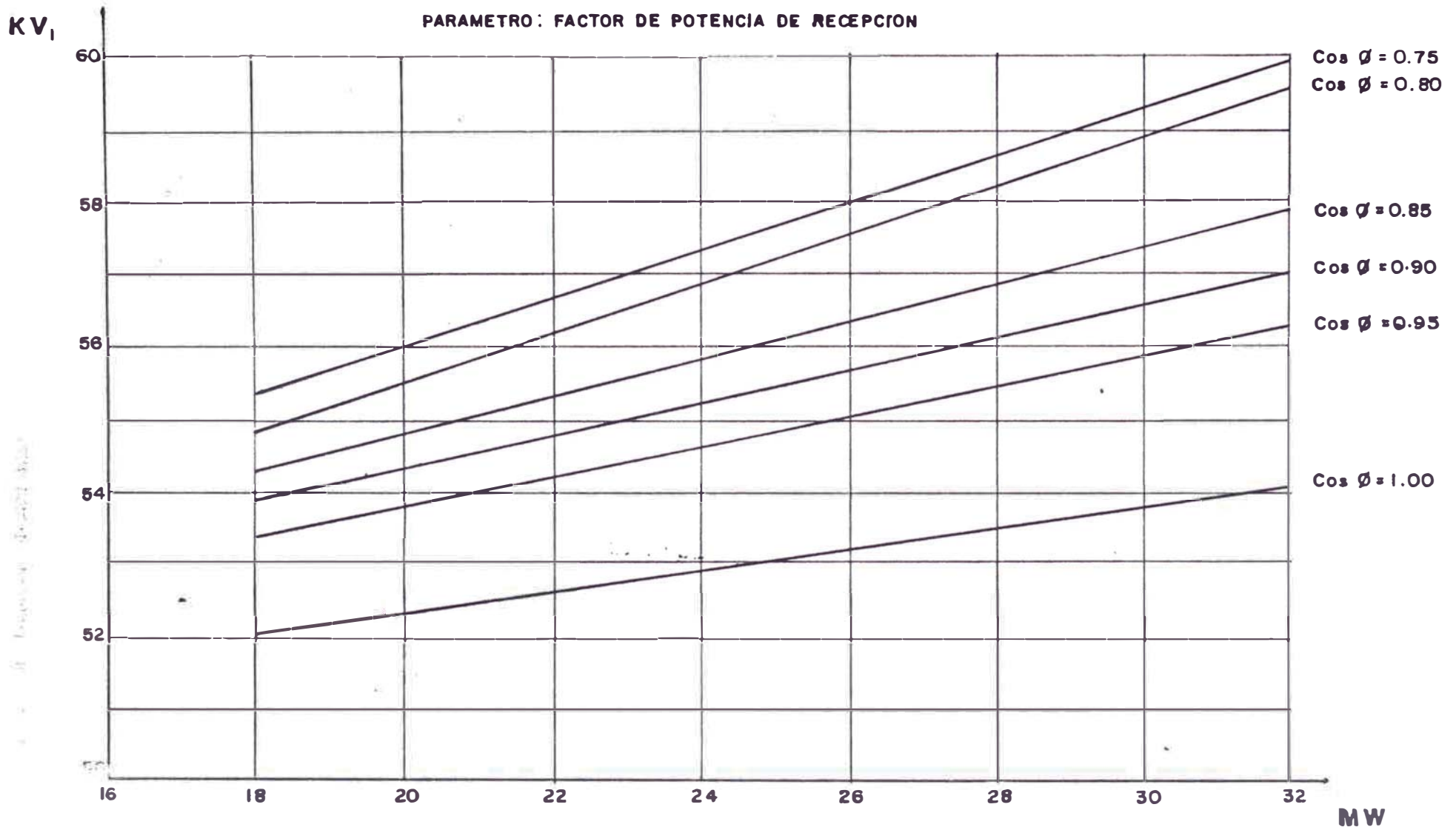
| POTENCIA DE RECEPCION | | CORIENTE | TENSION DE ENVIO | | POTENCIA DE ENVIO | | | REGULACION | EFICIENCIA |
|-----------------------|------|----------|------------------|------|-------------------|-------|------|------------|------------|
| NW | fdp | AMP | KV | δ | MW | MWAR | fdp | % | % |
| 30 | 1 | 350 | 53.69 | 6.5 | 32.3 | 3.68 | .993 | 7.38 | 92.8 |
| | 0.95 | 368 | 55.6 | 5.1 | 32.5 | 14.0 | .978 | 11.2 | 92.3 |
| | 0.9 | 388.8 | 56.5 | 4.5 | 32.9 | 19.2 | .863 | 13 | 91.2 |
| | 0.85 | 411.6 | 57.33 | 3.97 | 33.1 | 23.8 | .811 | 14.66 | 90.6 |
| | 0.8 | 437.5 | 58.07 | 3.47 | 33.5 | 28.5 | .762 | 16.14 | 89.5 |
| | 0.75 | 466.5 | 58.34 | 3.0 | 33.87 | 33.16 | .714 | 16.68 | 88.6 |
| 32 | 1 | 373.4 | 54.04 | 6.9 | 34.7 | 4.2 | .993 | 8.08 | 92.22 |
| | 0.95 | 388.9 | 56.08 | 5.47 | 34.8 | 15.17 | .916 | 12.16 | 91.90 |
| | 0.9 | 414.7 | 56.97 | 4.76 | 35.2 | 20.8 | .860 | 13.94 | 90.9 |
| | 0.85 | 439.2 | 57.85 | 4.19 | 35.6 | 25.8 | .809 | 15.7 | 89.9 |
| | 0.8 | 466.5 | 58.61 | 3.67 | 36.0 | 30.8 | .760 | 17.22 | 88.89 |
| | 0.75 | 497.7 | 59.44 | 3.15 | 36.5 | 36 | .712 | 18.88 | 87.6 |

PROYECTO DE LA LINEA DE TRANSMISION EN 50KV.
SUBESTACION OROYA NUEVA-PACHACHACA

DIAGRAMA Nº II-1

TENSION DE ENVIO EN FUNCION DE LA
POTENCIA DE RECEPCION

PARAMETRO: FACTOR DE POTENCIA DE RECEPCION



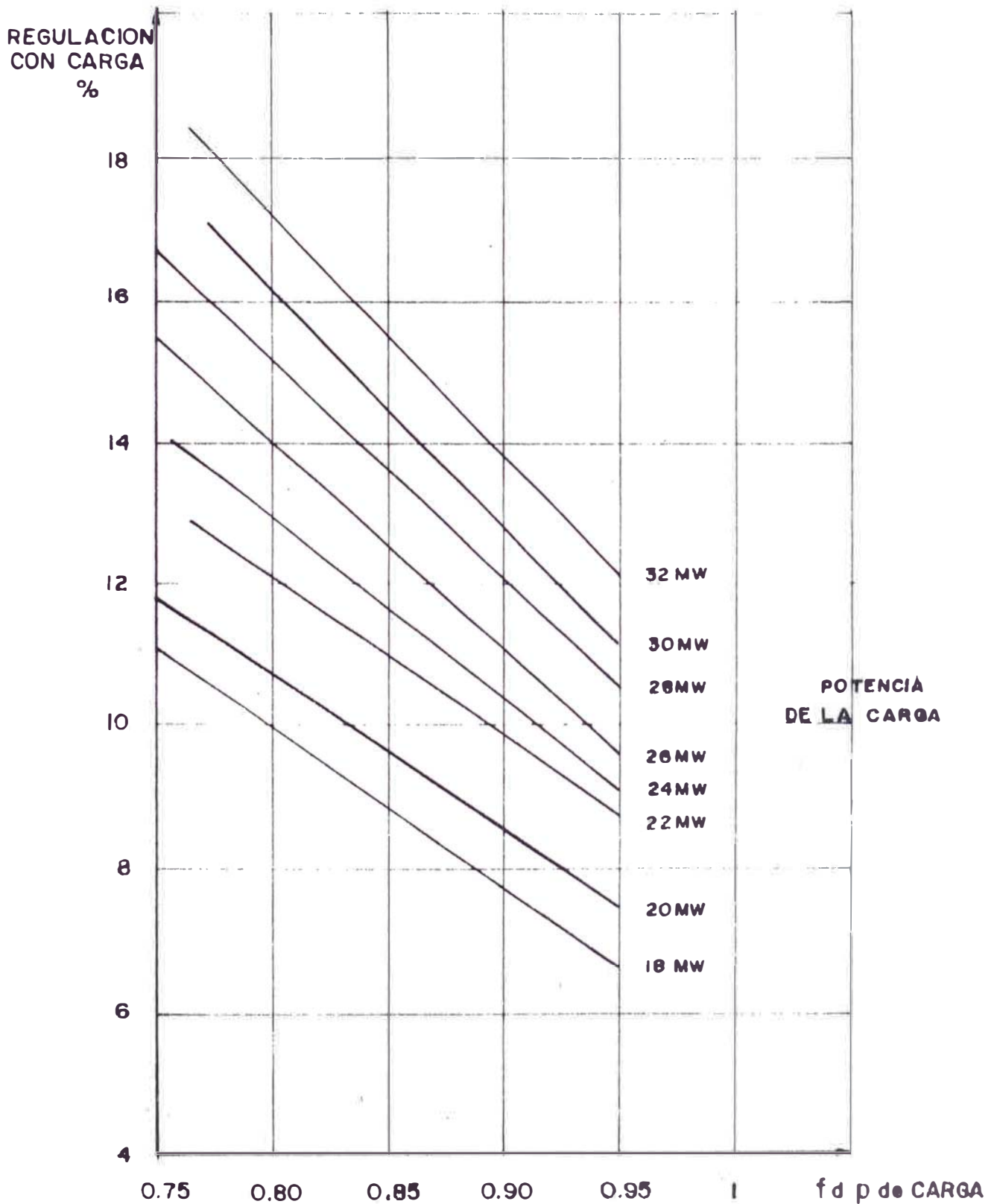
PROYECTO DE LA LINEA DE TRANSMISION EN 50KV. ^{.27.}

SUBESTACION OROYA NUEVA - PACHACHACA

REGULACION EN FUNCION DEL FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA

DIAGRAMA N° II-2

PARAMETRO: Potencia de Carga.



2.2 Cálculos Mecánicos

2.2.1 Características de los Cables

| | <u>Penguin</u> | <u>Cable de guarda</u> |
|--|----------------|------------------------|
| Sección (mm ²) | 125.1 | 51.05 |
| Diámetro (mm) | 14.31 | 9.14 |
| Alambres (N° x ø mm) | | |
| Aluminio | 6 x 4.77 | |
| Acero | 1 x 4.77 | 7 x 3.043 |
| Carga de rotura mínima (Kg) | 3,777 | 6980 |
| Coeficiente de dilatación térmica (10 ⁻⁶ / °C) | 19.1 | 11.5 |
| Módulo de elasticidad (Kg/mm ²) | 8094 | 19300 |

2.2.2 Estados de Carga

| <u>Hipótesis</u> | <u>Temperatura</u> °C | <u>Carga de Viento</u> Kg/m ² | <u>Espesor de Hielo</u> mm |
|--------------------------|--------------------------|---|-------------------------------|
| I | - 18 | 19.5 | 12.7 |
| II | - 18 | 19.5 | 6.35 |
| III (CEP) | - 10 | 39 | 0 |
| IV (viento extremo) | 10 | 39 | |
| V (temperatura máxima) | 60 | Sin viento | |
| VI EDS (ever day stress) | 10 | Sin viento | |

2.2.3 Cálculo de la tensión del cable

El cálculo mecánico del cable se ha efectuado por medio de una computadora, en el cual se ha programado la ecuación -

de cambio de estado, con las siguientes notaciones:

| | |
|------------------------------------|-------------------------|
| Sección del cable | S (mm ²) |
| Diámetro del cable | D (mm) |
| Módulo de elasticidad final | E (Kg/mm ²) |
| Coefficiente de dilatación térmica | α (/°C) |
| Peso del cable con grasa | P ₀ (Kg/m) |

Las condiciones iniciales con los siguientes datos:

| | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Temperatura del cable | θ_1 (°C) |
| Coefficiente de libre carga del cable | m ₁ (viento, hielo) |
| Tensión del cable | T ₁ (Kg/mm ²) |
| Vano | a (m) |

Se calcula a continuación la tensión final del cable en los diferentes estados caracterizados por:

| | |
|---------------------------------|-----------------|
| Nueva temperatura | θ_2 (°C) |
| Nuevo coeficiente de sobrecarga | m ₂ |

El estado inicial es la hipótesis VI (EDS) y se calculan las tensiones finales del cable para las hipótesis I, II, III, IV y V.

2.2.4 Cargas sobre el conductor para las diferentes hipótesis

Hipótesis I : Diámetro total $dt = (\text{diam conduct}) + 2 (\text{espesor hielo})$

$$dt = 14.31 + 2 \times 12.7$$

$$dt = 39.71 \text{ mm}$$

Carga de viento: W_v

.30.

$$W_v = P_v \times \frac{\phi + 2e}{1000} \text{ Kg/m}$$

Donde: P_v = Presión de viento: 19.5 Kg/m²

ϕ = Diámetro conductor: 14.31 mm

e = Espesor de la Costra: 12.7 mm

$$W_v = 0.774 \text{ Kg/m}$$

Carga de hielo: W_h

$$W_h = 0.002827 (e^2 + e\phi) \text{ Kg/m}$$

$$W_h = 0.002827 (12.7^2 + 12.7 \times 14.31)$$

$$W_h = 0.97 \text{ Kg/m}$$

Peso Total: W_r

$$W_r = \sqrt{(W_c + W_h)^2 + W_v^2}$$

$$W_r = 1.604 \text{ Kg/m}$$

Hipótesis II

diámetro total d_t

$$d_t = 27.01 \text{ mm}$$

Presión de hielo: W_h

$$W_h = 0.37087 \text{ Kg/m}$$

Presión de viento W_v

$$W_v = 0.5267 \text{ Kg/m}$$

Peso Total: W_r

$$W_r = 0.963 \text{ Kg/m}$$

HIPOTESIS III

Diámetro total d_t

$$d_t = d_c = 14.31 \text{ mm}$$

Presión de hielo $W_h = 0$

Presión de viento $W_v = 0.558 \text{ Kg/m}$

Peso Total $W_r = 0.7075 \text{ Kg/m}$

HIPOTESIS IV

Diámetro total d_t

$$d_t = d_c = 14.31$$

Presión de hielo $W_h = 0$

Presión de viento $W_v = 0.558 \text{ Kg/m}$

Peso Total $W_r = 0.7075$

HIPOTESIS V

Diámetro total d_t

$$d_t = d_c = 14.31$$

Presión de hielo $W_h = 0$

Presión de viento $W_v = 0$

Peso total $W_r = 0.435 \text{ Kg/m}$

2.2.5 Comportamiento del conductor para las diferentes hipótesis

1. Condiciones Iniciales:

Peso (W_r) : 0.435 Kg/m

Viento : 0

Temperatura : 10°C

Tensión : 3.5 Kg/mm² (EDS)

Ecuación General Aplicada:

$$\sigma_{02}^2 \left[\sigma_{02} + \alpha \Gamma (\theta_2 - \theta_1) + \frac{W_{r2}^2 d^2 \Gamma}{24 \Lambda^2 \sigma_{01}^2} - \sigma_{01} \right] = \frac{W_{r1}^2 d^2 \Gamma}{24 \Lambda^2}$$

Donde: σ_{02} = Tensión en las nuevas condiciones (Kg/mm²)

σ_{01} = Tensión en las condiciones iniciales

W_{r1} = Peso resultantes en las condiciones iniciales (Kg/m)

W_{r2} = Peso resultantes en las nuevas condiciones

Λ = Sección (mm²)

- θ_2 y θ_1 = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
 d = Vano (m)
 E = Módulo de elasticidad (Kg/mm^2)
 α = Coeficiente de dilatación ($/^{\circ}\text{C}$)

2. Hipotesis I:

$$\begin{aligned}
 W_{1,2} &= 1.604 \text{ Kg/m} \\
 \theta_2 &= -18^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

Y con los datos del conductor obtenemos, en función del vano la ecuación siguiente:

$$\left(\frac{T}{0.02} + 0.000333 d^2 - 7.829 \right) = 0.0554 d^2$$

Para cada vano (d) resolvemos la ecuación planteada, obteniendo los siguientes resultados:

| Vano (m) | Tensión (Kg/mm ²) |
|-------------|----------------------------------|
| 25 | 8.143 |
| 50 | 8.791 |
| 75 | 9.450 |
| 100 | 10.022 |
| 125 | 10.495 |
| 150 | 10.880 |

3. Hipótesis II:

$$W_{r2} = 0.963 \text{ Kg/m}$$

$$\theta = - 18^{\circ}\text{C}$$

Ecuación:

$$\sigma_{o2}^2 \left[\sigma_{o2} + 0.000333 d^2 - 7.829 \right] = 0.02 d^2$$

Resultados:

| Vano (m) | Tensión (Kg/mm ²) |
|-------------|----------------------------------|
| 25 | 7.825 |
| 50 | 7.814 |
| 75 | 7.802 |
| 100 | 7.791 |
| 125 | 7.782 |
| 150 | 7.775 |

4. Hipótesis III:

$$W_{r2} = 0.707 \text{ Kg/m}$$

$$\theta = - 10^{\circ}\text{C}$$

Ecuación:

$$\sigma_{o2}^2 \left[\sigma_{o2} + 0.000333 d^2 - 6.592 \right] = 0.0107 d^2$$

5. Hipótesis IV:

$$W_{r2} = 0.707 \text{ Kg/m}$$

$$\theta = 10^\circ\text{C}$$

Ecuación:

$$\sigma_{o2}^2 \left[0.000333 d^2 - 3.5 \right] = 0.0107 d^2$$

Resultados:

| Vano (m) | Tensión (Kg/mm ²) |
|-------------|----------------------------------|
| 25 | 3.767 |
| 50 | 4.198 |
| 75 | 4.554 |
| 100 | 4.818 |
| 125 | 5.011 |
| 150 | 5.153 |

6. Hipótesis V:

$$W_{r2} = W_c = 0.435 \text{ Kg/m}$$

$$\theta_2 = 60^\circ\text{C}$$

Ecuación:

$$\sigma_{o2} \left[\sigma_{o2} + 0.000333 d^2 - 4.23 \right] = 0.004 d^2$$

Resultados:

| Vano (m) | Tensión (Kg/mm ²) |
|-------------|----------------------------------|
| 25 | 0.704 |
| 50 | 1.269 |
| 75 | 1.713 |
| 100 | 2.059 |
| 125 | 2.328 |
| 150 | 2.537 |

Asimismo para EDS = 4 Kg/mm², los resultados son los siguientes:

| Vano (m) | HIP I Tensión (Kg/mm ²) | HIP II Tensión (Kg/mm ²) | HIP III Tensión (Kg/mm ²) | HIP IV Tensión (Kg/mm ²) | HIP V Tensión (Kg/mm ²) |
|-------------|---|--|---|--|---|
| 50 | 9.296 | 8.399 | 7.005 | 4.624 | 1.337 |
| 100 | 10.660 | 8.527 | 6.846 | 5.297 | 2.194 |
| 150 | 11.704 | 8.630 | 6.725 | 5.710 | 2.742 |
| 200 | 12.449 | 8.698 | 6.652 | 5.959 | 3.096 |
| 250 | 12.978 | 8.741 | 6.608 | 6.113 | 3.329 |
| 300 | 13.359 | 8.770 | 6.580 | 6.213 | 3.488 |
| 350 | 13.637 | 8.789 | 6.563 | 6.281 | 3.599 |
| 400 | 13.844 | 8.803 | 6.550 | 6.328 | 3.679 |
| 450 | 14.001 | 8.812 | 6.542 | 6.362 | 3.738 |
| 500 | 14.122 | 8.820 | 6.535 | 6.388 | 3.783 |
| 550 | 14.217 | 8.825 | 6.531 | 6.407 | 3.817 |

Resultados para el cable de guarda:

$$EoS = 12 \text{ Kg/mm}^2$$

| VANO M | HIPOTESIS DE CALCULO tensión (Kg/mm ²) | | | | |
|-----------|---|--------|--------|--------|--------|
| | I | II | III | IV | V |
| 50 | 20.698 | 18.755 | 16.394 | 12.547 | 5.035 |
| 100 | 24.385 | 19.795 | 16.298 | 13.448 | 7.195 |
| 150 | 27.469 | 20.742 | 16.207 | 14.160 | 8.563 |
| 200 | 29.899 | 21.469 | 16.140 | 14.652 | 9.468 |
| 250 | 31.797 | 22.001 | 16.095 | 14.987 | 10.084 |
| 300 | 33.285 | 22.389 | 16.064 | 15.217 | 10.515 |
| 350 | 34.457 | 22.674 | 16.043 | 15.379 | 10.823 |
| 400 | 35.389 | 22.886 | 16.027 | 15.496 | 11.048 |
| 450 | 36.135 | 23.047 | 16.016 | 15.583 | 11.217 |
| 500 | 36.738 | 23.172 | 16.008 | 15.648 | 11.347 |
| 550 | 37.231 | 23.269 | 16.002 | 15.699 | 11.447 |

2.2.6 Cálculo de los parámetros de la catenaria a temperatura máxima (60°C)

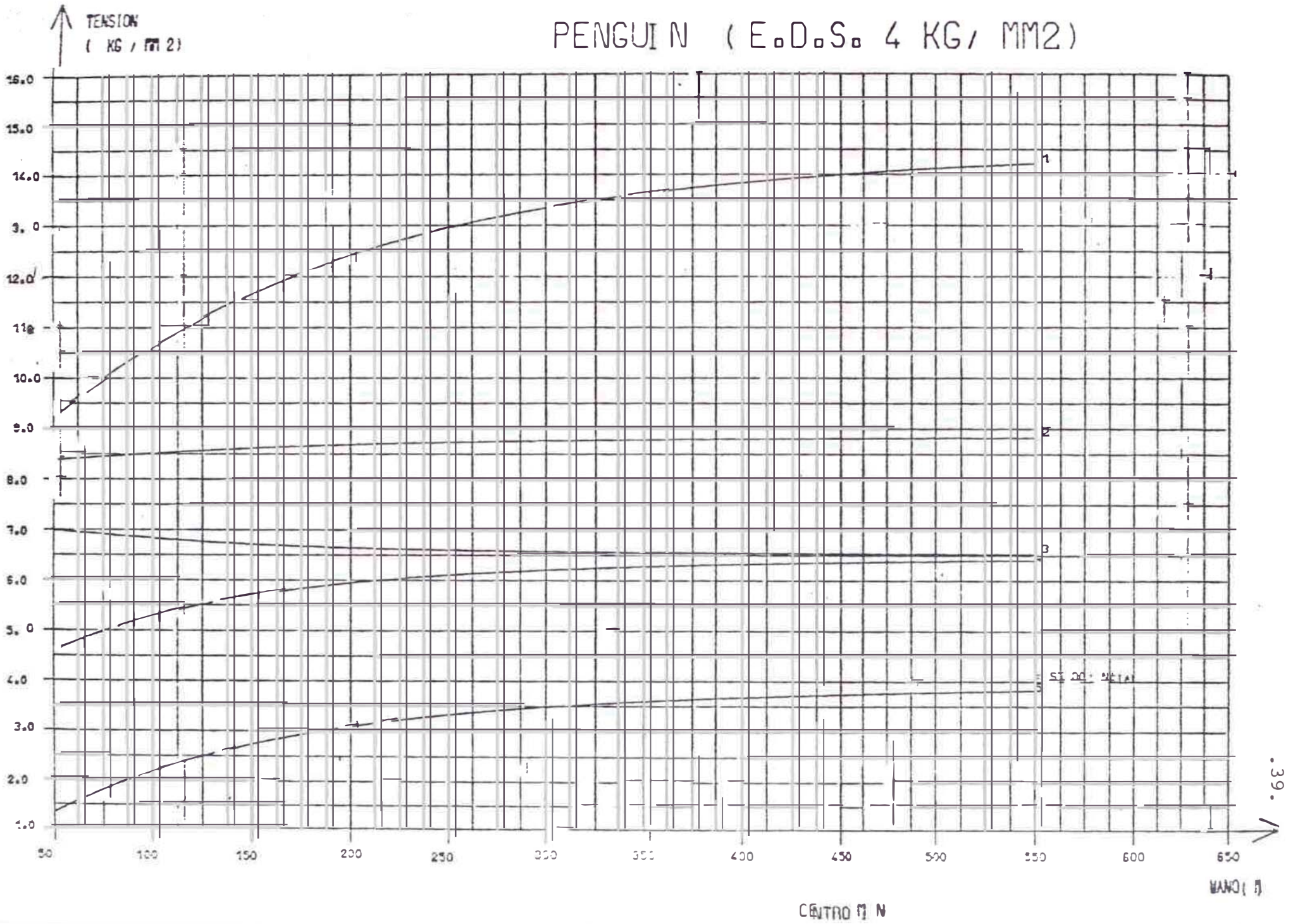
$$C = \frac{\sigma \times A}{w_{rIV}}$$

| Vano (m) | Parámetro (m) |
|-------------|------------------|
| 50 | 384.50 |
| 100 | 630.96 |
| 150 | 788.56 |
| 200 | 890.36 |
| 250 | 957.37 |
| 300 | 1003.10 |
| 350 | 1035.02 |
| 400 | 1058.03 |
| 450 | 1074.99 |
| 500 | 1087.93 |
| 550 | 1097.7 |

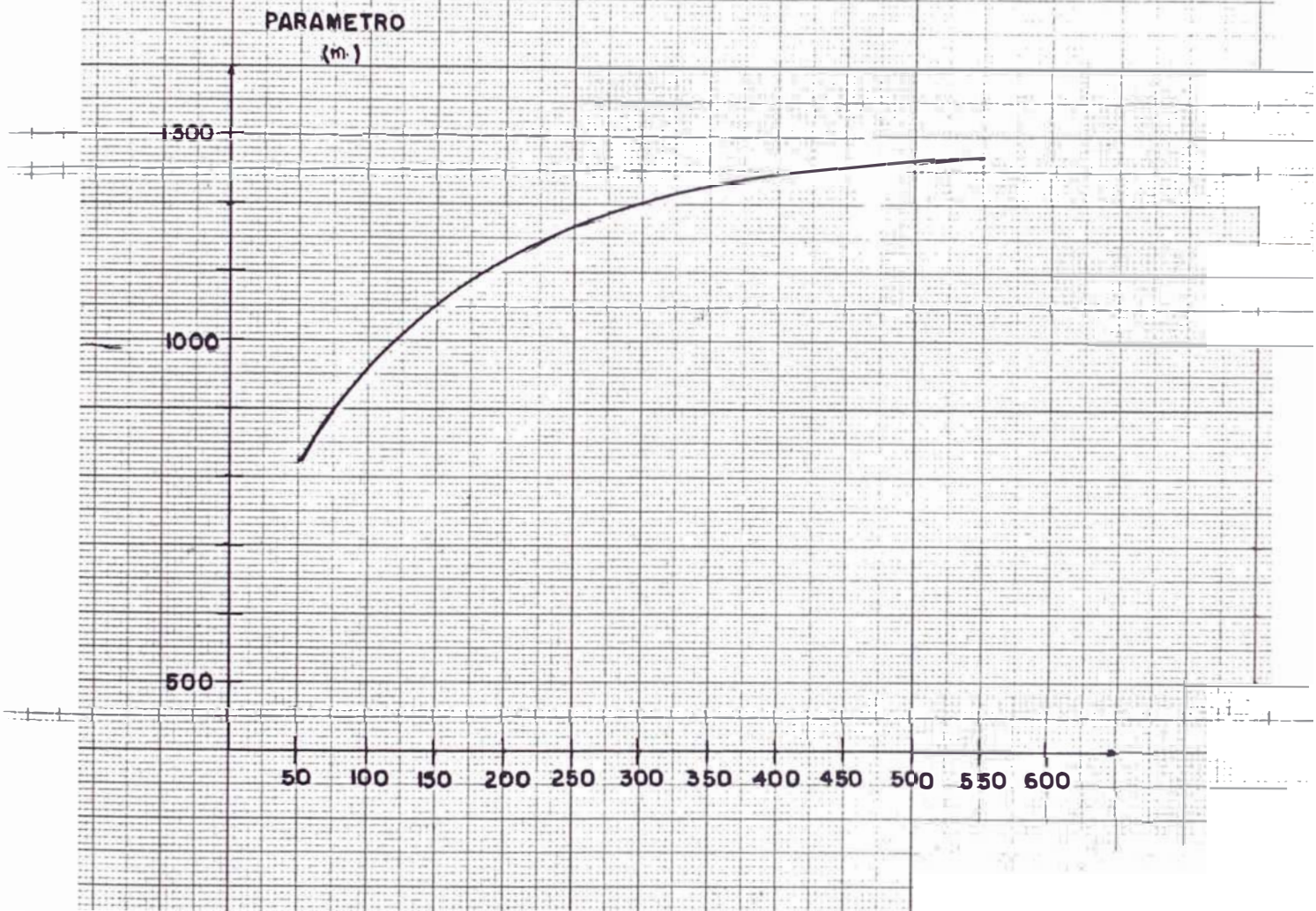
2.2.7 Cálculo de los parámetros de la catenaria a temperatura
Mínima (- 18°C)

| Vano (m) | Parámetro (m) |
|-------------|------------------|
| 50 | 725.0 |
| 100 | 831.3 |
| 150 | 912.8 |
| 200 | 970.9 |
| 250 | 1012.1 |
| 300 | 1041.8 |
| 350 | 1063.5 |
| 400 | 1079.7 |
| 450 | 1092.0 |
| 500 | 1101.3 |
| 550 | 1108.8 |

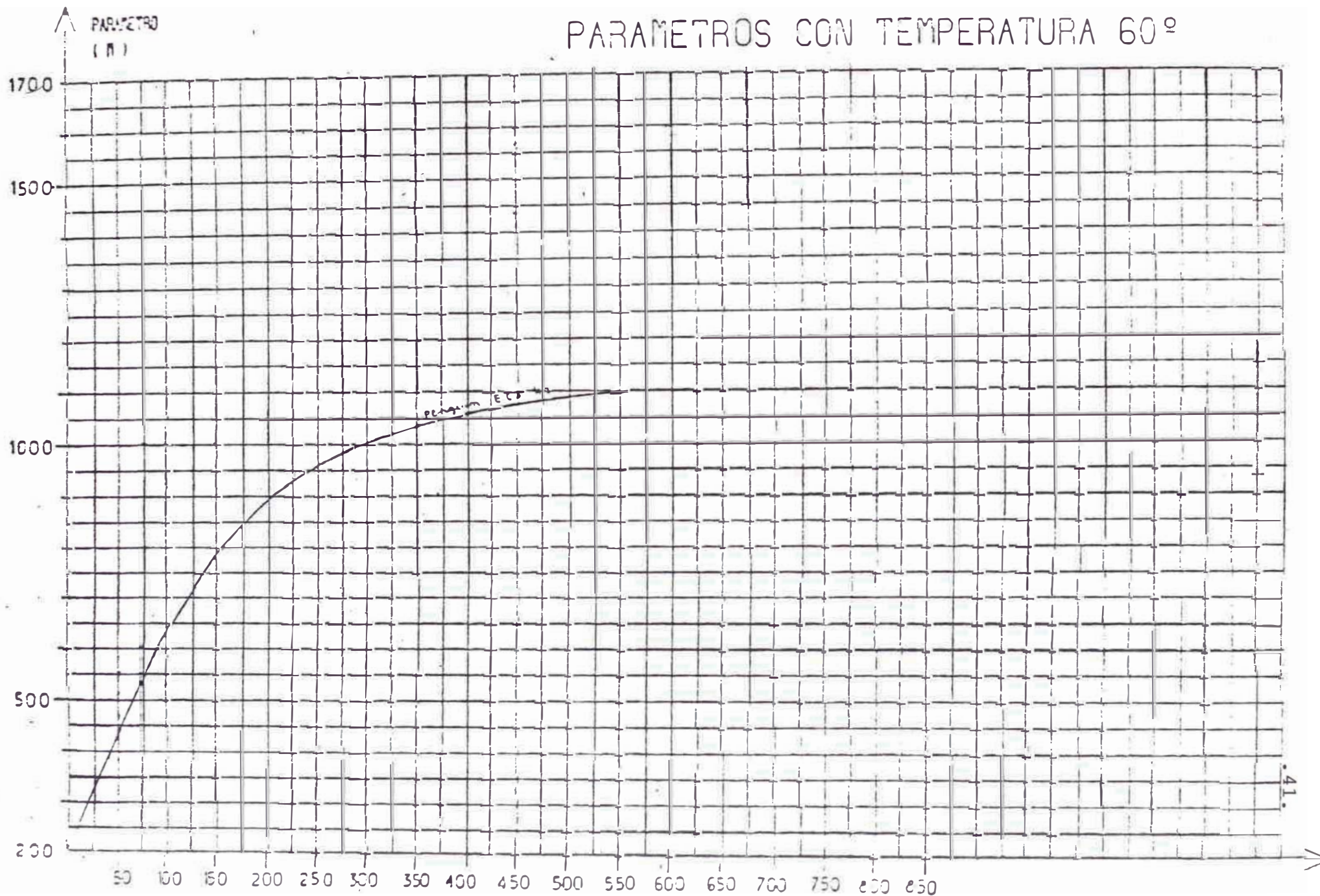
PENGUJIAN (E.D.S. 4 KG/ MM²)



PARAMETROS CON TEMPERATURA -18°
CONDUCTOR "PENGUIN"

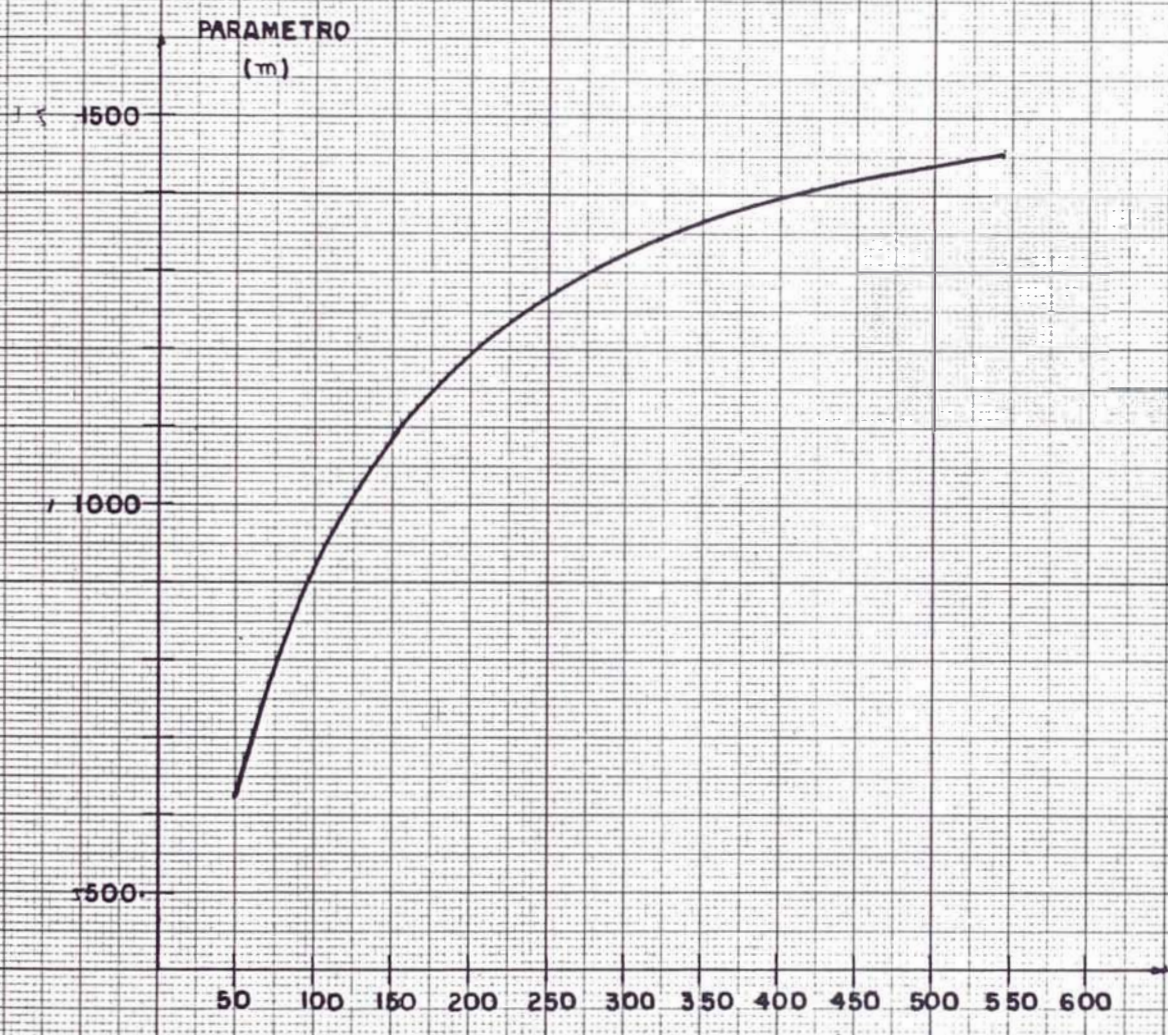


PARAMETROS CON TEMPERATURA 60°



41.

PARAMETROS CON TEMPERATURA 60°
CABLE DE GUARDA EDS:12



PROYECTO DE LA LINEA DE TRANSMISION EN 50 KV S.E. OROYA NUEVA - PACHACHACA

2.2.8 TABLA DE TENSAD DEL CONDUCTOR

LI : 50 KV (OROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 3.5 | 8094 | .0000191 |

| D A | | (m) | DENIV. (m) | EQUIVALENTE : 86 m | | | | | | | | | | | POSTE | NR. 1 |
|-----|---|-------|---------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| N | R | | | TEMPER. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| P | 1 | 86.00 | 0.80 | FLECHIE | 0.50 | 0.55 | 0.61 | 0.68 | 0.75 | 0.83 | 0.91 | 1.00 | 1.08 | 1.17 | 1.25 | 1.33 |

LT : 50 KV

(OROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MCO.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8034 | .0000191 |

| D | A | EQUIVALENTE : 83 m | | | | | | | | | | | NR. 1 | PYL.NR. 2 | | | |
|---|---|--------------------|--------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-----------|------|------|------|
| N | R | (m) | DENIV. | (m) | TEMPE. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| | | | | | TENS. | 7.40 | 6.73 | 6.09 | 5.49 | 4.94 | 4.44 | 4.00 | 3.62 | 3.29 | 3.02 | 2.78 | 2.58 |
| 1 | 2 | 83.00 | | 2.30 | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 0.40 | 0.44 | 0.49 | 0.54 | 0.60 | 0.67 | 0.74 | 0.82 | 0.91 | 0.99 | 1.07 | 1.15 |

LI : 50 kV

(OROYA-FACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SCC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8034 | .0000191 |

| D | A | | | EQUIVALENTE : 428 m | | | | | | | | | | | NR. 2 | NR. 3 |
|---|---|--------|---------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N | N | (m) | DENIV. (m) | TEMPER. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| R | R | | | TENS. | 4.21 | 4.17 | 4.13 | 4.10 | 4.07 | 4.03 | 4.00 | 3.97 | 3.94 | 3.91 | 3.88 | 3.85 |
| 2 | 3 | 428.00 | 11.30 | FLECH | 18.99 | 19.15 | 19.32 | 19.48 | 19.64 | 19.80 | 19.96 | 20.12 | 20.28 | 20.44 | 20.60 | 20.75 |

LI : 50 KV

(ORDYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| D | | A | | EQUIVALENTE : 243.856 m | | | | | | | | | | | | NR. 5 | | NR. 15 | |
|----|----|--------|---------------|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|--|
| N | R | (m) | DENIV. (m) | TEMPER. | | | | | | | | | | | | TENS. | | | |
| | | | | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 4.66 | 4.53 | | |
| 5 | 6 | 168.00 | 3.00 | 2.63 | 2.70 | 2.78 | 2.85 | 2.92 | 2.99 | 3.06 | 3.13 | 3.20 | 3.27 | 3.33 | 3.40 | 4.66 | 4.53 | | |
| 6 | 7 | 237.00 | 16.80 | 5.25 | 5.40 | 5.55 | 5.70 | 5.84 | 5.98 | 6.12 | 6.26 | 6.39 | 6.53 | 6.66 | 6.79 | 4.66 | 4.53 | | |
| 7 | 8 | 150.00 | 1.40 | 2.09 | 2.15 | 2.21 | 2.27 | 2.33 | 2.39 | 2.44 | 2.50 | 2.55 | 2.60 | 2.65 | 2.71 | 4.66 | 4.53 | | |
| 8 | 9 | 305.00 | 10.80 | 8.69 | 8.94 | 9.18 | 9.42 | 9.66 | 9.89 | 10.12 | 10.35 | 10.58 | 10.80 | 11.01 | 11.23 | 4.66 | 4.53 | | |
| 9 | 10 | 182.00 | 19.60 | 3.10 | 3.19 | 3.28 | 3.37 | 3.45 | 3.53 | 3.62 | 3.70 | 3.78 | 3.86 | 3.93 | 4.01 | 4.66 | 4.53 | | |
| 10 | 11 | 237.00 | 26.00 | 5.27 | 5.42 | 5.57 | 5.71 | 5.86 | 6.00 | 6.14 | 6.28 | 6.41 | 6.55 | 6.68 | 6.81 | 4.66 | 4.53 | | |
| 11 | 12 | 212.00 | 11.00 | 4.20 | 4.32 | 4.43 | 4.55 | 4.66 | 4.78 | 4.89 | 5.00 | 5.11 | 5.21 | 5.32 | 5.42 | 4.66 | 4.53 | | |
| 12 | 13 | 320.00 | 10.40 | 9.57 | 9.84 | 10.11 | 10.37 | 10.63 | 10.89 | 11.15 | 11.40 | 11.64 | 11.89 | 12.13 | 12.36 | 4.66 | 4.53 | | |
| 13 | 14 | 209.00 | 5.50 | 4.07 | 4.19 | 4.30 | 4.42 | 4.53 | 4.64 | 4.75 | 4.85 | 4.96 | 5.06 | 5.16 | 5.26 | 4.66 | 4.53 | | |
| 14 | 15 | 240.00 | 10.80 | 5.38 | 5.53 | 5.68 | 5.83 | 5.98 | 6.12 | 6.27 | 6.41 | 6.55 | 6.68 | 6.82 | 6.95 | 4.66 | 4.53 | | |

LI : 50 kV

(ORDYA-PACHACHIACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| D | A | EQUIVALENTE : 535 m | | | | | | | | | | | NR. 15 | NR. 16 | | |
|----|----|---------------------|---------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--|
| N | R | (m) | DENIV. (m) | TEMPC. ! -20 ! -15 ! -10 ! -5 ! 0 ! 5 ! 10 ! 15 ! 20 ! 25 ! 30 ! 35 ! | | | | | | | | | | | | |
| | | | | TENS. ! 4.13! 4.11! 4.09! 4.06! 4.04! 4.02! 4.00! 3.98! 3.96! 3.94! 3.92! 3.90! | | | | | | | | | | | | |
| | | | FLECH ! | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 16 | 535.00 | 3.80 | 30.25 | 30.41 | 30.58 | 30.75 | 30.91 | 31.07 | 31.24 | 31.40 | 31.56 | 31.72 | 31.88 | 32.04 | |

LI : 50 kV

(OROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| D | A | EQUIVALENTE : 95 m | | | | | | | | | | | NR. 16 | NR. 17 | | | |
|--------|--------|--------------------|---------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|------|------|--|
| N R | N R | (m) | DENIV. (m) | TEMPER. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | |
| | | | | TENS. | 7.07 | 6.45 | 5.86 | 5.32 | 4.83 | 4.39 | 4.00 | 3.67 | 3.38 | 3.13 | 2.92 | 2.74 | |
| | | | | FLECH | 0.55 | 0.60 | 0.66 | 0.73 | 0.81 | 0.89 | 0.98 | 1.07 | 1.16 | 1.25 | 1.34 | 1.43 | |
| 16 | 17 | 95.00 | 1.02 | | | | | | | | | | | | | | |

LI : 50 kV

(OROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| D | A | | DENIV. | EQUIVALENTE : 102.826 m | | | | | | | | | | | NR. 17 | NR. 19 |
|----|----|--------|--------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|
| N | N | (m) | (m) | TEMPE. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| R | R | | | TENS. | 6.86 | 6.27 | 5.72 | 5.21 | 4.76 | 4.35 | 4.00 | 3.69 | 3.43 | 3.20 | 3.00 | 2.83 |
| 17 | 18 | 109.50 | 14.80 | FLECH | 0.76 | 0.83 | 0.92 | 1.00 | 1.10 | 1.20 | 1.31 | 1.42 | 1.53 | 1.64 | 1.75 | 1.85 |
| 18 | 19 | 34.50 | -4.40 | | 0.56 | 0.61 | 0.67 | 0.74 | 0.81 | 0.89 | 0.97 | 1.05 | 1.13 | 1.21 | 1.29 | 1.37 |

| ET | SEC | DIAMETR | Γ | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|----------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| D | A | | | EQUIVALENTE : 237.425 m | | | | | NR. 19 | | NR. 21 | | | | | |
|----|----|--------|--------|-------------------------|------|------|------|------|--------|------|--------|------|------|------|------|------|
| . | . | | DENIV. | TEMPE. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 4.70 | 4.56 | 4.43 | 4.31 | 4.20 | 4.10 | 4.00 | 3.91 | 3.82 | 3.74 | 3.66 | 3.59 |
| R | R | | | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 20 | 268.00 | 4.30 | | 6.65 | 6.85 | 7.05 | 7.24 | 7.43 | 7.62 | 7.81 | 7.99 | 8.17 | 8.35 | 8.53 | 8.70 |
| 20 | 21 | 184.00 | 23.70 | | 3.16 | 3.25 | 3.34 | 3.44 | 3.53 | 3.62 | 3.71 | 3.79 | 3.88 | 3.96 | 4.05 | 4.13 |

| | | | | | | | | |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|--------|-------------------------|------|------|------|------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|
| D | A | | | EQUIVALENTE : 267.657 m | | | | | NR. 21 | NR. 27 | | | | | | |
| . | . | | DENIV. | | | | | | | | | | | | | |
| N | N | (m) | (m) | TEMPE. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| R | R | | | TENS. | 4.54 | 4.44 | 4.34 | 4.25 | 4.16 | 4.08 | 4.00 | 3.93 | 3.85 | 3.79 | 3.72 | 3.66 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 22 | 367.50 | 4.65 | | 12.94 | 13.24 | 13.54 | 13.84 | 14.13 | 14.42 | 14.70 | 14.98 | 15.26 | 15.53 | 15.80 | 16.07 | |
| 22 | 23 | 167.00 | 15.75 | | 2.68 | 2.74 | 2.80 | 2.86 | 2.92 | 2.98 | 3.04 | 3.10 | 3.16 | 3.21 | 3.27 | 3.32 | |
| 23 | 24 | 224.00 | 41.50 | | 4.88 | 5.00 | 5.11 | 5.22 | 5.33 | 5.44 | 5.54 | 5.65 | 5.75 | 5.86 | 5.96 | 6.06 | |
| 24 | 25 | 184.50 | 5.90 | | 3.26 | 3.33 | 3.41 | 3.48 | 3.55 | 3.63 | 3.70 | 3.77 | 3.84 | 3.91 | 3.97 | 4.04 | |
| 25 | 26 | 287.00 | 3.40 | | 7.89 | 8.07 | 8.25 | 8.43 | 8.61 | 8.78 | 8.96 | 9.13 | 9.30 | 9.46 | 9.63 | 9.79 | |
| 26 | 27 | 145.50 | 15.25 | | 2.03 | 2.08 | 2.13 | 2.17 | 2.22 | 2.26 | 2.31 | 2.35 | 2.40 | 2.44 | 2.48 | 2.52 | |

LI : 50 kv

(OROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8034 | .0000191 |

| D | | A | DENIV. (m) | EQUIVALENTE : 294.5 m | | | | | | | | | | | NR. 27 | | NR. 28 | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|---------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|-------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| N | R | (m) | | TEMPER. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | TENS. | 4.44 | 4.36 | 4.28 | 4.21 | 4.13 | 4.07 | 4.00 | 3.94 | 3.88 | 3.82 | 3.76 | 3.71 | |
| 27 | 28 | 294.50 | 53.65 | FLECH | 8.63 | 8.79 | 8.95 | 9.12 | 9.27 | 9.43 | 9.59 | 9.74 | 9.89 | 10.04 | 10.19 | 10.34 | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|--------|-------------------------|------|------|------|------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|
| D | A | | | EQUIVALENTE : 191.674 m | | | | | NR. 28 | NR. 30 | | | | | | |
| . | . | | DENIV. | TEMPER. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 5.08 | 4.86 | 4.65 | 4.47 | 4.30 | 4.14 | 4.00 | 3.87 | 3.75 | 3.64 | 3.53 | 3.44 |
| R | R | | | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 29 | 215.00 | 1.10 | | 3.95 | 4.13 | 4.32 | 4.50 | 4.67 | 4.85 | 5.02 | 5.19 | 5.36 | 5.52 | 5.68 | 5.84 |
| 29 | 30 | 153.00 | 1.15 | | 2.00 | 2.09 | 2.18 | 2.27 | 2.36 | 2.45 | 2.54 | 2.63 | 2.71 | 2.79 | 2.88 | 2.96 |

| | | | | | | | | |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|--------|-------------------------|------|------|------|------|--------|------|--------|------|------|------|------|------|
| D | A | | | EQUIVALENTE : 216.285 m | | | | | NR. 30 | | NR. 39 | | | | | |
| . | . | | DENIV. | TEMPER. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 4.84 | 4.67 | 4.52 | 4.37 | 4.24 | 4.12 | 4.00 | 3.89 | 3.79 | 3.70 | 3.61 | 3.53 |
| R | R | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 31 | 167.00 | 11.70 | 2.50 | 2.60 | 2.69 | 2.77 | 2.86 | 2.95 | 3.03 | 3.12 | 3.20 | 3.28 | 3.36 | 3.44 | |
| 31 | 32 | 254.00 | 4.40 | 5.79 | 6.00 | 6.21 | 6.41 | 6.62 | 6.82 | 7.01 | 7.21 | 7.40 | 7.59 | 7.77 | 7.95 | |
| 32 | 33 | 158.00 | 6.70 | 2.24 | 2.32 | 2.40 | 2.48 | 2.56 | 2.64 | 2.71 | 2.79 | 2.86 | 2.93 | 3.00 | 3.07 | |
| 33 | 34 | 283.00 | 9.00 | 7.19 | 7.45 | 7.71 | 7.97 | 8.22 | 8.47 | 8.71 | 8.95 | 9.19 | 9.42 | 9.65 | 9.88 | |
| 34 | 35 | 244.00 | 6.20 | 5.34 | 5.54 | 5.73 | 5.92 | 6.11 | 6.29 | 6.47 | 6.65 | 6.83 | 7.00 | 7.17 | 7.34 | |
| 35 | 36 | 204.00 | 15.10 | 3.74 | 3.88 | 4.01 | 4.14 | 4.28 | 4.41 | 4.53 | 4.66 | 4.78 | 4.90 | 5.02 | 5.14 | |
| 36 | 37 | 158.00 | 5.60 | 2.24 | 2.32 | 2.40 | 2.48 | 2.56 | 2.63 | 2.71 | 2.79 | 2.86 | 2.93 | 3.00 | 3.07 | |
| 37 | 38 | 185.00 | 9.00 | 3.07 | 3.18 | 3.29 | 3.40 | 3.51 | 3.62 | 3.72 | 3.82 | 3.92 | 4.02 | 4.12 | 4.22 | |
| 38 | 39 | 151.00 | 6.20 | 2.04 | 2.12 | 2.19 | 2.26 | 2.34 | 2.41 | 2.48 | 2.54 | 2.61 | 2.68 | 2.74 | 2.81 | |

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT.! |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|----------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

D A EQUIVALENTE : 218.314 m NR. 39 NR. 44

| | | DENIV. | | ----- | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|--------|------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| N | N | (m) | (m) | TEMPE.! | -20! | -15! | -10! | -5! | 0! | 5! | 10! | 15! | 20! | 25! | 30! | | |
| R | R | | | TENS.! | 4.83! | 4.66! | 4.51! | 4.37! | 4.24! | 4.11! | 4.00! | 3.89! | 3.80! | 3.70! | 3.62! | 3.54! | |
| | | | | ----- | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | FLECH! | ----- | | | | | | | | | | | | |
| 39! | 40! | 232.00 | 1.00 | 4.84! | 5.02! | 5.19! | 5.36! | 5.52! | 5.69! | 5.85! | 6.01! | 6.16! | 6.32! | 6.47! | 6.62! | | |
| 40! | 41! | 211.00 | 7.00 | 4.01! | 4.15! | 4.29! | 4.43! | 4.57! | 4.71! | 4.84! | 4.97! | 5.10! | 5.23! | 5.35! | 5.48! | | |
| 41! | 42! | 246.00 | 3.40 | 5.45! | 5.64! | 5.83! | 6.02! | 6.21! | 6.40! | 6.58! | 6.76! | 6.93! | 7.11! | 7.28! | 7.44! | | |
| 42! | 43! | 131.00 | 4.90 | 1.54! | 1.60! | 1.65! | 1.70! | 1.76! | 1.81! | 1.86! | 1.91! | 1.96! | 2.01! | 2.06! | 2.11! | | |
| 43! | 44! | 219.00 | 5.50 | 4.32! | 4.47! | 4.62! | 4.77! | 4.92! | 5.07! | 5.21! | 5.35! | 5.49! | 5.63! | 5.77! | 5.90! | | |

| | | | | | | | | |
|---------|-------|---------|-------|------|---------|---------|------------|---------------|
| ET | SEC | DIAMETR | POIDS | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|--------|-------------------------|------|------|------|------|--------|------|--------|------|------|------|------|------|
| D | A | | | EQUIVALENTE : 183.892 m | | | | | NR. 44 | | NR. 47 | | | | | |
| . | . | | DENIV. | TEMPE. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| N | N | (m) | (m) | TENG. | 5.17 | 4.93 | 4.70 | 4.50 | 4.32 | 4.15 | 4.00 | 3.86 | 3.73 | 3.61 | 3.51 | 3.41 |
| R | R | | | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| 44 | 45 | 202.00 | 35.40 | | 3.48 | 3.65 | 3.82 | 4.00 | 4.17 | 4.33 | 4.50 | 4.66 | 4.82 | 4.98 | 5.13 | 5.29 |
| 45 | 46 | 187.00 | 30.50 | | 2.97 | 3.12 | 3.27 | 3.42 | 3.56 | 3.71 | 3.85 | 3.99 | 4.12 | 4.26 | 4.39 | 4.52 |
| 46 | 47 | 152.00 | 12.90 | | 1.94 | 2.04 | 2.14 | 2.23 | 2.33 | 2.42 | 2.52 | 2.61 | 2.70 | 2.78 | 2.87 | 2.96 |

| | | | | | | | | |
|---------|-------|---------|------|-----|---------|---------|------------|---------------|
| ET | SEC | DIAMETR | P | UNT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|--------|---------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| D | A | | | EQUIVALENTE : 535 m | | | | | NR. 47 | | | | | NR. 48 | | | | | | | | | | |
| . | . | | DENIV. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | N | (m) | (m) | TEMPE. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | | | | | | | | |
| R | R | | | TENS. | 4.13 | 4.11 | 4.09 | 4.06 | 4.04 | 4.02 | 4.00 | 3.98 | 3.96 | 3.94 | 3.92 | 3.90 | | | | | | | | |
| | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | 48 | 535.00 | 33.80 | | 30.30 | 30.47 | 30.64 | 30.80 | 30.97 | 31.13 | 31.30 | 31.46 | 31.62 | 31.79 | 31.95 | 32.11 | | | | | | | | |

LI : 50 KV

(OROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| D | A | | | EQUIVALENTE : 183.056 m | | | | | | | | | | | NR. 48 | NR. 54 |
|---|---|-----|--------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|
| . | . | | DENIV. | TEMPE. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 5.18 | 4.94 | 4.71 | 4.51 | 4.32 | 4.15 | 4.00 | 3.86 | 3.73 | 3.61 | 3.50 | 3.40 |
| R | R | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 48 | 49 | 121.00 | 8.30 | | 1.23 | 1.29 | 1.35 | 1.41 | 1.47 | 1.53 | 1.59 | 1.65 | 1.71 | 1.76 | 1.82 | 1.87 | |
| 49 | 50 | 169.00 | 16.40 | | 2.40 | 2.52 | 2.64 | 2.76 | 2.88 | 3.00 | 3.11 | 3.23 | 3.34 | 3.45 | 3.56 | 3.66 | |
| 50 | 51 | 218.00 | 25.10 | | 4.01 | 4.21 | 4.41 | 4.61 | 4.81 | 5.00 | 5.20 | 5.39 | 5.57 | 5.76 | 5.94 | 6.11 | |
| 51 | 52 | 136.00 | | | 1.55 | 1.62 | 1.70 | 1.78 | 1.86 | 1.93 | 2.01 | 2.08 | 2.15 | 2.22 | 2.29 | 2.36 | |
| 52 | 53 | 103.00 | 20.60 | | 0.90 | 0.95 | 0.99 | 1.04 | 1.08 | 1.13 | 1.17 | 1.21 | 1.26 | 1.30 | 1.34 | 1.38 | |
| 53 | 54 | 230.00 | 44.00 | | 4.51 | 4.74 | 4.97 | 5.19 | 5.42 | 5.64 | 5.85 | 6.07 | 6.28 | 6.48 | 6.68 | 6.88 | |

LI : 50 KV

(OROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| D | A | EQUIVALENTE : 317.15 m | | | | | | | | | | | NR. 54 | NR. 57 | |
|--------|--------|------------------------|---------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| N R | N R | (m) | DENIV. (m) | TEMPER. ! -20 ! -15 ! -10 ! -5 ! 0 ! 5 ! 10 ! 15 ! 20 ! 25 ! 30 ! 35 ! | | | | | | | | | | | |
| | | | | TENS. ! 4.38 ! 4.31 ! 4.24 ! 4.18 ! 4.12 ! 4.06 ! 4.00 ! 3.95 ! 3.89 ! 3.84 ! 3.79 ! 3.74 ! | | | | | | | | | | | |
| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | |
| 54 | 55 | 362.00 | 29.20 | 13.06 | 13.28 | 13.49 | 13.70 | 13.90 | 14.11 | 14.31 | 14.51 | 14.71 | 14.90 | 15.10 | 15.29 |
| 55 | 56 | 283.00 | 5.60 | 7.95 | 8.08 | 8.21 | 8.34 | 8.46 | 8.59 | 8.71 | 8.83 | 8.95 | 9.07 | 9.19 | 9.31 |
| 56 | 57 | 287.00 | 30.00 | 8.22 | 8.36 | 8.49 | 8.62 | 8.75 | 8.88 | 9.01 | 9.13 | 9.26 | 9.38 | 9.50 | 9.62 |

LT 50 KV (DROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| | | | | | | | | |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|--------|-------------------------|------|------|------|------|--------|------|--------|------|------|------|------|------|
| D | A | | | EQUIVALENTE : 290.575 m | | | | | NR. 57 | | NR. 59 | | | | | |
| . | . | | DENIV. | | | | | | | | | | | | | |
| N | N | (m) | (m) | TEMPE. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| R | R | | | TENS. | 4.46 | 4.37 | 4.23 | 4.21 | 4.14 | 4.07 | 4.00 | 3.94 | 3.87 | 3.82 | 3.76 | 3.70 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
| 57 | 58 | 320.00 | 62.90 | 10.18 | 10.39 | 10.58 | 10.78 | 10.97 | 11.16 | 11.35 | 11.54 | 11.72 | 11.90 | 12.08 | 12.26 | |
| 58 | 59 | 73.00 | 25.90 | 0.55 | 0.56 | 0.57 | 0.58 | 0.59 | 0.60 | 0.61 | 0.62 | 0.63 | 0.64 | 0.65 | 0.66 | |

LI : 50 kv

(ORDYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| D | A | | DENIV. | EQUIVALENTE : 228.252 m | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|--------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| N | N | (m) | (m) | TEMPER. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| R | R | | | TENS. | 4.76 | 4.61 | 4.47 | 4.34 | 4.22 | 4.10 | 4.00 | 3.90 | 3.81 | 3.72 | 3.64 | 3.57 |
| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| 59 | 60 | 158.00 | 10.80 | | 2.28 | 2.36 | 2.43 | 2.50 | 2.58 | 2.65 | 2.72 | 2.78 | 2.85 | 2.92 | 2.98 | 3.05 |
| 60 | 61 | 151.00 | 3.90 | | 2.08 | 2.15 | 2.22 | 2.28 | 2.35 | 2.41 | 2.47 | 2.54 | 2.60 | 2.66 | 2.72 | 2.78 |
| 61 | 62 | 287.00 | 75.40 | | 7.78 | 8.04 | 8.29 | 8.54 | 8.78 | 9.02 | 9.26 | 9.49 | 9.72 | 9.95 | 10.17 | 10.39 |

LI : 50 KV

(DROYA-PAC... IACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | F | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| D | A | EQUIVALENTE : 199.623 m | | | | | | | | | | | NR. 62 | | NR. 82 | |
|---|---|-------------------------|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|--------|------|
| N | N | DENIV. | | TEMPE. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| R | R | (m) | (m) | TENS. | 5.00 | 4.79 | 4.60 | 4.43 | 4.28 | 4.13 | 4.00 | 3.88 | 3.76 | 3.66 | 3.56 | 3.47 |

| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| 62 | 63 | 292.00 | 19.20 | 7.44 | 7.75 | 8.07 | 8.38 | 8.69 | 8.99 | 9.29 | 9.59 | 9.88 | 10.16 | 10.44 | 10.72 | | |
| 63 | 64 | 113.00 | 15.50 | 1.12 | 1.16 | 1.21 | 1.26 | 1.31 | 1.35 | 1.40 | 1.44 | 1.48 | 1.53 | 1.57 | 1.61 | | |
| 64 | 65 | 129.00 | 6.50 | 1.44 | 1.51 | 1.57 | 1.63 | 1.69 | 1.75 | 1.81 | 1.86 | 1.92 | 1.97 | 2.03 | 2.08 | | |
| 65 | 66 | 134.00 | 9.60 | 1.56 | 1.63 | 1.69 | 1.76 | 1.83 | 1.89 | 1.95 | 2.01 | 2.07 | 2.13 | 2.19 | 2.25 | | |
| 66 | 67 | 242.00 | 33.30 | 5.14 | 5.36 | 5.58 | 5.80 | 6.01 | 6.22 | 6.42 | 6.63 | 6.83 | 7.02 | 7.22 | 7.41 | | |
| 67 | 68 | 110.00 | 5.30 | 1.05 | 1.09 | 1.14 | 1.18 | 1.23 | 1.27 | 1.31 | 1.35 | 1.39 | 1.43 | 1.47 | 1.51 | | |
| 68 | 69 | 227.00 | 0.50 | 4.48 | 4.67 | 4.86 | 5.05 | 5.24 | 5.42 | 5.60 | 5.78 | 5.95 | 6.12 | 6.29 | 6.46 | | |
| 69 | 70 | 116.00 | 0.50 | 1.17 | 1.22 | 1.27 | 1.31 | 1.36 | 1.41 | 1.46 | 1.50 | 1.55 | 1.59 | 1.64 | 1.68 | | |
| 70 | 71 | 125.00 | 13.80 | 1.36 | 1.42 | 1.48 | 1.54 | 1.59 | 1.65 | 1.70 | 1.76 | 1.81 | 1.86 | 1.91 | 1.96 | | |
| 71 | 72 | 165.00 | 14.50 | 2.37 | 2.48 | 2.58 | 2.68 | 2.77 | 2.87 | 2.97 | 3.06 | 3.15 | 3.24 | 3.33 | 3.42 | | |
| 72 | 73 | 180.00 | 4.80 | 2.82 | 2.94 | 3.06 | 3.17 | 3.29 | 3.41 | 3.52 | 3.63 | 3.74 | 3.85 | 3.95 | 4.06 | | |
| 73 | 74 | 152.00 | 3.80 | 2.01 | 2.09 | 2.18 | 2.26 | 2.34 | 2.43 | 2.51 | 2.59 | 2.66 | 2.74 | 2.82 | 2.89 | | |
| 74 | 75 | 139.00 | 3.30 | 1.68 | 1.75 | 1.82 | 1.89 | 1.96 | 2.03 | 2.10 | 2.16 | 2.23 | 2.29 | 2.35 | 2.42 | | |
| 75 | 76 | 180.00 | 2.30 | 2.82 | 2.94 | 3.06 | 3.17 | 3.29 | 3.40 | 3.52 | 3.63 | 3.74 | 3.85 | 3.95 | 4.06 | | |
| 76 | 77 | 151.00 | 6.00 | 1.98 | 2.07 | 2.15 | 2.23 | 2.32 | 2.40 | 2.48 | 2.55 | 2.63 | 2.71 | 2.78 | 2.85 | | |
| 77 | 78 | 100.00 | 11.20 | 0.87 | 0.91 | 0.95 | 0.98 | 1.02 | 1.05 | 1.09 | 1.12 | 1.16 | 1.19 | 1.22 | 1.26 | | |
| 78 | 79 | 241.00 | 9.90 | 5.06 | 5.27 | 5.49 | 5.70 | 5.91 | 6.11 | 6.32 | 6.52 | 6.71 | 6.91 | 7.10 | 7.28 | | |
| 79 | 80 | 300.00 | 6.90 | 7.83 | 8.17 | 8.50 | 8.83 | 9.16 | 9.48 | 9.79 | 10.10 | 10.41 | 10.71 | 11.00 | 11.29 | | |
| 80 | 81 | 128.00 | 13.70 | 1.43 | 1.49 | 1.55 | 1.61 | 1.67 | 1.73 | 1.79 | 1.84 | 1.90 | 1.95 | 2.01 | 2.06 | | |
| 81 | 82 | 125.00 | 2.10 | 1.35 | 1.41 | 1.47 | 1.53 | 1.58 | 1.64 | 1.69 | 1.75 | 1.80 | 1.85 | 1.90 | 1.95 | | |

LI : 50 kV

(DROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8034 | .0000191 |

| D | A | EQUIVALENTE : 195.909 m | | | | | | | | | | | NR. 82 | NR. 89 | |
|-----|-----|-------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| N | N | DENIV. | TEMPER. ! -20 ! -15 ! -10 ! -5 ! 0 ! 5 ! 10 ! 15 ! 20 ! 25 ! 30 ! 35 ! | | | | | | | | | | | | |
| R | R | (m) | TENS. ! 5.03! 4.82! 4.63! 4.45! 4.29! 4.14! 4.00! 3.87! 3.76! 3.65! 3.55! 3.46! | | | | | | | | | | | | |
| | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
| 82! | 83! | 129.00 | 10.60 | 1.44! | 1.50! | 1.56! | 1.63! | 1.69! | 1.75! | 1.81! | 1.87! | 1.93! | 1.98! | 2.04! | 2.10! |
| 83! | 84! | 135.00 | 6.30 | 1.57! | 1.64! | 1.71! | 1.78! | 1.85! | 1.91! | 1.98! | 2.04! | 2.11! | 2.17! | 2.23! | 2.29! |
| 84! | 85! | 225.00 | 13.50 | 4.38! | 4.57! | 4.76! | 4.95! | 5.14! | 5.33! | 5.51! | 5.69! | 5.87! | 6.04! | 6.21! | 6.38! |
| 85! | 86! | 228.00 | 4.60 | 4.49! | 4.69! | 4.88! | 5.08! | 5.27! | 5.46! | 5.65! | 5.83! | 6.02! | 6.19! | 6.37! | 6.54! |
| 86! | 87! | 174.00 | 3.00 | 2.61! | 2.73! | 2.84! | 2.95! | 3.07! | 3.18! | 3.29! | 3.39! | 3.50! | 3.60! | 3.71! | 3.81! |
| 87! | 88! | 206.00 | 15.20 | 3.67! | 3.83! | 4.00! | 4.16! | 4.31! | 4.47! | 4.62! | 4.77! | 4.92! | 5.07! | 5.21! | 5.35! |
| 88! | 89! | 199.00 | 5.20 | 3.42! | 3.57! | 3.72! | 3.87! | 4.01! | 4.16! | 4.30! | 4.44! | 4.58! | 4.72! | 4.85! | 4.98! |

LI : 50 KV

(DROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 4 | 8094 | .0000191 |

| D | A | EQUIVALENTE : 157 m | | | | | | | | | | | NR. 89 | NR. 90 | | |
|----|----|---------------------|--------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|------|------|
| N | N | (m) | DENIV. | TEMPER. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| R | R | (m) | (m) | TENS. | 5.58 | 5.24 | 4.94 | 4.66 | 4.42 | 4.20 | 4.00 | 3.82 | 3.66 | 3.52 | 3.39 | 3.27 |
| | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
| 89 | 90 | 157.00 | 29.60 | | 1.95 | 2.08 | 2.20 | 2.33 | 2.46 | 2.59 | 2.72 | 2.85 | 2.97 | 3.10 | 3.22 | 3.33 |

LI : 50 kV

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 125.1 | 14.31 | .435 | 0 | 10 | 3.5 | 8094 | .0000191 |

| D | A | | DENIV. | EQUIVALENTE : 65 m | | | | | NR. 90 | | | | | POSTE | | |
|----|---|-------|--------|--------------------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|-------|------|------|
| N | N | (m) | (m) | TEMPE. | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| R | R | | | TENS. | 7.08 | 6.38 | 5.71 | 5.08 | 4.49 | 3.96 | 3.50 | 3.11 | 2.78 | 2.51 | 2.29 | 2.11 |
| 90 | P | 65.00 | 0.40 | FLECH | 0.25 | 0.28 | 0.32 | 0.36 | 0.40 | 0.46 | 0.52 | 0.59 | 0.66 | 0.73 | 0.80 | 0.87 |

PROYECTO DE LA LINEA DE TRANSMISION EN 50 KV S.E. OPOYA NUEVA - PACHACHACA

2.2.9 TABLA DE TENSADO DEL CABLE DE GUARDA

| LI : 50 KV (OROYA PACHACHACA) CENTROMIN | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------|---------------|----------|--------|---------|---------|------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ET | | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT.! | | | | | | | |
| INITIAL | | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 9 | 19300 | .0000115 | | | | | | | |
| D A | | EQUIVALENTE : 86 m | | POSTE | | NR. 1 | | | | | | | | | | |
| N N | | (m) | DENIV. (m) | TEMPER.! | -10! | -5! | 0! | 5! | 10! | 15! | 20! | 25! | 30! | 35! | 40! | 45! |
| R R | | | | TENS.! | 11.59! | 10.87! | 10.19! | 9.57! | 9.00! | 8.48! | 8.01! | 7.58! | 7.19! | 6.84! | 6.53! | 6.24! |
| P 1! | | 86.00! | 0.80! | FLECH! | 0.63! | 0.67! | 0.72! | 0.76! | 0.81! | 0.86! | 0.91! | 0.97! | 1.02! | 1.07! | 1.12! | 1.17! |

LI : 50 KV

(ORDYA-PACHACIACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | EQUIVALENTE : 83 m | | | | | | | | | | | NR. 1 | NR. 2 | | |
|---|---|--------------------|---------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|
| N | R | (m) | DENIV. (m) | TEMPER. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| | | | | TENS. | 15.47 | 14.55 | 13.60 | 12.81 | 12.00 | 11.23 | 10.52 | 9.85 | 9.24 | 8.67 | 8.16 | 7.70 |
| 1 | 2 | 83.00 | 2.30 | FLECH | 0.44 | 0.47 | 0.50 | 0.53 | 0.57 | 0.60 | 0.65 | 0.69 | 0.74 | 0.78 | 0.83 | 0.88 |

LI : 50 KV

(OROYA PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD. ELAST. | COEF. DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|-------------|----------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | | | EQUIVALENTE : 428 m | | | | | NR. 2 | | NR. 3 | | | | | |
|---|---|--------|--------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N | N | (m) | DENIV. | TEMPER. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| R | R | | | TENS. | 12.39 | 12.29 | 12.19 | 12.10 | 12.00 | 11.91 | 11.82 | 11.73 | 11.64 | 11.55 | 11.47 | 11.39 |
| 2 | 3 | 428.00 | 11.30 | FLECH | 14.72 | 14.84 | 14.96 | 15.08 | 15.20 | 15.32 | 15.44 | 15.56 | 15.68 | 15.79 | 15.91 | 16.02 |

LI : 50 KV

(OROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | EQUIVALENTE : 207.885 m | | | | | | | | | | NR. 3 | NR. 5 | | | |
|---|---|-------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N | N | (m) | DENIV. | TEMPER. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| R | R | (m) | (m) | TENS. | 13.41 | 13.02 | 12.66 | 12.32 | 12.00 | 11.70 | 11.41 | 11.13 | 10.88 | 10.63 | 10.40 | 10.18 |
| 3 | 4 | 124.00 | 5.50 | FLECH | 1.14 | 1.17 | 1.20 | 1.24 | 1.27 | 1.30 | 1.34 | 1.37 | 1.40 | 1.43 | 1.47 | 1.50 |
| 4 | 5 | 240.00 | 12.30 | | 4.27 | 4.40 | 4.52 | 4.65 | 4.78 | 4.90 | 5.02 | 5.15 | 5.27 | 5.39 | 5.51 | 5.63 |

LI : 50 kv

(DROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | | EQUIVALENTE : 243.856 m | NR. 5 | NR. 15 | | | | | | | | | | |
|---|---|--------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | DENIV. | | | | | | | | | | | | | |
| | | (m) | | | | | | | | | | | | | |
| | | | TEMPE.! | -10 ! | -5 ! | 0 ! | 5 ! | 10 ! | 15 ! | 20 ! | 25 ! | 30 ! | 35 ! | 40 ! | 45 ! |
| | | | TENS.! | 13.09! | 12.80! | 12.52! | 12.25! | 12.00! | 11.76! | 11.53! | 11.31! | 11.10! | 10.90! | 10.71! | 10.53! |

| | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 5! | 6! | 168.00 | 2.90 | 2.14! | 2.19! | 2.24! | 2.29! | 2.33! | 2.38! | 2.43! | 2.48! | 2.52! | 2.57! | 2.62! | 2.66! | |
| 6! | 7! | 237.00 | 16.80 | 4.27! | 4.37! | 4.47! | 4.57! | 4.66! | 4.76! | 4.85! | 4.95! | 5.04! | 5.13! | 5.23! | 5.32! | |
| 7! | 8! | 150.00 | 1.40 | 1.70! | 1.74! | 1.78! | 1.82! | 1.86! | 1.90! | 1.94! | 1.97! | 2.01! | 2.05! | 2.08! | 2.12! | |
| 8! | 9! | 305.00 | 10.80 | 7.07! | 7.23! | 7.39! | 7.55! | 7.71! | 7.87! | 8.03! | 8.18! | 8.34! | 8.49! | 8.65! | 8.80! | |
| 9! | 10! | 182.00 | 19.60 | 2.53! | 2.58! | 2.64! | 2.70! | 2.76! | 2.81! | 2.87! | 2.92! | 2.98! | 3.03! | 3.09! | 3.14! | |
| 10! | 11! | 237.00 | 26.00 | 4.29! | 4.39! | 4.48! | 4.58! | 4.68! | 4.77! | 4.87! | 4.96! | 5.06! | 5.15! | 5.24! | 5.34! | |
| 11! | 12! | 212.00 | 11.00 | 3.41! | 3.49! | 3.57! | 3.65! | 3.72! | 3.80! | 3.88! | 3.95! | 4.03! | 4.10! | 4.17! | 4.25! | |
| 12! | 13! | 320.00 | 10.40 | 7.78! | 7.96! | 8.14! | 8.32! | 8.49! | 8.66! | 8.84! | 9.01! | 9.18! | 9.35! | 9.52! | 9.68! | |
| 13! | 14! | 209.00 | 5.50 | 3.31! | 3.39! | 3.47! | 3.54! | 3.62! | 3.69! | 3.76! | 3.84! | 3.91! | 3.98! | 4.05! | 4.12! | |
| 14! | 15! | 240.00 | 9.90 | 4.38! | 4.48! | 4.58! | 4.67! | 4.77! | 4.87! | 4.97! | 5.07! | 5.16! | 5.26! | 5.35! | 5.44! | |

LI : 50 kV

N°2 (OROYA-PACHACHIACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 7.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | EQUIVALENTE : 535 m | | | | | | | | | | | NR. 15 | NR. 16 | | |
|----|----|---------------------|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--|
| | | DENIV. | | TEMPER. ! -10 ! -5 ! 0 ! 5 ! 10 ! 15 ! 20 ! 25 ! 30 ! 35 ! 40 ! 45 ! | | | | | | | | | | | | |
| N | N | (m) | (m) | TENS. ! 12.26 ! 12.19 ! 12.13 ! 12.06 ! 12.00 ! 11.94 ! 11.88 ! 11.82 ! 11.76 ! 11.70 ! 11.64 ! 11.59 ! | | | | | | | | | | | | |
| R | R | | | FLECH ! | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 16 | 535.00 | 3.80 | 23.27 | 23.40 | 23.52 | 23.65 | 23.77 | 23.89 | 24.02 | 24.14 | 24.26 | 24.38 | 24.50 | 24.63 | |

LI : 50 kV

(OROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | CDEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D A | | DENIV. (m) | EQUIVALENTE : 95 m | | | | | | | | | | NR. 16 | | NR. 17 | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|---------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|--|
| N | N | | TEMPC. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | TENS. | 15.23 | 14.37 | 13.54 | 12.75 | 12.00 | 11.30 | 10.64 | 10.04 | 9.48 | 8.97 | 8.50 | 8.08 | |
| R | R | | TENS. | 15.23 | 14.37 | 13.54 | 12.75 | 12.00 | 11.30 | 10.64 | 10.04 | 9.48 | 8.97 | 8.50 | 8.08 | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 17 | 95.00 | FLECH | 0.58 | 0.62 | 0.66 | 0.70 | 0.74 | 0.79 | 0.84 | 0.89 | 0.94 | 1.00 | 1.05 | 1.11 | | | | | | | | | | | | | | |

LIGNE : 50 KV

(OROYA-PACHACIACA)

CENTROMIN

| | | | | | | | | |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|--------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|------|------|------|------|
| D | A | | | EQUIVALENTE : 102.826 m | | | | | NR. 17 | | NR. 19 | | | | | |
| | | | DENIV. | TEMPER. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 15.07 | 14.24 | 13.46 | 12.71 | 12.00 | 11.34 | 10.72 | 10.15 | 9.63 | 9.15 | 8.70 | 8.30 |
| R | R | | | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 18 | 109.50 | 14.70 | | 0.79 | 0.84 | 0.89 | 0.94 | 1.00 | 1.06 | 1.12 | 1.18 | 1.24 | 1.31 | 1.38 | 1.44 |
| 18 | 19 | 94.50 | 4.00 | | 0.58 | 0.62 | 0.66 | 0.69 | 0.74 | 0.78 | 0.82 | 0.87 | 0.92 | 0.97 | 1.02 | 1.07 |

LI : 50 KV

(OROYA-PACHACHIACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | | DENIV. | EQUIVALENTE : 237.425 m | | | | | | | | | | | NR. 19 | NR. 21 |
|----|----|--------|--------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| N | N | (m) | (m) | TEMPER. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| R | R | | | TENS. | 13.14 | 12.83 | 12.54 | 12.26 | 12.00 | 11.75 | 11.51 | 11.28 | 11.07 | 10.86 | 10.66 | 10.47 |
| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 20 | 268.00 | 4.50 | | 5.43 | 5.56 | 5.69 | 5.82 | 5.95 | 6.08 | 6.20 | 6.33 | 6.45 | 6.58 | 6.70 | 6.82 |
| 20 | 21 | 184.00 | 23.80 | | 2.58 | 2.64 | 2.70 | 2.76 | 2.82 | 2.88 | 2.94 | 3.00 | 3.06 | 3.12 | 3.18 | 3.24 |

LI : 50 kV

(DROYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | | | EQUIVALENTE : 267.657 m | | | | | | NR. 21 | | NR. 27 | | | | |
|---|---|-----|---------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| N | N | (m) | DENIV. (m) | TEMPC. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| R | R | | | TENS. | 12.93 | 12.68 | 12.44 | 12.22 | 12.00 | 11.79 | 11.59 | 11.40 | 11.22 | 11.04 | 10.87 | 10.71 |

| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 21 | 22 | 367.50 | 4.85 | | 10.33 | 10.59 | 10.80 | 11.00 | 11.20 | 11.40 | 11.59 | 11.79 | 11.98 | 12.18 | 12.37 | 12.55 | |
| 22 | 23 | 167.00 | 15.45 | | 2.15 | 2.19 | 2.23 | 2.27 | 2.32 | 2.36 | 2.40 | 2.44 | 2.48 | 2.52 | 2.56 | 2.60 | |
| 23 | 24 | 224.00 | 41.50 | | 3.92 | 4.00 | 4.07 | 4.15 | 4.22 | 4.30 | 4.37 | 4.45 | 4.52 | 4.59 | 4.66 | 4.74 | |
| 24 | 25 | 184.50 | 5.90 | | 2.61 | 2.67 | 2.72 | 2.77 | 2.82 | 2.87 | 2.92 | 2.97 | 3.01 | 3.06 | 3.11 | 3.16 | |
| 25 | 26 | 287.00 | 3.40 | | 6.33 | 6.46 | 6.58 | 6.70 | 6.82 | 6.95 | 7.07 | 7.18 | 7.30 | 7.42 | 7.54 | 7.65 | |
| 26 | 27 | 145.50 | 15.35 | | 1.63 | 1.66 | 1.70 | 1.73 | 1.76 | 1.79 | 1.82 | 1.85 | 1.88 | 1.91 | 1.94 | 1.97 | |

LI : 50 KV

(ORDYA-PACHACHACA)

CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | EQUIVALENTE : 294.5 m | | | | | | | | | | NR. 27 | NR. 28 | | |
|----|----|-----------------------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| | | DENIV. | | TEMPER. | | | | | | | | | | | |
| | | | | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | | | | | | | | | | | |
| R | R | | | 12.79 | 12.58 | 12.38 | 12.19 | 12.00 | 11.82 | 11.65 | 11.48 | 11.32 | 11.17 | 11.02 | 10.88 |
| | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 28 | 294.50 | 53.95 | 6.85 | 6.97 | 7.08 | 7.19 | 7.31 | 7.42 | 7.53 | 7.63 | 7.74 | 7.85 | 7.96 | 8.06 |

LI 50 kV

(OROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| | | | | | | | | |
|---------|-------|----------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| ET | SEC | DIAMETRE | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|--------|------|-------------------------|------|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------|
| D | | A | | EQUIVALENTE : 191.674 m | | | | | | | | | | | | NR. 28 | | NR. 28 | |
| . | | . | | DENIV. | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | | N | | (m) | | TEMPE. | | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| R | | R | | (m) | | TENS. | | 13.59 | 13.15 | 12.75 | 12.36 | 12.00 | 11.66 | 11.34 | 11.04 | 10.75 | 10.48 | 10.23 | 9.99 |
| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 29 | 215.00 | 0.70 | 3.38 | 3.49 | 3.60 | 3.71 | 3.83 | 3.94 | 4.05 | 4.16 | 4.27 | 4.38 | 4.49 | 4.60 | | | | |
| 29 | 29A | 153.00 | 1.05 | 1.71 | 1.76 | 1.82 | 1.88 | 1.93 | 1.99 | 2.05 | 2.10 | 2.16 | 2.22 | 2.27 | 2.33 | | | | |

LI 50 KV

(OROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT.! |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|----------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .40E | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----|--------|-------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| D | A | | | EQUIVALENTE : 216.285 m | | | | NR. 291 | | | | NR. 38 | | | | |
| | | | DENIV. | | | | | | | | | | | | | |
| N | N | (m) | (m) | TEMPE.! | -10! | -5! | 0! | 5! | 10! | 15! | 20! | 25! | 30! | 35! | 40! | 45! |
| R | R | | | TENS.! | 13.32! | 12.96! | 12.62! | 12.30! | 12.00! | 11.71! | 11.44! | 11.18! | 10.94! | 10.70! | 10.48! | 10.27! |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
| 298! | 30! | 167.00 | 11.80 | | 2.08! | 2.14! | 2.20! | 2.25! | 2.31! | 2.37! | 2.43! | 2.48! | 2.54! | 2.59! | 2.65! | 2.70! | |
| | 30! | 254.00 | 4.40 | | 4.81! | 4.95! | 5.08! | 5.21! | 5.34! | 5.48! | 5.61! | 5.74! | 5.87! | 5.99! | 6.12! | 6.25! | |
| | 31! | 158.00 | 6.70 | | 1.86! | 1.91! | 1.96! | 2.01! | 2.07! | 2.12! | 2.17! | 2.22! | 2.27! | 2.32! | 2.37! | 2.41! | |
| | 32! | 283.00 | 9.00 | | 5.98! | 6.14! | 6.31! | 6.47! | 6.64! | 6.80! | 6.96! | 7.13! | 7.29! | 7.45! | 7.60! | 7.76! | |
| | 32! | 244.00 | 6.20 | | 4.44! | 4.56! | 4.69! | 4.81! | 4.93! | 5.05! | 5.17! | 5.29! | 5.41! | 5.53! | 5.65! | 5.76! | |
| | 34! | 204.00 | 15.10 | | 3.11! | 3.20! | 3.28! | 3.37! | 3.45! | 3.54! | 3.62! | 3.71! | 3.79! | 3.87! | 3.96! | 4.04! | |
| | 35! | 158.00 | 5.00 | | 1.86! | 1.91! | 1.96! | 2.01! | 2.06! | 2.12! | 2.17! | 2.22! | 2.27! | 2.32! | 2.37! | 2.41! | |
| | 36! | 185.00 | 9.00 | | 2.55! | 2.62! | 2.69! | 2.76! | 2.83! | 2.90! | 2.97! | 3.04! | 3.11! | 3.18! | 3.25! | 3.31! | |
| | 37! | 151.00 | 6.30 | | 1.70! | 1.75! | 1.79! | 1.84! | 1.89! | 1.93! | 1.98! | 2.02! | 2.07! | 2.12! | 2.16! | 2.20! | |

LI 50 kV

(OROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | | | EQUIVALENTE : 218.314 m | | | | | NR. 38 | | | | | NR. 43 | | | | |
|----|----|--------|--------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--|--|
| . | . | | DENIV. | TEMPE. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | | |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 13.30 | 12.95 | 12.62 | 12.30 | 12.00 | 11.72 | 11.45 | 11.19 | 10.95 | 10.72 | 10.50 | 10.29 | | |
| R | R | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | 39 | 232.00 | 0.90 | | 4.02 | 4.13 | 4.24 | 4.35 | 4.46 | 4.56 | 4.67 | 4.78 | 4.89 | 4.99 | 5.09 | 5.20 | | |
| 39 | 40 | 211.00 | 7.00 | | 3.32 | 3.42 | 3.51 | 3.60 | 3.69 | 3.78 | 3.87 | 3.95 | 4.04 | 4.13 | 4.22 | 4.30 | | |
| 40 | 41 | 246.00 | 3.40 | | 4.52 | 4.64 | 4.77 | 4.89 | 5.01 | 5.13 | 5.25 | 5.37 | 5.49 | 5.61 | 5.73 | 5.85 | | |
| 41 | 42 | 131.00 | 4.90 | | 1.28 | 1.31 | 1.35 | 1.38 | 1.42 | 1.45 | 1.49 | 1.52 | 1.55 | 1.59 | 1.62 | 1.65 | | |
| 42 | 43 | 219.00 | 5.90 | | 3.58 | 3.68 | 3.78 | 3.87 | 3.97 | 4.07 | 4.16 | 4.26 | 4.35 | 4.45 | 4.54 | 4.63 | | |

LI 50 KV

(ORDYA PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | | | EQUIVALENTE : 183.892 m | | | | | | | | | | | NR. 43 | NR. 46 |
|----|----|--------|--------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| . | . | | DENIV. | TEMPE. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 13.68 | 13.22 | 12.79 | 12.38 | 12.00 | 11.64 | 11.30 | 10.98 | 10.68 | 10.40 | 10.14 | 9.89 |
| R | R | | | FLECI | | | | | | | | | | | | |
| 43 | 44 | 202.00 | 35.00 | | 3.00 | 3.11 | 3.21 | 3.32 | 3.43 | 3.53 | 3.64 | 3.74 | 3.85 | 3.95 | 4.06 | 4.16 |
| 44 | 45 | 187.00 | 30.50 | | 2.57 | 2.66 | 2.75 | 2.84 | 2.93 | 3.02 | 3.11 | 3.20 | 3.29 | 3.38 | 3.47 | 3.56 |
| 45 | 46 | 152.00 | 13.80 | | 1.68 | 1.74 | 1.80 | 1.86 | 1.92 | 1.98 | 2.04 | 2.10 | 2.15 | 2.21 | 2.27 | 2.33 |

LI 50 kv

(OROYA PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | EQUIVALENTE : 535 m | | | | | | | | | | NR. 46 | NR. 47 | | | |
|----|----|---------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| . | . | DENIV. | | | | | | | | | | | | | | |
| N | N | (m) | (m) | TEMPE. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| R | R | | | TENS. | 12.26 | 12.19 | 12.13 | 12.06 | 12.00 | 11.94 | 11.88 | 11.82 | 11.76 | 11.70 | 11.64 | 11.59 |
| 46 | 47 | 535.00 | 33.80 | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 23.31 | 23.44 | 23.57 | 23.69 | 23.82 | 23.94 | 24.06 | 24.19 | 24.31 | 24.43 | 24.55 | 24.67 |

LI 50 kV

(OROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | | | EQUIVALENTE : 183.056 m | | | | | NR. 47 | | | NR. 53 | | | | |
|---|---|-----|--------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|
| . | . | | DENIV. | | | | | | | | | | | | | |
| N | N | (m) | (m) | TEMPER. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| R | R | | | TENS. | 13.69 | 13.23 | 12.79 | 12.39 | 12.00 | 11.64 | 11.30 | 10.98 | 10.68 | 10.39 | 10.13 | 9.87 |

| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
| 47 | 48 | 121.00 | 7.40 | 1.06 | 1.10 | 1.13 | 1.17 | 1.21 | 1.25 | 1.29 | 1.32 | 1.36 | 1.40 | 1.44 | 1.47 | | |
| 48 | 49 | 169.00 | 16.40 | 2.08 | 2.15 | 2.23 | 2.30 | 2.37 | 2.45 | 2.52 | 2.59 | 2.67 | 2.74 | 2.81 | 2.88 | | |
| 49 | 50 | 218.00 | 25.10 | 3.47 | 3.59 | 3.71 | 3.84 | 3.96 | 4.08 | 4.21 | 4.33 | 4.45 | 4.57 | 4.69 | 4.81 | | |
| 50 | 51 | 136.00 | | 1.34 | 1.38 | 1.43 | 1.48 | 1.53 | 1.58 | 1.62 | 1.67 | 1.72 | 1.76 | 1.81 | 1.86 | | |
| 51 | 52 | 103.00 | 20.60 | 0.78 | 0.81 | 0.84 | 0.86 | 0.89 | 0.92 | 0.95 | 0.97 | 1.00 | 1.03 | 1.06 | 1.08 | | |
| 52 | 53 | 230.00 | 43.60 | 3.91 | 4.04 | 4.18 | 4.32 | 4.46 | 4.60 | 4.74 | 4.87 | 5.01 | 5.15 | 5.28 | 5.42 | | |

LI 50 KV

(ORDYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | | | PORTEE EQUIVALENTE : 362 m | | | | | NR. 53 | | | | | NR. 54 | | | | |
|----|----|--------|--------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--|--|
| . | . | | DENIV. | TEMPE. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | | |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 12.54 | 12.40 | 12.26 | 12.13 | 12.00 | 11.87 | 11.75 | 11.63 | 11.52 | 11.40 | 11.29 | 11.19 | | |
| R | R | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | 54 | 362.00 | 28.80 | | 10.43 | 10.55 | 10.66 | 10.78 | 10.90 | 11.01 | 11.13 | 11.24 | 11.36 | 11.47 | 11.58 | 11.69 | | |

LI 50 kV

(ORDYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| EI | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT.! |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|----------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | | | EQUIVALENTE : 247.976 m | | | | | | | | | | | NR. 54 | | NR. 56 | |
|-----|-----|---------|--------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| . | . | | DENIV. | TEMPE.! | -10! | -5! | 0! | 5! | 10! | 15! | 20! | 25! | 30! | 35! | 40! | 45! | | |
| N | N | (m) | (m) | TENS.! | 13.06! | 12.78! | 12.50! | 12.25! | 12.00! | 11.77! | 11.54! | 11.33! | 11.12! | 10.93! | 10.74! | 10.56! | | |
| R | R | | | FLECH! | | | | | | | | | | | | | | |
| 54! | 55! | 282.00! | 2.80! | | 6.05! | 6.19! | 6.32! | 6.46! | 6.59! | 6.72! | 6.85! | 6.98! | 7.11! | 7.24! | 7.36! | 7.49! | | |
| 55! | 56! | 98.00! | 3.00! | | 0.73! | 0.74! | 0.76! | 0.78! | 0.79! | 0.81! | 0.82! | 0.84! | 0.85! | 0.87! | 0.88! | 0.90! | | |

LI 50 KV

(DROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | EQUIVALENTE : 613 m | | | | | | | | | | | | | | NR. 56 | NR. 57 | |
|----|----|---------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--|
| . | . | DENIV. | | TEMPE. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | | |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 12.20 | 12.15 | 12.10 | 12.05 | 12.00 | 11.95 | 11.90 | 11.86 | 11.81 | 11.77 | 11.72 | 11.68 | | |
| R | R | | | FLECH | | | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 57 | 613.00 | 61.00 | | 30.87 | 31.00 | 31.13 | 31.26 | 31.38 | 31.51 | 31.64 | 31.76 | 31.89 | 32.01 | 32.14 | 32.26 | | |

LI 50 KV

(OROYA-PACHACHACA) CENTRONIN

| ET | SEC | DIAMETR | F | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | | | EQUIVALENTE : 91.5 m | | | | | | NR. 57 | | NR. 59 | | | | |
|----|----|-------|--------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------|------|------|------|
| . | . | | DENIV. | TEMPE. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 15.30 | 14.42 | 13.57 | 12.77 | 12.00 | 11.28 | 10.61 | 9.98 | 9.41 | 8.89 | 8.41 | 7.97 |
| R | R | | | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| 57 | 59 | 91.50 | 1.20 | | 0.54 | 0.57 | 0.61 | 0.65 | 0.69 | 0.73 | 0.78 | 0.83 | 0.88 | 0.93 | 0.99 | 1.04 |

LI 50 KV

(DROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD. ELAST. | COEF. DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|-------------|----------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | EQUIVALENTE : 248.751 m | | | | | | | | | | | | | NR. 59 | NR. 61 |
|----|----|-------------------------|---------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| N | R | (m) | DENIV. (m) | TEMPER. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| | | | | TENS. | 13.05 | 12.77 | 12.50 | 12.24 | 12.00 | 11.77 | 11.54 | 11.33 | 11.13 | 10.93 | 10.74 | 10.57 |
| 59 | 60 | 151.00 | 3.90 | FLECH | 1.73 | 1.77 | 1.81 | 1.85 | 1.88 | 1.92 | 1.96 | 2.00 | 2.03 | 2.07 | 2.11 | 2.14 |
| 60 | 61 | 287.00 | 75.00 | | 6.48 | 6.63 | 6.77 | 6.91 | 7.05 | 7.19 | 7.33 | 7.47 | 7.61 | 7.74 | 7.88 | 8.01 |

LI 50 KV

(OROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | EQUIVALENTE : 199.623 m | | | | | | | | | | | NR. 61 | | NR. 81 | |
|---|---|-------------------------|---------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| N | R | (m) | DENIV. (m) | TEMPER. | | | | | | | | | | | | |
| | | | | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | |
| | | | | TENS. | 13.49 | 13.09 | 12.70 | 12.34 | 12.00 | 11.68 | 11.37 | 11.09 | 10.81 | 10.56 | 10.31 | 10.08 |

| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 61 | 62 | 292.00 | 18.80 | 6.29 | 6.49 | 6.69 | 6.88 | 7.08 | 7.27 | 7.47 | 7.66 | 7.86 | 8.05 | 8.24 | 8.43 |
| 62 | 63 | 113.00 | 15.50 | 0.94 | 0.97 | 1.00 | 1.03 | 1.06 | 1.09 | 1.12 | 1.15 | 1.18 | 1.21 | 1.24 | 1.27 |
| 63 | 64 | 129.00 | 6.50 | 1.22 | 1.26 | 1.30 | 1.34 | 1.38 | 1.41 | 1.45 | 1.49 | 1.53 | 1.56 | 1.60 | 1.64 |
| 64 | 65 | 134.00 | 9.60 | 1.32 | 1.36 | 1.40 | 1.45 | 1.49 | 1.53 | 1.57 | 1.61 | 1.65 | 1.69 | 1.73 | 1.77 |
| 65 | 66 | 242.00 | 33.30 | 4.35 | 4.49 | 4.62 | 4.76 | 4.89 | 5.03 | 5.17 | 5.30 | 5.43 | 5.56 | 5.70 | 5.83 |
| 66 | 67 | 110.00 | 5.30 | 0.89 | 0.92 | 0.94 | 0.97 | 1.00 | 1.03 | 1.05 | 1.08 | 1.11 | 1.14 | 1.16 | 1.19 |
| 67 | 68 | 227.00 | 0.50 | 3.79 | 3.91 | 4.03 | 4.15 | 4.27 | 4.38 | 4.50 | 4.62 | 4.73 | 4.85 | 4.96 | 5.08 |
| 68 | 69 | 115.00 | 0.50 | 0.99 | 1.02 | 1.05 | 1.08 | 1.11 | 1.14 | 1.17 | 1.20 | 1.23 | 1.26 | 1.29 | 1.32 |
| 69 | 70 | 125.00 | 13.80 | 1.15 | 1.19 | 1.23 | 1.26 | 1.30 | 1.33 | 1.37 | 1.40 | 1.44 | 1.48 | 1.51 | 1.54 |
| 70 | 71 | 165.00 | 14.50 | 2.01 | 2.07 | 2.13 | 2.20 | 2.26 | 2.32 | 2.38 | 2.45 | 2.51 | 2.57 | 2.63 | 2.69 |
| 71 | 72 | 180.00 | 4.80 | 2.38 | 2.46 | 2.53 | 2.61 | 2.68 | 2.76 | 2.83 | 2.90 | 2.98 | 3.05 | 3.12 | 3.19 |
| 72 | 73 | 152.00 | 3.80 | 1.70 | 1.75 | 1.80 | 1.86 | 1.91 | 1.96 | 2.02 | 2.07 | 2.12 | 2.17 | 2.22 | 2.27 |
| 73 | 74 | 139.00 | 3.30 | 1.42 | 1.46 | 1.51 | 1.55 | 1.60 | 1.64 | 1.68 | 1.73 | 1.77 | 1.82 | 1.86 | 1.90 |
| 74 | 75 | 180.00 | 2.30 | 2.38 | 2.46 | 2.53 | 2.61 | 2.68 | 2.75 | 2.83 | 2.90 | 2.97 | 3.05 | 3.12 | 3.19 |
| 75 | 76 | 151.00 | 6.00 | 1.68 | 1.73 | 1.78 | 1.83 | 1.89 | 1.94 | 1.99 | 2.04 | 2.09 | 2.14 | 2.19 | 2.25 |
| 76 | 77 | 100.00 | 11.20 | 0.74 | 0.76 | 0.78 | 0.81 | 0.83 | 0.85 | 0.87 | 0.90 | 0.92 | 0.94 | 0.96 | 0.99 |
| 77 | 78 | 241.00 | 9.90 | 4.28 | 4.41 | 4.55 | 4.68 | 4.81 | 4.95 | 5.08 | 5.21 | 5.34 | 5.47 | 5.60 | 5.73 |
| 78 | 79 | 300.00 | 6.90 | 6.63 | 6.84 | 7.04 | 7.25 | 7.46 | 7.67 | 7.87 | 8.08 | 8.28 | 8.48 | 8.68 | 8.88 |
| 79 | 80 | 128.00 | 13.70 | 1.21 | 1.25 | 1.28 | 1.32 | 1.36 | 1.40 | 1.44 | 1.47 | 1.51 | 1.55 | 1.58 | 1.62 |
| 80 | 81 | 125.00 | 2.20 | 1.15 | 1.18 | 1.22 | 1.25 | 1.29 | 1.33 | 1.36 | 1.40 | 1.43 | 1.47 | 1.50 | 1.54 |

LI 50 KV

(OROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| E _i | SEC | DIAMETR | F | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|----------------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| D | A | EQUIVALENTE : 195.909 m | | | | | | | | | | | NR. 81 | NR. 88 | | |
|---|---|-------------------------|-----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| . | . | DENIV. | | | | | | | | | | | | | | |
| N | N | (m) | (m) | TEMPE. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| R | R | | | TENS. | 13.54 | 13.12 | 12.72 | 12.35 | 12.00 | 11.67 | 11.36 | 11.06 | 10.79 | 10.52 | 10.27 | 10.04 |

| | | | | FLECH | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 81 | 82 | 129.00 | 10.70 | 1.22 | 1.26 | 1.30 | 1.34 | 1.38 | 1.42 | 1.46 | 1.50 | 1.53 | 1.57 | 1.61 | 1.65 | |
| 82 | 83 | 135.00 | 6.30 | 1.34 | 1.38 | 1.42 | 1.46 | 1.51 | 1.55 | 1.59 | 1.63 | 1.68 | 1.72 | 1.76 | 1.80 | |
| 83 | 84 | 225.00 | 13.50 | 3.72 | 3.84 | 3.96 | 4.08 | 4.20 | 4.32 | 4.44 | 4.55 | 4.67 | 4.79 | 4.90 | 5.02 | |
| 84 | 85 | 228.00 | 4.60 | 3.81 | 3.94 | 4.06 | 4.18 | 4.30 | 4.43 | 4.55 | 4.67 | 4.79 | 4.91 | 5.03 | 5.15 | |
| 85 | 86 | 174.00 | 3.00 | 2.22 | 2.29 | 2.36 | 2.43 | 2.50 | 2.58 | 2.65 | 2.72 | 2.79 | 2.86 | 2.93 | 2.99 | |
| 86 | 87 | 206.00 | 15.20 | 3.12 | 3.22 | 3.32 | 3.42 | 3.52 | 3.62 | 3.72 | 3.82 | 3.92 | 4.02 | 4.11 | 4.21 | |
| 87 | 88 | 199.00 | 5.30 | 2.91 | 3.00 | 3.09 | 3.18 | 3.28 | 3.37 | 3.46 | 3.56 | 3.65 | 3.74 | 3.83 | 3.92 | |

LI 50 KV

(OROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | P | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 12 | 19300 | .0000115 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|--------|--------|---------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| D | A | | | EQUIVALENTE : 157 m | | | | | NR. 88 | NR. 89 | | | | | | |
| . | . | | DENIV. | TEMPE. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| N | N | (m) | (m) | TENS. | 14.07 | 13.50 | 12.97 | 12.47 | 12.00 | 11.50 | 11.15 | 10.77 | 10.41 | 10.08 | 9.77 | 9.48 |
| R | R | | | FLECH | | | | | | | | | | | | |
| 88 | 89 | 157.00 | 29.00 | | 1.77 | 1.84 | 1.92 | 2.00 | 2.07 | 2.15 | 2.23 | 2.31 | 2.39 | 2.47 | 2.55 | 2.63 |

LI 50 KV

(OROYA-PACHACHACA) CENTROMIN

| ET | SEC | DIAMETR | F | VENT | TEMPER. | TENSION | MOD.ELAST. | COEF.DILATAT. |
|---------|-------|---------|------|------|---------|---------|------------|---------------|
| INITIAL | 51.05 | 9.14 | .406 | 0 | 10 | 9 | 19300 | .0000115 |

| D | A | EQUIVALENTE : 65 m | | | | | | | | | | NR. 89 | AU POSTE | | |
|----|---|--------------------|--------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|----------|------|------|
| N | N | DENIV. | TEMPE. | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| R | R | (m) | TENS. | 12.22 | 11.35 | 10.51 | 9.73 | 9.00 | 8.33 | 7.73 | 7.18 | 6.70 | 6.27 | 5.89 | 5.55 |
| 89 | P | 65.00 | FLECH | 0.34 | 0.37 | 0.39 | 0.43 | 0.46 | 0.50 | 0.54 | 0.58 | 0.62 | 0.67 | 0.71 | 0.75 |

2.2.10 Distancias de Seguridad

1. Separación mínima Horizontal : A

utilizamos la fórmula del Dr. Inq. G.Barera

$$A \geq 0,6 \sqrt{f_{\max} \times L} + \frac{0,01 \text{ Kv}}{\sqrt{\delta}}$$

Donde:

F_{\max} = Flecha Máxima para el vano predominante: 9.706 m

L = Longitud de la cadena de aisladores 1.070 m

KV = Tensión Nominal : 50 Kv

$$\sqrt{\delta} = 0,727 \text{ para } 4200 \text{ msnm, } 60^{\circ}\text{C}$$

Resulta:

$$A \geq 0,6 \sqrt{9,706 \times 1,07} + \frac{0,01 \times 50}{0,727}$$

$$A \geq 2,6213 \text{ m}$$

El diseño propuesto tiene los conductores en un mismo plano horizontal, con una separación mínima de 3.20 m por lo que podemos considerar seguro.

2. Distancia a masa con cadena en posición vertical: M

$$M \geq \frac{0.008 \text{ KV}}{\sqrt{\delta}}$$

Donde KV : Tensión Nominal de línea

$\sqrt{\delta}$: 0.727 para 4200 msnm, 60°C

$$M \geq \frac{0.008 (50)}{0.727} = 0.55$$

$$M \geq 0.55 \text{ m}$$

3. Distancia a masa con cadena en posición inclinada: F

$$F \geq \frac{0.06 + 0.006 \text{ KV}}{\sqrt{\delta}}$$

$$F \geq 0.495 \text{ m.}$$

4. Distancia Mínima Vertical entre fases: B

$$B \geq \left(\frac{\text{KV}}{100} + 1.00 \right) \times \frac{1}{\sqrt{\delta}}$$

$$B \geq \left(\frac{50}{100} + 1.00 \right) \times \frac{1}{0.727} = 2.06 \text{ m}$$

$$B \geq 2.06 \text{ m.}$$

5. Mínimas Distancias entre Conductor, a Tierra y a otras líneas

- Sobre terreno abierto, camión:

$$h_{\min} = \left[5.00 + 6 \times \frac{\text{KV}}{1000} \right] \times \frac{1}{\sqrt{\delta}}$$

$$h_{\min} = \left[5.00 + 6 \times \frac{50}{1000} \right] \times \frac{1}{0.727} =$$

$$h_{\min} = 7.3 \text{ m}$$

Adoptaremos $h_{\min} = 6.0 \text{ m}$

Para el CFP $h_{\min} = 5.0 \text{ m}$

6. Sobre Línea Férrea, carreteras importantes:

$$h_{\min} = \left[7.00 + 1.5 \times \frac{\text{KV}}{100} \right] \times \frac{1}{\sqrt{\delta}}$$

$$h_{\min} = \left[7.00 + \left(1.5 \times \frac{50}{100} \right) \right] \times \frac{1}{0.727} =$$

$$h_{\min} = 10.6 \text{ m}$$

Adoptaremos $h_{\min} = 11 \text{ m}$

Para el CEP $h_{\min} = 9 \text{ m}$

7. Distancia Mínima respecto al terreno sobre el cual una persona no loque estar parada

$$h_{\min} = \left(0.5 + \frac{KV}{100} \right) \times \frac{1}{\sqrt{J}}$$

$$h_{\min} = \left(0.5 + \frac{50}{100} \right) \times \frac{1}{0.727}$$

$$h_{\min} = 1.38 \text{ m}$$

8. Distancia Mínima respecto al terreno donde una persona pueda estar fácilmente parada:

$$h_{\min} = \left(3 + \frac{KV}{100} \right) \times \frac{1}{\sqrt{J}}$$

$$h_{\min} = \left(3 + \frac{50}{100} \right) \times \frac{1}{0.727}$$

$$h_{\min} = 4.81 \text{ m}$$

9. Distancia Mínima D (metros) entre los conductores de la línea proyectada y conductor de otra línea eléctrica o de telecomunicaciones

$$D = \left[1.5 + \left(1.5 + \frac{KV}{100} \right) \right] \times \frac{1}{\sqrt{J}}$$

$$D = \left[1.5 + \left(1.5 + \frac{50}{100} \right) \right] \times \frac{1}{0.727}$$

$$D = 3.1 \text{ m}$$

10. Distancia Mínima D entre los conductores de la línea proyectada y un cable de guarda:

$$D = \left[1.00 + \left(1.5 \times \frac{KV}{100} \right) \right] \times \frac{1}{\sqrt{\sigma}}$$

$$D = \left[1.00 + \left(1.5 \times \frac{50}{100} \right) \right] \times \frac{1}{0.727}$$

$$D = 2.4 \text{ m}$$

Las distancias mínimas calculadas, según los casos, serán verificadas con catenaria vertical e inclinada de 30°

11. Máxima inclinación de la cadena de aisladores

Las fuerzas que participan en la inclinación de la cadena se muestran en el diagrama siguiente:

Donde:

P : Peso del Conductor (con sobrecarga)

n : Peso de la cadena de aisladores con accesorios

Pv : Presión del viento sobre el conductor

Qv : Presión del viento sobre la cadena de aisladores

i : Anulo de inclinación de la cadena

La inclinación de la cadena será calculada en la hipótesis de viento extremo (Hipótesis IV)

$$i = \arctan \left(\frac{Pv + n v/2}{n + n / 2} \right)$$

$$Pv = \left(\frac{\text{presión}}{\text{viento}} \right) + (Eolovano) \times \left(\frac{\text{diámetro}}{\text{cable}} \right)$$

$$Pv = 39 \frac{Kn}{m^2} \times 300 \text{ m} \times 0.0143$$

$$Pv = 167.43 \text{ Kn}$$

$$\frac{Qv}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{\text{presión}}{\text{viento}} \right) \times \left(\frac{\text{área de la}}{\text{cadena}} \right)$$

$$\frac{Qv}{2} = \frac{1}{2} \times \left(39 \frac{Kn}{m^2} \right) \times (1.07 \times 0.255 \text{ m}^2)$$

$$\frac{Qv}{2} = 5.32 \text{ Kn}$$

$$P = \left(\frac{\text{Peso unitario}}{\text{Conductor}} \right) \times (\text{aravivano})$$

$$P = 0.435 \frac{\text{Kg}}{\text{m}} \times 300 \text{ m}$$

$$P = 130.5 \text{ Kg.}$$

$$\frac{n}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ Kg}$$

Por tanto:

$$i = 49.89^\circ$$

Para la hipótesis mas desfavorable (viento extremo) el ángulo calculado acerca el conductor hasta 0.78 m de la estructura. Comparando éste resultado con el valor de la mínima distancia calculada a masa con cadena inclinada se observa que se encuentra dentro del límite permitido.

III

ESPECIFICACIONES TECNICAS

3.1 Especificaciones Técnica de los Materiales

3.1.1 Conductores Eléctricos y Pruebas

1. Normas de Fabricación y Pruebas

a) Conductor

El conductor deberá cumplir con las prescripciones de las siguientes normas:

- IEC-209 Comisión Electrotécnica Internacional
- P-370-227 Y P-370-228 ITINTEC
- ASTM-8398 American Society for Testing Materials.

b) Cables y Alambres de acero galvanizado

Los cables y alambres de acero galvanizado deberán cumplir con las prescripciones de las siguientes normas:

- ASTM-A-363 Standard Specifications for Zinc - Coated Steel Wire Strand
- ASTM-B-6 Specification for Slab Zinc

2. Conductores Eléctricos

a) Especificaciones Técnicas requeridas

| | | |
|---------------------------------|---|------------------|
| Longitud Total | : | 60 Km |
| Tipo | : | ACSP |
| Material | : | Aluminio / Acero |
| Hilos aluminio/Hilos de acero | : | 6/1 |
| Calibre | : | 410, "PINGUIN" |
| Diámetro de un hilo de aluminio | : | 4.77 mm |
| Diámetro de un hilo de acero | : | 4.77 mm |
| Carga máxima de rotura | : | 3777 Ka. |

3. Cable de Guarda

a) Especificaciones Técnicas requeridas

| | | |
|----------------|---|-----------------------|
| Longitud total | : | 38 Km |
| Material | : | Acero galvanizado |
| Diámetro | : | 9.14 mm |
| Sección | : | 51.05 mm ² |
| Nº de hilos | : | 1 |

3.1.2 Aisladores y Ferrería de línea

1. Aisladores

a) Normas de Fabricación y Pruebas

Las Normas Internacionales a seguir están contenidas en las siguientes publicaciones:

- . ANSI C29.1 : Test methods for Electric Power Insulators
- . ANSI C29.2 : Wet process porcelain insulators
- . ANSI C68.1 : Measurement of voltage in dielectric test
- . ASTM A 153 : Zinc Coating (Hot Dip) on iron y steel Hardware
- . IEC : Publicaciones 87 y 274

b) Aisladores de línea

- . Cantidad : 2484
- . Tipo : Ball and Socket
- . Diámetro : 255 mm
- . Distancia de fuga : 292 mm
- . Resistencia a la tracción mínima : 15 000 lb.

2. Ferrería de Línea

a) Normas de Fabricación y Pruebas

Las Normas Internacionales a seguir están contenidas en las siguientes publicaciones:

- . ASTM A 153 : Zinc Coating (hot dip) on iron and steel hardware
- . ANSI C29.2
- . ANSI C29.8
- . IEC : Publicación 120

b) Ferrería de Línea

1. Gancho-Bola para suspensión (Ball Hook)

| | | |
|-------------------|---|---------------------------------|
| · Cantidad | : | 405 |
| · Tipo/Fabricante | : | 2004S1/E.Dervaux Francia |
| · Material | : | Acero forjado tra- tado |
| · Dimensiones | : | Indicadas en pla- no detalle |
| · Carga máxima | : | 12000 daN |
| · Galvanizado | : | En caliente |

2. Grilletes

| | | |
|-------------------|---|---------------------------------|
| · Cantidad | : | 128 |
| · Tipo/Fabricante | : | M2R/E.Dervaux Francia |
| · Material | : | Acero/Bronce |
| · Dimensiones | : | Indicadas en pla- no detalle |
| · Carga máxima | : | 7000 daN |
| · Galvanizado | : | En caliente |

| | | |
|-------------------|---|----------------------------------|
| • Cantidad | : | 228 |
| • Tipo/Fabricante | : | M7B2/E.Dervoux Francia |
| • Material | : | Acero |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle |
| • Carga máxima | : | 11,350 Kg |

3. Estribo

| | | |
|-------------------|---|----------------------------------|
| • Cantidad | : | 246 |
| • Tipo/Fabricante | : | F16.70/E.Dervoux Francia |
| • Material | : | Acero dulce |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle |
| • Carga máxima | : | 12,500 daN |

| | | |
|-------------------|---|-----------------------------------|
| • Cantidad | : | 30 |
| • Tipo/Fabricante | : | F18.70/E.Dervoux Francia |
| • Material | : | Acero dulce |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle. |

Anillos Bola (Ball eye)

| | | |
|-------------------|---|------------------------------|
| • Cantidad | : | 18 |
| • Tipo/Fabricante | : | OR 14.2/E.Dervaux Francia |
| • Material | : | Acero |
| • Dimensiones | : | Indicadas en plano detalle |
| • Galvanizado | : | En caliente |
| • Carga máxima | : | 12,000 daN |
| • Peso | : | 0.235 Kn |

| | | |
|-------------------|---|------------------------------|
| • Cantidad | : | 33 |
| • Tipo/Fabricante | : | OR 15.2/F.Dervaux Francia |
| • Material | : | Acero |
| • Dimensiones | : | Indicadas en plano detalle |
| • Galvanizado | : | En caliente |
| • Carga máxima | : | 12,000 daN |
| • Peso | : | 0.340 Kn. |

5. Calavera larga

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| • Cantidad | : | 159 |
| • Tipo/Fabricante | : | RS10F/F.Dervaux Francia |

| | | |
|----------------|---|-------------------------------|
| . Material | : | Bronce |
| . Dimensiones | : | Indicadas en plano detalle |
| . Galvanizado | : | En caliente |
| . Carga máxima | : | 12000 daN |
| . Peso | : | 0.150 Kg. |

6. Rótulas con ojo (Socket eye)

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------|
| . Cantidad | : | 90 |
| . Tino/Fabricante | : | BS2202B/E.Der vaux Francia |
| . Material | : | Bronce/Hierro fundido |
| . Dimensiones | : | Indicadas en plano detalle |
| . Galvanizado | : | En caliente |
| . Peso | : | 0.740 Kg. |

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------|
| . Cantidad | : | 186 |
| . Tino/Fabricante | : | BS2209B/E.Der vaux Francia |
| . Material | : | Bronce/Hierro fundido |
| . Dimensiones | : | Indicadas en plano detalle |
| . Galvanizado | : | En caliente |

7. Rótula con horquilla (Socket Clevis)

| | | |
|-------------------|---|----------------------------------|
| • Cantidad | : | 33 |
| • Tipo/Fabricante | : | BS22UB-F/E.Der vaux Francia |
| • Material | : | Acero/Bronce / Hierro fundido |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle |
| • Galvanizado | : | En caliente |

8. Yuqo

| | | |
|-------------------|---|----------------------------------|
| • Cantidad | : | 18 |
| • Tipo/Fabricante | : | PIOTTP/F.Derva- ux Francia |
| • Material | : | Acero |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle |
| • Galvanizado | : | En caliente |
| • Carga máxima | : | 12000 daN |
| • Peso | : | 4.060 Kg. |

9. Grapas de suspensión

| | | |
|-------------------|---|----------------------------------|
| • Cantidad | : | 128 |
| • Tipo/Fabricante | : | 4C75/E.Dervaux Francia |
| • Material | : | Acero |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle |

| | | |
|-------------------|---|----------------------------------|
| • Galvanizado | ⊗ | En caliente |
| • Carga máxima | ⊗ | 7000 Kg. |
| • Peso | ⊗ | 0,680 Kg. |
| • Cantidad | ⊗ | 60 |
| • Tipo/Fabricante | ⊗ | AR1D18R/E.Dervaux Francia |
| • Material | ⊗ | Acero |
| • Dimensiones | ⊗ | Indicadas en el plano detalle |
| • Galvanizado | ⊗ | En caliente |
| • Carga máxima | ⊗ | 8000 daN |
| • Peso | ⊗ | 0,910 Kg. |
| • Cantidad | ⊗ | 192 |
| • Tipo/Fabricante | ⊗ | AR1D35R/E.Dervaux Francia |
| • Material | ⊗ | Acero/Aleación de alu minio |
| • Dimensiones | ⊗ | Indicadas en el plano detalle |
| • Carga máxima | ⊗ | 11350 daN |
| • Peso | ⊗ | 1590 Kg. |

10. Manguitos de compresión

| | | |
|-------------------|---|----------------------------|
| • Cantidad | ⊗ | 17 |
| • Tipo/Fabricante | ⊗ | 16F52/E.Dervaux Francia |

- Manquito de aluminio
 - Catálogo : B1H210
- Manquito de acero
 - Catálogo : B2H120
- Manquito de reparación -
 - Catálogo : B1H300
- Dimensiones : Indicadas en el plano detalle

11. Grapas de anclaje

- Cantidad : 156
 - Tipo/Fabricante : AT-82-6 PL/F.Der
vaux Francia
 - Material : Acero
 - Dimensiones : Indicadas en el
plano detalle
 - Carga máxima : 10,000 daN
 - Peso : 3.440 Kg.
-
- Cantidad : 156
 - Tipo/Fabricante : 6D94-147R1/E.Der-
vaux Francia
 - Material : Acero
 - Dimensiones : Indicadas en el
plano detalle
 - Carga máxima : 5000 daN
 - Peso : 0.760 Kg.

12. Conector Placa a cable

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------|
| • Cantidad | : | 412 |
| • Tipo/Fabricante | : | 2412/2/F.Dervaux Francia |
| • Material | : | Acero |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle |
| • Peso | : | 0.270 Kg. |

13. Grapa Paralela

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------|
| • Cantidad | : | 285 |
| • Tipo/Fabricante | : | BR2412/F.Dervaux Francia |
| • Material | : | Acero |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle |
| • Peso | : | 0.380 Kg. |

14. Conector Universal

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------|
| • Cantidad | : | 18 |
| • Tipo/Fabricante | : | RJ228-3/E.Dervaux Francia |
| • Material | : | Acero |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle |

15. Varilla de anclaje

| | | |
|-------------------|---|-------------------------------|
| • Cantidad | : | 141 |
| • Tipo/Fabricante | : | TAZOL/F.Dervaux Francia |
| • Material | : | Acero |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle |

16. Varilla de Blindaje

| | | |
|-----------------------------|---|--------------------------------|
| • Cantidad | : | 192 |
| • Tipo/Fabricante | : | 152AVP-SE/E.Dervaux Francia |
| • Material | : | Aleación de aluminio |
| • Dimensiones | : | Indicadas en el plano detalle |
| • Número de hilos por juego | : | 11 |
| • Peso por juego | : | 0.822 Kg. |

17. Antivibrador (Stockbridge)

| | | |
|-------------------|---|-----------------------------|
| • Cantidad | : | 564 |
| • Tipo/Fabricante | : | ST3201/E.Dervaux Francia |
| • Material | : | Acero/Aleación de aluminio |

- ASTM A 153 Zinc Coating (hot dip) on iron and steel hardware

b) Descripción General

Las estructuras de soporte en concordancia con los requerimientos individuales que se han determinado al ubicar las estructuras en el perfil; - estarán constituidos de postes de madera de pino (abeto francés) tratadas con el método "ESTPADF INTEGR0", el cual se explica en el anexo correspondiente.

1. Estructuras de Madera

La estructura principal estará constituida - por dos postes de 17 m de la clase 2 en formación II. La cruceta que se instalará a 1.70 m. del vértice del poste, será de acero normal de 150 x 65 x 7 mm y de longitud 6.600 m.

Las cadenas de aisladores se instalarán de manera que los conductores estén dispuestos en un plano horizontal y separados 3.20 m entre conductores adyacentes.

Los dos cables de guarda, que proporcionarán un ángulo de protección contra descarga at -

mosférica de 30° sexagesimales, irán directamente sujetos a 30 cm. del vértice del nosta.

El sistema de puesta a tierra estará conformado por los siguientes elementos:

- Puesta a tierra de la estructura, con alambre de acero galvanizado N° 4 (BWG)
- Conductor "Counternoise" continuo y paralelo a lo largo de la línea y conectado a las estructuras, de acero, de 1 hilo y 6.05 mm de diámetro.
- Grampas de conexión de cable de guarda y crucetas.
- Grampas de sujeción de nosta.

3.2 Especificaciones Técnicas de Construcción

3.2.1 Objeto

El propósito de estas Especificaciones Técnicas de construcción es definir el trabajo a efectuar para el tendido de la línea de transmisión en 50 Kv S.E. Oroya Nueva-Pachachaca. También define la calidad mínima aceptable y recomienda los procedimientos que en casos específicos - deben ser seguidos durante el proceso de construcción.

3.2.2 Definiciones

1. Ferrería para Postes

Se denomina así a todas las partes metálicas que componen una estructura, incluyendo las nuezas a tierra, los ensambles de aisladores y el material para retenidas.

2. Ferrería para Aisladores

Se denomina así a todas las partes metálicas que se emplean para armar un ensamble de aisladores.

3. Ensamble de Retenida

Consiste del material necesario para formar una retenida completa, incluyendo el anclaje, pero excluye - la ferrería para su conexión al poste.

4. Relleno Normal

Es el material de relleno proveniente de la excavación de un hueco para poste y que se emplea para el relleno del espacio comprendido entre el poste y la excavación, no incluyendo piedras ni material orgánico (tierra con raíces).

5. Relleno seleccionado

Es el material de relleno preparado a base de tierra cernida, la que se empleará en excavaciones de zonas rocosas.

6. Servidumbre

Se denomina así a los derechos que Centromin Perú S.A. adquiere sobre los aires de la faja de terreno atravesada por las líneas y a las extensiones de terreno que el Propietario adquiere para permitir la instalación de las estructuras y que serán ocupadas por éstas.

7. Terreno Normal

Es el terreno que no requiere el uso de explosivos o de martillo neumático para su excavación y remoción.

3.2.3 De los Trabajos

1. Alcance

El trabajo a efectuar por Centromin (ó contratista) incluye todas las operaciones necesarias para la construcción y pruebas para la puesta en servicio de la Línea de Transmisión que está definida en la presente Ingeniería de Detalle del Proyecto.

En diversos acápite de esta Especificación se describen algunas de las tareas específicas que deben ser efectuadas por Centromin (ó contratista) para ejecutar el trabajo material de este Proyecto. Debe entenderse sin embargo, que tal descripción es solamente indicativa, pero no limitativa, es decir, que no será responsabilidad de Centromin efectuar todas las operaciones y trabajos que sean necesarios para completar totalmente el tendido de la línea que estas especificaciones cubren, aún cuando alguna de tales operaciones o trabajos no hayan sido descritos ni enumerados en forma específica en este documento.

2. Trabajos a efectuar por el Contratista

Las tareas a efectuarse incluirán, pero sin limitarse a:

- Reconocimiento del terreno
- Ubicación de estructuras

- Determinación de cantidades y metrados finales.
- Transporte y manivuleo de materiales - desde los depósitos del Propietario.
- Excavaciones
- Montaje de las estructuras de sonorte y crucetas
- Limpieza de vías
- Instalación de retenidas (vientos)
- Instalación de cable de guarda y conductor.
- Montaje de aisladores y accesorios
- Otras actividades complementarias.

3.2.4 Materiales y Equipos

1. Materiales suministrados por Centromin

Centromin proporcionará todos los materiales que sean necesarios para el tendido de la línea y que quedarán incorporados permanentemente a ella. Los materiales a suministrar incluyen postes y crucetas metálicas, retenidas, materiales para puesta a tierra, cable conductor, cable de guarda, ferretería, aisladores y accesorios. La lista completa de los materiales a ser suministrados por Centromin se en-

cuenta

2. Materiales Suministrados por el Contratista

Los materiales que podría ser suministrado por el contratista son:

- Relleno seleccionado para el anisado de los postes.
- Todos los materiales consumibles que no formarán parte final de la línea.

3. Equipos y herramientas suministrados por Centromin - (ó contratista)

El Contratista suministrará los equipos y herramientas que se indican a continuación, incluyendo pero sin limitarse a:

- Equipos de construcción pesados, incluyen camiones, tractores, remolque, grúas, compresores de aire, martillos neumáticos, winches, camionetas, conectadoras, etc.

Todas las herramientas y equipos que se requieran para el tendido completo de la Línea de Transmisión, incluyendo instrumentos de medición de puesta a tierra, equipos de radio portátiles, teclados, lam-

das, picos, herramientas diversas, herramientas para compactar el terreno, material para anclaje y retenidas temporales (cable, herramientas y accesorios para efectuar los emalmes).

4. Inventario Final

Al concluir el trabajo se efectuará un inventario final bajo el control del Ingeniero Inspector de Obra.

El contratista, si lo hubiere, compensará al Propietario por aquellos materiales que haya perdido o inutilizado durante la construcción, reembolsando a Centromin una cantidad igual al costo de dicho material. La responsabilidad del Contratista por los materiales sobrantes cesará una vez que haya entregado dichos materiales en los almacenes del Propietario y haya recibido del Propietario una copia firmada de la guía de remisión en señal de conformidad.

3.2.5 Supervisión

1. Ingeniero Inspector de Obra

El Ingeniero Inspector de Obra es el representante directo del Propietario en el lugar de la obra. El -

contratista obedecerá las órdenes del Ingeniero Inspector de Obra y en su ausencia a la persona en quien el Ingeniero Inspector de Obra haya delegado tal función.

3.2.6 Del Tendido de la línea

1. Generalidades

El presente párrafo de esta Especificación describe algunas de las actividades principales que se debe efectuar con el objeto de definir mejor los alcances y características del trabajo a ejecutar y en algunos casos, los procedimientos a emplear.

2. Servidumbre

La servidumbre de la línea que será gestionada y obtenida por Centromin se extenderá a lo largo de la línea 7.5 metros a cada lado del eje de la misma.

3. Ubicación de Estructuras

Centromin ubicará topográficamente en el terreno, mediante estacas o hitos, el eje central vertical de cada estructura de soporte de la línea.

4. Disposición de las Estructuras

Durante el proceso de construcción se dispondrá las estructuras ubicando los ejes de acuerdo a los planos de perfil de la línea y detalles anexos. Asimismo,

mo se ubicará los bloques de anclaje, según sean requeridos y señalarán en el terreno las dimensiones y niveles para las excavaciones de las estructuras y bloques de anclaje. El Ingeniero Inspector de Obra deberá inspeccionar la disposición de cada estructura en el terreno conforme éstas vayan siendo determinadas y aprobará la ubicación como definitiva y ordenará efectuar los cambios que considere conveniente, teniendo en cuenta la naturaleza del terreno.

Mientras el Ingeniero Inspector de Obra no haya aprobado la ubicación definitiva de las estructuras, no se efectuará ningún trabajo posterior a esta tarea. La ubicación de los ejes de las estructuras con relación al eje de la línea se hará de acuerdo con lo prescrito en los planos de las estructuras correspondientes. Las retenciones y bloques de anclaje se ubicarán de acuerdo a lo prescrito en los planos de la presente Ingeniería.

5. Caminos de Acceso

El trazo del camino de acceso deberá seguir la ruta más directa posible, evitando la destrucción innecesaria de terrenos, especialmente los sembríos.

Los caminos de acceso que puedan requerirse para la construcción de la línea, deberán ser construídos -

de tal forma que puedan seguir siendo utilizados posteriormente para el tránsito de los vehículos de mantenimiento.

En los lugares donde la línea cruza terrenos cultivados, se confinará las actividades para la erección de las estructuras y tendido de la línea a áreas mínimas indispensables.

6. Transporte y Manipuleo de Materiales

Se deberá transportar y manipular todos los materiales con el mayor cuidado. Los materiales serán transportados hasta los frentes de trabajo sin arrastrarlos ni rodarlos por el suelo.

7. Excavación

a) Generalidades

Se realizará todas las excavaciones requeridas para las estructuras, bloques de anclaje para retenciones y para la línea de tierra de acuerdo a los planos.

Los taludes laterales de la excavación serán de acuerdo a lo que aparece en los planos.

b) Eliminación del Material Excavado

En casos normales, el material excavado será empleado para el relleno del espacio comprendido en

tre el poste y la excavación, eliminándose las piedras, debiendo quedar el área alrededor de las estructuras completamente libre de material excavado. En caso de excavación excesiva por circunstancias especiales, se tendrá cuidado de que no sea llevado a carreteras o cursos naturales de drenaje o dejados en los terrenos de sembrío.

c) Excavación para Estructuras

La profundidad de las excavaciones para los postes es variable en función de la naturaleza del terreno y del de estructuras a ubicarse y se determinará en conformidad con lo mostrado en los planos respectivos. La superficie del fondo de las excavaciones será nivelado y su profundidad en relación con la profundidad de las excavaciones de otros postes de la misma estructura será de tal, que al montar la estructura, los extremos superiores de los postes que la forman estén en nivel con una tolerancia no mayor de 3 cm.

8. Relleno

a) Generalidades

Se rellenará los espacios libres alrededor de todas las cimentaciones de los postes y excavaciones para retenidas, empleando relleno normal y re

lleno seleccionado.

b) Colocación

El material de relleno será colocado en canas de 0.2 m mediante paleado a mano en forma intermitente, luego será apisonado con pistones de operación neumática para compactar completamente el relleno antes de continuar con la operación de rellenado.

El relleno deberá dar la resistencia necesaria, inmediatamente después de instalar la estructura y se logrará en lo posible una consolidación similar a la del terreno circundante.

9. Montaje de Postes

a) Postes

Las características de los postes de pino se encuentran en las Especificaciones correspondientes.

b) Crucetas

Las crucetas serán metálicas galvanizadas cuyas características se indican en las Especificaciones correspondientes.

c) Ferrería

El material de ferrería para postes y aisladores deberá ser manipulado cuidadosamente durante

el transporte y montaje para evitar daños en el galvanizado. Se deberá revisar cuidadosamente las superficies galvanizadas antes de proceder a ensamblar la ferretería.

d) Retenidas

Los detalles para las retenidas de las estructuras se muestran en los planos respectivos. Estos bloques de anclaje deberán enterrarse a la profundidad señalada en los planos respectivos de forma tal que las varillas de anclaje sobresalgan 0.15 m. sobre el nivel normal del terreno haciendo un ángulo de 45° con la vertical.

El cable de la retenida se conectará a las planchas con gancho correspondiente a la estructura y la varilla de anclaje usando en "U" para cable de acero galvanizado de 1/2" ϕ .

e) Erección

Antes de efectuar la erección de los postes se deberá instalar el cable de bajada de acuerdo al detalle respectivo.

Al instalar los postes se puede montar primeramente el poste a instalar posteriormente las cruces o puede armar la estructura en el suelo e instalarla como un conjunto de acuerdo a la naturaleza

za del terreno.

Los postes se instalarán a plomada, no permitiéndose una desviación de la vertical del eje de la referencia.

Las estructuras de ángulo (L3) deben colocarse - en tal forma que su cruceta se encuentre en la bisectriz del ángulo de dirección de la línea.

Una vez concluida completamente el montaje, se deberá verificar que los pernos y tuercas de las estructuras están perfectamente ajustados y que las contratuercas bloqueen adecuadamente las tuercas.

Durante esta operación se controlará también cuidadosamente el estado de las superficies galvanizadas, limpiando las partes que hayan quedado sucias y efectuando las reparaciones necesarias.

f) Abrazaderas y Protectores para postes

Las abrazaderas de estructura metálica se colocarán en los postes que presentan rajaduras, para evitar que éstas se extiendan.

Los protectores metálicos se instalarán en la parte superior de todos los postes con el objeto de protegerlas de la filtración del agua.

g) Sobrerrelleno de la Base

Después de conectarse la línea de tierra con la bajada respectiva del poste, se procederá con el sobrerrelleno de la base, de acuerdo a la forma y dimensiones que se indican en el plano de detalle correspondiente.

10. Instalación de Aisladores

Las características de los aisladores y el número de aisladores de suspensión por cadena está indicado en la Especificación Técnica correspondiente. Los detalles del ensamble de los aisladores se muestran en los planos respectivos.

Se procederá con el mayor cuidado para asegurarse que los aisladores no sufran ningún daño durante el transporte, ni durante la instalación.

Antes de proceder al armado de los ensambles de aisladores, se limpiará cada uno de los aisladores cuidadosamente, practicando una detenida inspección para asegurarse que el material empleado está en perfectas condiciones. Si durante el curso de esta inspección detectara cualquier defecto en el dieléctrico o en la superficie metálica, deberá ser reemplazada. Después de completar el ensamble de los aisladores y antes de colocarlo en su lugar en la estructura se comprobará que todos los aisladores hayan si

do montados correctamente. Es posible levantar la estructura con los aisladores ya instalados en las crucetas, verificándose que el procedimiento empleado con la finalidad de que éstas no sufran daño alguno durante la erección.

11. Instalación del Cable de Guarda

El cable de guarda es de acero galvanizado de 9.20 mm ϕ , 7 hilos; sus características principales esta descrita en las Especificaciones Técnicas correspondientes.

a) Tendido

Será de acuerdo a la descripción para conductores, numeral 12 a).

b) Puesta en Flecha

La puesta en flecha del cable de guarda sera siguiendo los procedimientos descritos para el conductor, siendo templado antes que el conductor.

12. Instalación del conductor

El conductor de la Línea de Transmisión es de aleación de aluminio ACSP de 4/0 AWG, 6/1. Las características principales de este conductor está descrita en detalle en las Especificaciones Técnicas correspondientes.

a) Tendido

Se ejercerá en todo momento el mayor cuidado para asegurar que el conductor no se dañe durante del almacenamiento, el transporte y la instalación; pues la naturaleza del material empleado y las condiciones de operación de la línea hacen imprescindible que la superficie del conductor sea notablemente sin avería, si hubiera daño menor se empleará manquitos de reparación; o cortando y empalmando el cable cuando el daño - así lo requiera.

El conductor será tendido bajo tensión durante toda la operación de tendido, empleando dispositivos de frenado adecuados para asegurar que el conductor se mantenga en todo momento con tensión suficiente para evitar que toque el suelo o se arrastre. La tensión de frenado se aplicará cuidadosamente con el objeto de asegurar que el conductor no sufra tirones ni que, en momento alguno de la operación del tendido, quede sometido a esfuerzos unitarios superiores al 20 % de la carga de ruptura. Para ello se mantendrá comunicación constante entre los canataces encargados de operar el winche y la frenadora y el canataz general que dirige la operación de tendido, empleando teléfonos o radios portátiles.

Las poleas de tensión tendrán un diámetro no inferior a 15". La ranura de las poleas deberá tener la sección adecuada para el conductor que se va a tender, estarán recubiertas de caucho duro u otro material equivalente para protección del conductor no sufra daño alguno y que la tensión entre los vanos adyacentes sea lo más uniforme posible.

Las poleas a emplear deberán ser previamente aprobadas y se colgarán de los sockets inferiores de los aisladores en forma tal que el conductor quede a la misma elevación que la fijada por los ensambles de aisladores.

La operación de tendido será efectuada por personal debidamente capacitado y se tomará las debidas precauciones para asegurarse que las crucetas no sean dañadas en dicha operación. Si alguna parte de la cruceta sufriera daños durante el tendido, ésta deberá ser reemplazada.

Las mordazas de servicio (come-along) que se empleen durante el montaje del conductor tendrán las dimensiones adecuadas para el conductor que se está utilizando y estarán recubiertas de un material que asegure que el conductor no sufra daño alguno durante la operación. Dichas morda-

zas seran del tipo de nervos.

Durante el montaje, los conductores deberán estar conectadas a tierra para evitar accidentes causados por estáticas y tensiones inducidas.

b) Empalmes y Manguitos de Reparación

Se tenderá el conductor en forma tal de reducir al mínimo posible el número de empalmes, los empalmes y manguitos de reparación que serán del tipo de compresión y se aplicarán siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante de los mismos y empleando las herramientas adecuadas para empalmes. No debe hacerse ningún empalme en el conductor, antes de ser tendido, para evitar el rasgo de algún empalme a través de la polea.

Los empalmes serán ejecutados por personal debidamente experimentado. No se instalará ningún empalme a menos de tres metros de distancia de una estructura.

c) Puesta en Flecha

La puesta en flecha del conductor se efectuará en horas en que la velocidad del viento sea nula o muy baja. Para medir la flecha el Contratista seleccionará el vano de mayor longitud en cada tramo.

Normalmente la puesta en flecha se hará entre dos estructuras de retención intermedia; pero si fuera necesario se proveerá las retenidas temporales que sean requeridas para que las estructuras soporten las tensiones a las que estarán sometidas durante el trabajo.

Para poner en flecha los conductores se usará, si siempre que sea posible, el método visual empleando un nivel o teodolito, asegurado firmemente al poste o estructura.

Cuando la naturaleza del terreno y la altura de los postes con relación a la flecha a medir, no permita esta medición directa, el topógrafo determinará lugares apropiados en el terreno a instalar el nivel teodolito y permitir una visual horizontal tangente a la catenaria del cable con la flecha correcta.

Con el fin de evitar errores en el tensado del conductor por efecto del envejecimiento, el conductor deberá ser puesto en flecha tan pronto como sea posible después del tendido, pero dejando transcurrir un tiempo prudencial para permitir que se equilibren las tensiones en todos los vanos.

La flecha resultante después de esta operación deberá coincidir con los valores de flecha de la tabla de templado, la cual considera el efecto de envejecimiento.

De preferencia la operación de puesta en flecha deberá efectuarse por lo menos dejando transcurrir 24 horas desde el momento del tendido. El conductor deberá elevarse más alto que su flecha final y mantenerse en esa posición 5 minutos, nunca debe llegarse desde abajo a la flecha requerida.

En vanos muy largos entre estructuras de amarre, la flecha debe establecerse por separado. La tolerancia en la flecha real, con relación a la flecha técnica, tomado en cuenta las correcciones por envejecimiento al momento de efectuar la medición, será entre 0% y 2%, pero en todo caso la flecha real no puede diferir en más de 30 cm. de la flecha técnica, independientemente de la longitud del vano, ni diferirá en 20 cm. de la flecha promedio de todos los conductores del vano.

d) Procedimientos para templar los conductores

En los diagramas siguientes, se ilustran cinco casos típicos que se pueden presentar para medir la

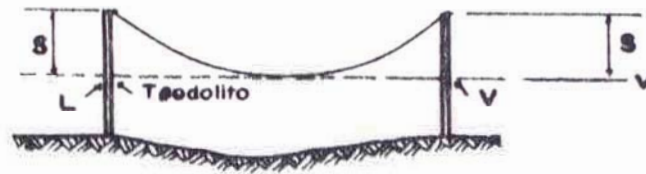
flecha cuando se tiempe el conductor.

Los instrumentos necesarios son: una mira, un nivel o teodolito montados ya sea en un trínode o en uno de los soportes especiales para instalarlos en los postes. Dependiendo este montaje de la posición con respecto a la elevación de la base de los soportes y el punto más bajo del alambre.

Fig. 1 - Cuando la elevación de los soportes es la misma o tienen una diferencia menor del 10%, la flecha se mide en el poste, luego se instala el teodolito, en el poste, se dirige una visual que pasa por los puntos LV. Cuando el alambre intercepta esta línea de visual, éste se halla correctamente templado.

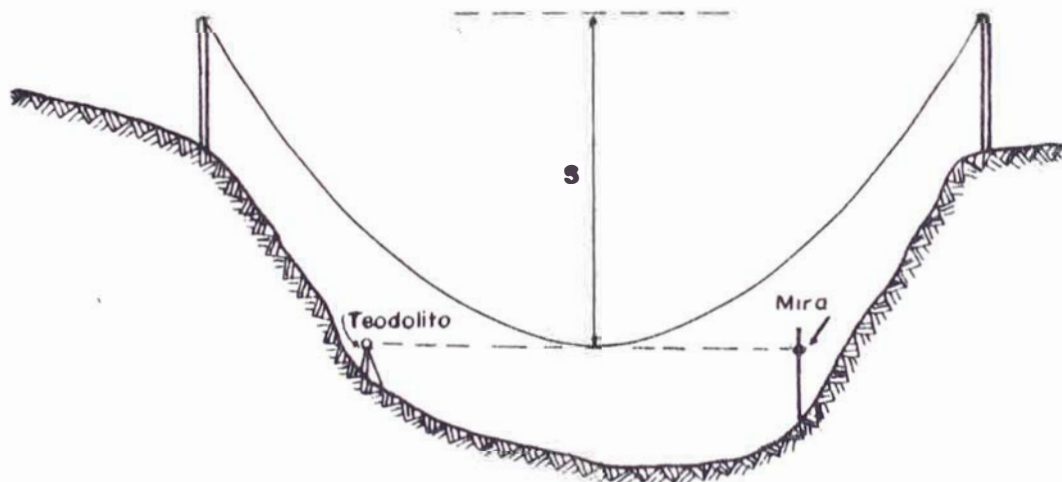
Fig. 2 - Cubre el caso en que los soportes están a la misma elevación, pero que el punto más bajo del alambre se halla debajo de la base de los soportes. En este caso se establece un plano horizontal a una elevación S menor de los puntos de soporte del alambre mediante un nivel y una mira.

Fig. 3 - En el caso de que la diferencia de elevación que hay entre los soportes es mayor que el 10% hay que hallar el valor de S_1 mediante la



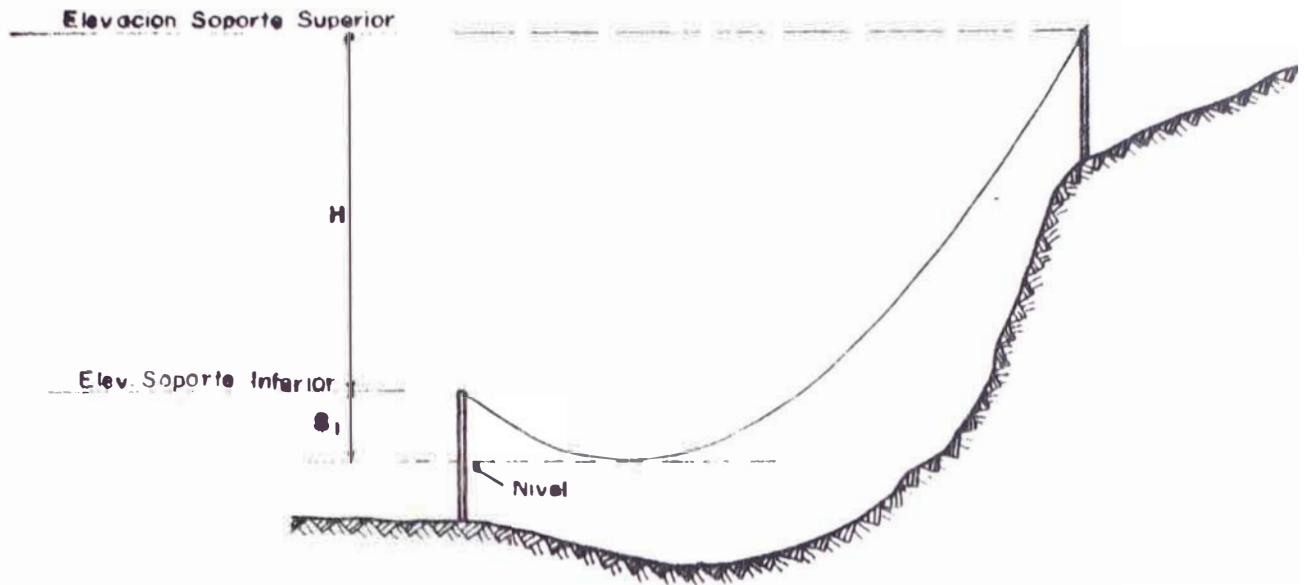
PUNTO MAS BAJO DEL CONDUCTOR MAS ALTO QUE LAS BASES.
DIFERENCIA DE ELEVACION DE LOS SOPORTES MENOR QUE 10%.

FIGURA 1



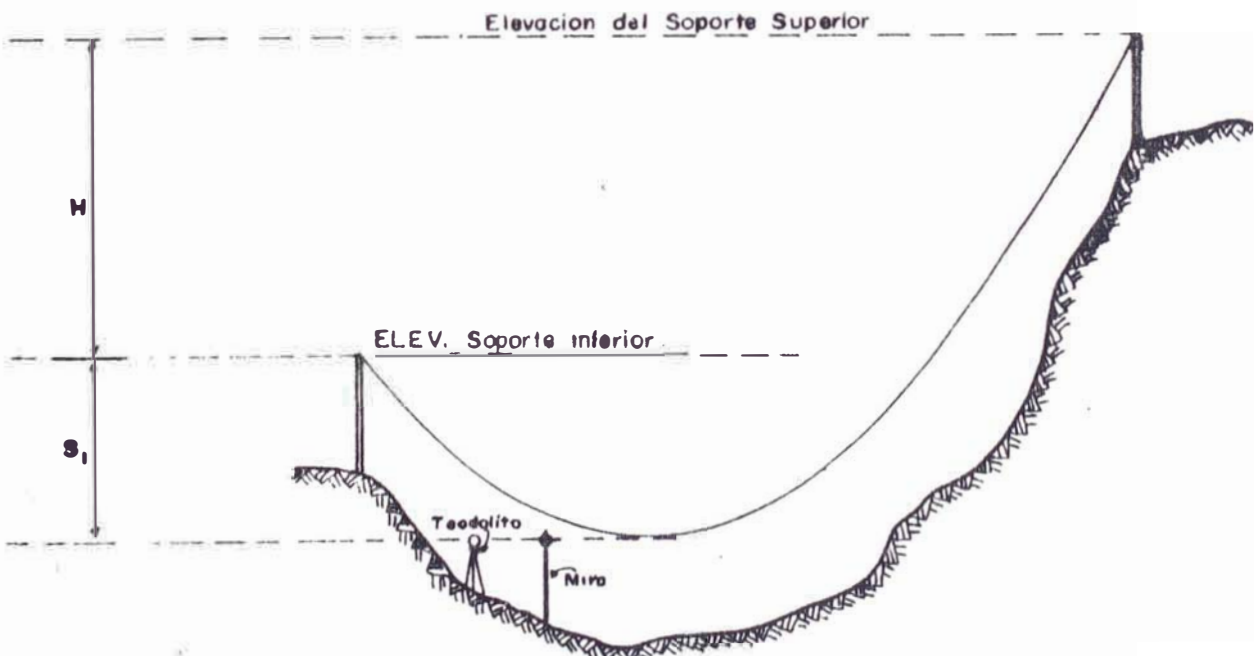
PUNTO MAS BAJO DEL CONDUCTOR DEBAJO DE LAS BASES.
DIFERENCIA DE ELEVACION DE LOS SOPORTES MENOR QUE 10%.

FIGURA 2



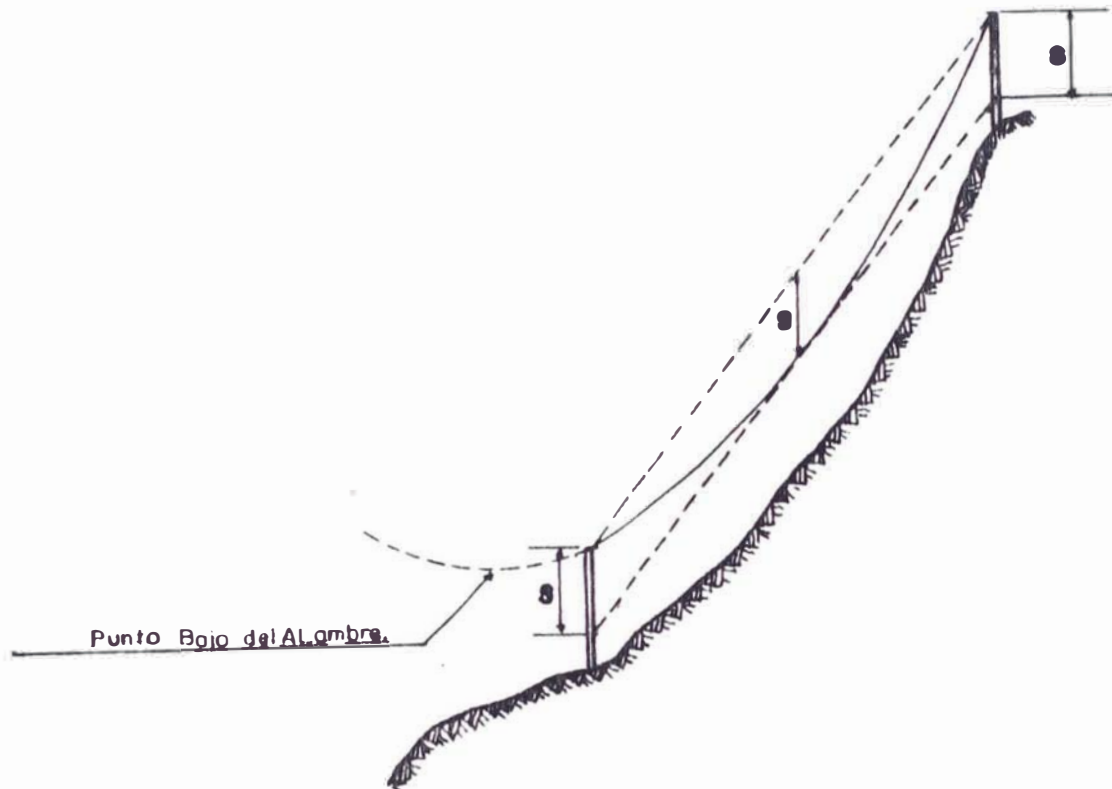
PUNTO MAS BAJO DEL CONDUCTOR, MAS ALTO QUE LA BASE DEL SOPORTE INFERIOR.
DIFERENCIA DE ELEVACION ENTRE LOS SOPORTES MAYOR QUE 10%.

FIGURA 3



PUNTO MAS BAJO DEL CONDUCTOR, DEBAJO DE LAS BASES DEL SOPORTE INFERIOR.
DIFERENCIA DE ELEVACION ENTRE LOS SOPORTES MAYOR QUE 10%.

FIGURA 1



**PUNTO MAS BAJO DEL CONDUCTOR FUERA DEL TRAMO.
DIFERENCIA DE ELEVACION ENTRE LOS SOPORTES MAYOR QUE 10%.**

FIGURA 5

siquiere fórmula:

$$S_1 = S \left(1 - \frac{H}{4S} \right)^2$$

En sí la que el valor de S se obtiene de las tablas, para una luz igual a la distancia horizontal proyectada que hay entre los sonortes y H es igual a la diferencia de elevación que hay entre los soportes.

Para obtener la flecha se mide una distancia S_1 hacia abajo, del sonorte más abajo, en el poste, en este punto se instala el nivel, se dirige una línea de visual horizontal, cuando el alambre intersecciona la línea, el alambre está correctamente tendido.

Fig. 4 - En este caso cuando el punto más bajo del alambre se halla a un nivel inferior que la base del sonorte inferior, se procede como en el caso anterior, combinándolo con la solución dada para el caso de la figura 2.

Fig. 5 - Muestra el caso en que el punto más bajo del alambre está más allá del tramo. En este caso la flecha S es obtenida de las tablas, como si se tratara de una luz cuya distancia fuera la distancia inclinada, en lugar de la distancia horizon -

tal proyectada que hay entre los sonortes.

e) Instalación de Varillas de Armar y Amarre del Conductor

Tan pronto como se haya concluído la operación de la puesta en flecha de cada tramo, se procederá a la colocación de las varillas de armar y se transferirá el conductor a las grampas en los aisladores de suspensión. Antes de levantar el conductor de las poleas, se marcará adecuadamente para asegurarse que las varillas de armar se aplicarán de conformidad con los procedimientos recomendados por el suministrador de las mismas.

f) Instalación de los Amortiguadores

Después de haberse instalado las varillas de armar preformadas y haberse ajustado los pernos de las grampas de anclaje y suspensión se procederá a la instalación de los amortiguadores de vibración en los vanos de la línea donde sean necesarios y conforme a las distancias y procedimientos indicados por los fabricantes de amortiguadores contra la vibración de cables.

13. Instalación del Cable de Tierra

El alambre para la línea de tierra es de acero-alumi-

nio galvanizado con zinc de 6.05 mm de diámetro.

a) Excavación

La excavación en terreno normal sera de 12", en terreno de cultivo debe ser de 36" y en zona rocosa será de 4' de profundidad y 12 pulgadas de ancho.

b) Tendido

El alambre de tierra consta de 1 alambre tendido a todo lo largo de la línea de transmisión e instalación en su respectiva zanja, paralelo al eje de la línea.

Todas las bajadas de los postes deben ser conectados a esta línea y entre ellos en cada estructura utilizando grampas (split bolts).

Concluido el tendido del alambre de la línea de tierra, se procederá con el relleno de tierra y el apizonado respectivo para mantener el contacto perfecto con el terreno.

c) Empalmes

Los empalmes del alambre de tierra se harán con grampas (split bolts).

14. Verificación de Montaje de la Línea de Transmisión

La verificación se deberá realizar en toda la longitud de la Línea de Transmisión, con el objeto de de

terminar deficiencias en la construcción tales como, montaje de estructuras, cadena de aisladores, cruce-tas, cable de guarda, línea de tierra y bajadas.

15. Pruebas de la Línea Terminada

Al concluir el trabajo de construcción de la línea y después de la verificación del montaje, se deberá realizar las pruebas de la línea de acuerdo al Proto-colo de Pruebas que para el efecto se confeccionará. Previamente a la ejecución de estas pruebas se lim-piará cuidadosamente los aisladores, limpiará desmon-tes y efectuará toda otra labor que sea necesaria na-ra dejar la línea lista para ser energizada.

3.2.7 Marcas

Cada estructura deberá llevar una marca estampada con el número que corresponda al número de estructura respectivo, según los planos y diseño de detalle.

1. Numeración o Placa de Identificación

Para la enumeración de las estructuras se empleará "placas metálicas estampadas".

2. Seguridad

Las estructuras ubicados en lugares poblados llevarán carteles de seguridad donde estará estampada las sí -

quientes palabras "Peligro de Muerte", "Alta Tensión
50 Kv".

METRADO Y PRESUPUESTO

4.1. Análisis de Precios Unitarios

El metrado y presupuesto ha sido estimado en base a los requerimientos de material y equipo ofertado por CGEE ALSTHOM de Francia y la mano de obra y construcción de acuerdo a costos realmente pagados al contratista COSAPI S.A.

En el caso de equipos y materiales se han tomado los precios ofertados por CGEE ALSTHOM incluyendo los seguros y fletes.

4.2. Fórmula polinómica de reajuste de precios

La fórmula de reajuste de precios son del tipo polinómico de acuerdo con el Decreto Ley N° 21825, reglamentado por Decreto Supremo N° 011-79-VC, basados en las variaciones de los índices unificados dictaminados por el concejo de reajuste de precios de la construcción (CREPCO)

Los precios indicados son los iniciales y de acuerdo a como se tuvo el avance de obra la fórmula de reajuste de precios se aplicó a las valorizaciones mensuales por avance de obras a los precios iniciales controlados, utilizando la ecuación para los precios reajustados

$$Pr = K Po$$

P_0 : Precio iniciales

P_r : Precio reajustado

K : factor obtenido por la formula polinómica.

- Fórmula polinómica

$$K = 0.43 \frac{J_r}{J_0} + 0.16 \frac{EQ_r}{EQ_0} + 0.20 \frac{GU_r}{GU_0} + 0.10 \frac{F_{tr}}{F_{t_0}} + 0.05 \frac{PDr}{PDo} + 0.05 \frac{MATr}{MAT_0}$$

Donde :

J_r/J_0 : Índice de mano de obra, que incluye leyes sociales

EQ_r/EQ_0 : Índice representativo de equipos de construcción sin operar sobre la base de los índices unificados de:

Herramienta manual : 50%

Maquinaria y equipo nacional : 30%

Maquinaria y equipo importado: 50%
100%

GU_r/GU_0 : Índice representativo de los gastos generales y utilidad sobre la base del "Índice general de Precios al consumidor" (ONE)

F_{tr}/F_{t_0} : Índice de los transportes representados por el "FLETE TERRESTRE"

FDr/FDo Índice de combustible representado por el "PL
TROLEO DIESEL"

MATr/MATo: Índice de material representativo de los cimien
tos.

| | % incidencia |
|--------------------------------|--------------|
| Cemento portland tipo II | 40% |
| de construcción corrugado | 35% |
| Madera nacional para encofrado | 25% |
| | 100% |

PROYECTO DE LA LINEA DE TRANSMISION

EN 50 KV S.E. OROYA NUEVA - PACHACHACA

| <u>COSTOS</u> | <u>SOLES</u> | <u>MONEDA EXTRANJERA FF</u> |
|---|---------------|-------------------------------------|
| 1. Costo total equipo <u>im</u> <u>portado</u> | | 2'785,102.7 |
| 2. Costo transporte marí timo: | | |
| a) Seguro | | 8,725.00 |
| b) Flete | | 492,102.3 |
| 3. Costo total equipo <u>im</u> <u>portado</u> - CIF (1 + 2) | | 3'285,930.0 |
| 4. Costo transporte local | 1'590,885 | |
| 5. Costo instalación | 56'680,080 | |
| SUB TOTAL A | 58'270,965 | 3'285,930.1 |
| 6. Ingeniería de Detalle y Supervisión (5% MN y 2% ME) | 2'913,548.25 | 65,718.6 |
| SUB TOTAL B | 61'184,513.2 | 3'351,648.7 |
| Escalamiento (18 meses a partir del 31.12.80 70% MN) | 79'233,944.6 | |
| TOTAL GENERAL: | 140'418,457.8 | 3'351,648.7 |

Cuadro N° IV-1

| Item | DESCRIPCION | Unidad | Cantidad | PRECIO UNITARIO | | | Precio Total |
|------|------------------|--------|----------|-----------------|----------|-----------|--------------|
| | | | | FOB | FLETE | CIF | |
| 1.0 | ESTRUCTURA | | | | | | |
| | HS/HSX | c/u | 64 | 10,095.29 | 2,660.09 | 12,755.38 | 816,344.32 |
| | HT/HTX | c/u | 5 | 10,296.49 | 2,375.46 | 12,671.95 | 63,359.75 |
| | L3/DE-T-TXE | c/u | 20 | 14,868.85 | 3,390.45 | 18,259.3 | 365,186 |
| 2.0 | BRAZOS X | Juego | 30 | 770.52 | 118.43 | 888.95 | 26,668.5 |
| 3.0 | RETENIDAS | c/u | 160 | 776.23 | 633.54 | 1,409.77 | 225,563.2 |
| 4.0 | CONDUCTOR | km | 60 | 10,076.81 | 1,054.31 | 11,131.12 | 667,867.2 |
| 5.0 | TUBOS EMPALME | c/u | 50 | 29.96 | 0.77 | 30.73 | 1,536.5 |
| 6.0 | CADENAS SIMPLE | c/u | 390 | 562.20 | 69.92 | 632.12 | 246,526.8 |
| 7.0 | CADENAS DOBLE | c/u | 12 | 843.28 | 144.11 | 987.39 | 11,848.68 |
| 8.0 | AMORTIGUADORES | c/u | 600 | 67.07 | 5.05 | 72.12 | 43,272 |
| 9.0 | CABLE DE GUARDA | km | 40 | 5,787.10 | 867.54 | 6,654.64 | 266,185.6 |
| 10.0 | CABLE CONTRAPESO | km | 20 | 2,176.00 | 361.21 | 2,537.21 | 50,744.2 |

T O T A L

492,102.38

2'785,102.7

Seguro

8,725.0

FF

2'793,827.7

Cuadro N° IV-2

| Item | DESCRIPCION | Cant. | Unidad | Precio Unitario | Precio Total |
|------|------------------------|-------|--------|-----------------|--------------|
| 1.0 | <u>Estructuras</u> | | | | |
| 1.1 | Tipo HS/HSX | 64 | c/u | 95,160 | 6'090,240 |
| 1.2 | Tipo HT/HTX | 5 | c/u | 95,160 | 475,800 |
| 1.3 | Tipo L3/DE/T/XE | 20 | c/u | 145,290 | 2'905,800 |
| 1.4 | Brazos X | 30 | Juego | 4,940 | 148,200 |
| 1.5 | Retenidas | 154 | c/u | 20,860 | 3'212,440 |
| 2.0 | <u>Conductor</u> | | | | |
| 2.1 | Tipo Penguin ACSR 4/0 | 57 | Km | 206,200 | 11'753,400 |
| 2.2 | Tubos empalme | 39 | c/u | 10,900 | 425,100 |
| 3.0 | <u>Aisladores</u> | | | | |
| 3.1 | Cadenas simples | 390 | Juego | 3,610 | 1'407,900 |
| 3.2 | Cadenas dobles | 12 | Juego | 10,280 | 123,360 |
| 4.0 | <u>Amortiguadores</u> | 570 | c/u | 2,960 | 1'687,200 |
| 5.0 | <u>Cable de guarda</u> | | | | |
| 5.1 | Instalación | 38 | km | 87,640 | 3'232,320 |
| 5.2 | Accesorios | 224 | c/u | 14,430 | 3'232,320 |
| 6.0 | <u>Contrapeso</u> | 19 | km | 1'452,000 | 21'888,000 |
| | | | | S/. | 56'680,080 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que con la nueva línea de enlace entre la Subestación Oroya Nueva y la Central de Pachachaca, la energía disponible para las unidades de producción de Morococha y Casapalca, así como San Cristóbal, Mahr Túnel, Andaychagua y mineros particulares; será incrementada y por lo tanto la compra de energía será menor por parte de Centromín Perú, de la red de Electrolima; minimizando costos.

La línea de transmisión planteada incluye el incremento de demanda de las unidades de producción mencionadas.

Se incrementa la confiabilidad del sistema eléctrico actual del Centromín Perú S.A.

Se recomienda lo siguiente

Implementar la utilización de postes de madera en los niveles de 50 KV a mas ya que Centromín Perú cuenta con experiencia para intentar normalizar la construcción de este tipo de líneas.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Código Eléctrico del Perú. AEP - Lima 1975
- (2) Transmission and Distribution Reference Book, Fourth Edition, Westinghouse Corporation (inglés)
- (3) Redes Eléctricas (dos tomos), Jacinto Viqueira Landa. Segunda edición, Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A., México D.F., 1975.
- (4) Cálculo de Flechas y Tensiones en Líneas de Transmisión. Comisión Federal de Electricidad. Instituto de Investigaciones de la Industria Eléctrica, México, 1969.
- (5) Interconnection Project With Electroperú Ebasco Corporation/P y V Ingenieros S.A. New York - Lima, November 1979. Vol III - Sec. IV (inglés).
- (6) Líneas de transporte de Energía, Luis María Checa. Marcombo BOIXAREU Editores, 2da Edición, 1979.