

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**Uso de grapa de anclaje tipo pistola en conductores autoportantes
para grandes longitudes de vanos**

**Tesis para obtener el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista**

Autor

Calixto Milla, Esau Abiu

Asesor – Código ORCID

Alva Julca, Ruber

Código 0000-0002-6206-278X

CHIMBOTE – PERÚ

2022

ÍNDICE

<i>PALABRAS CLAVE</i> _____	<i>III</i>
<i>TÍTULO</i> _____	<i>IV</i>
<i>RESUMEN</i> _____	<i>V</i>
<i>ABSTRACT</i> _____	<i>VI</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i> _____	<i>1</i>
<i>RESULTADOS</i> _____	<i>18</i>
<i>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</i> _____	<i>54</i>
<i>CONCLUSIONES</i> _____	<i>56</i>
<i>RECOMENDACIONES</i> _____	<i>58</i>
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i> _____	<i>59</i>
<i>ANEXOS</i> _____	<i>63</i>

PALABRAS CLAVE

Grapa de anclaje, conductores autoportantes.

KEYWORD

Anchor clamp, self-supporting.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN- OCDE

Línea	Sector energía
Área	Ingeniería, Tecnología
Subárea	Ingeniería eléctrica, electrónica e informática
Disciplina	Ingeniería eléctrica y electrónica

TÍTULO

Uso de grapa de anclaje tipo pistola en conductores autoportantes para grandes longitudes de vanos

RESUMEN

La tesis presenta el estudio de uso de grapa de anclaje tipo pistola en conductores autoportantes para grandes longitudes de vanos que se presentan para el diseño de Redes Secundarias en zonas rurales aumentando el factor de seguridad de las grapas de anclaje a 2,5.

La investigación es de enfoque cuantitativo de alcance o “tipo” descriptivo, diseño de investigación no experimental del tipo transeccional correlacionales-causales. La presente investigación se justifica porque su implementación permitirá a los usuarios del sistema eléctrico tener una mayor calidad en el suministro de la energía eléctrica, debido a la disminución de la frecuencia de fallas en grandes longitudes de vanos.

Se concluye que en grandes longitudes de vanos utilizar grapas de anclaje (pistola) son para los conductores autoportantes CAAI: 1x16+ND25 mm² de 130 m a 187 m para estructuras al mismo nivel y de 131 m a 185 m para estructuras instaladas a un desnivel de 20 m, en el conductor de 2x16 + ND25 en un rango de 186.7 a 279.85 metros para estructuras instaladas a un desnivel de 50 m.

ABSTRACT

The thesis presents the study of the use of pistol-type anchor clips in self-supporting conductors for large span lengths that are presented for the design of Secondary Networks in rural areas, increasing the safety factor of the anchor clips to 2,5.

The research is quantitative in scope or descriptive "type", non-experimental research design of the correlational-causal transectional type. The present investigation is justified because its implementation will allow the users of the electrical system to have a higher quality in the supply of electrical energy, due to the decrease in the frequency of faults in large lengths of spans.

It is concluded that in long span lengths, use anchor clips (gun) for self supporting conductors CAAI: 1x16+ND25 mm² from 130 m to 185 m for structures at the same level and from 130 m to 185 m for structures installed at a height difference of 20 m, in the 2x16 + ND25 conductor in a range of 186.7 m to 279.85 m for structures installed at a height difference of 50 m.

INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas (DGER/MINEM), cuenta con un área de estudios, donde se aprueban los expedientes técnicos elaborados por consultores que fueron seleccionados previamente en cumplimiento a las normas del Organismo Supervisor de Contratación del Estado, para luego contando con los Expedientes Técnicos de Obra aprobados se proceda a realizar los concursos de licitaciones para seleccione a las empresas Contratistas que ejecutan las obra de Electrificación Rural, los cuales contiene los siguientes componentes: Líneas Primarias, Redes Primarias, Redes Secundarias, Alumbrado Público y Conexiones Domiciliarias.

La elaboración de los estudios de ingeniería para contar con el Expediente Técnico de ejecución de Obra, se realizan de acuerdo a la aplicación de normas para proyectos de electrificación rural en aplicación de la Ley de Electrificación Rural aplicadas a zonas rurales, a localidades aisladas y localidades ubicadas en la frontera de nuestro país, las normas mencionadas deben ser evaluadas permanentemente, con aporte de los ingenieros consultores que elaboran los estudios de ingeniería de electrificación rural, profesionales de las empresas concesionarias que participan en el área de estudios y obra, así como también los profesionales del área de estudios y de ejecución de obras de la DGER.

El presente estudio de investigación con la finalidad de obtener mi título de Ingeniero Mecánico Electricista esta dirigido al uso de grapas de anclaje tipo pistola en redes secundarias para grandes longitudes de vanos.

Rossi, D. (2013). En su tesis para obtener el titulo profesional de Ingeniero en Energía en la Universidad Nacional del Santa denominada “Diseño

Mecánico de Redes Secundarias grapas de anclaje tipo pistola para vanos de gran longitud en el Distrito de Santa Cruz -Cajamarca”, concluye que para estructuras E3 y E4, con un desnivel hasta 50 metros con conductores 2x16+ND25 mm² se pueden utilizar grapas de anclaje paralelo para vanos comprendidos entre 187 y 280 metros.

Gallegos, C. (2006). Elaboro su informe técnico “Procedimientos de fabricación de Grapas de aleación de aluminio para Líneas de Media y Alta Tensión” presentada en la Universidad de Ingeniería indicando que su aplicación es en el uso de Líneas de Media y Alta Tensión como elemento de suspensión o de anclaje del conductor en los soportes, esta tesis esta relacionada con el proceso de fabricación, exponiendo la realidad de la producción de grapas pistola de aleación de aluminio en el Perú y su aplicación en Líneas de Media y Alta Tensión. El informe fue elaborado con el asesoramiento del Ingeniero Mecánico Electricista Cesar Gallegos S. y el Ingeniero Metalurgista Elmer Chombo S.

De acuerdo a normas vigentes en especificaciones técnicas de suministro de materiales para redes de distribución secundaria aprobadas por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas se utilizan para la electrificación rural las grapas de las siguientes características:

- ❖ Grapas de anclaje tipo cónica que permite sujetar el cable portante desnudo de aleación de aluminio de 25 mm², en una configuración de anclaje, sin la necesidad de cortar el conductor portante que funcionará como neutro de la red secundaria. Las características mecánicas de estas grapas son las siguientes:
 - Resistencia a la Tracción : 15 kN
 - Resistencia al deslizamiento : 10 kN

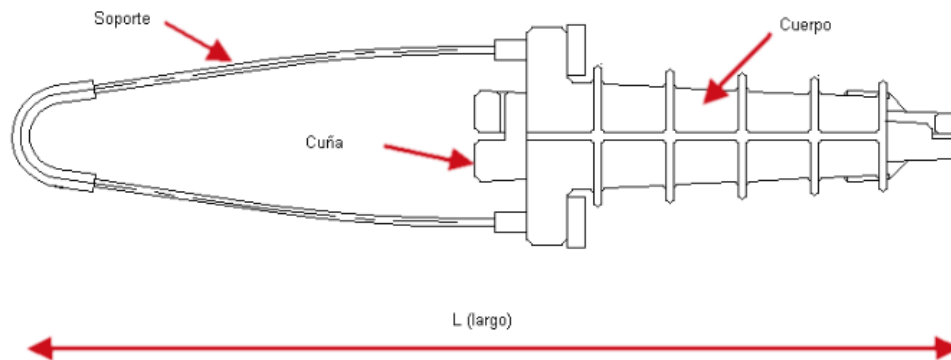


Figura 1: Grapa de anclaje tipo cónica.
Fuente: Enersis, Endesa. Especificación Técnica

En los proyectos para la Electrificación Rural en Líneas Primarias y Redes Primarias de acuerdo a normas vigentes en especificaciones técnicas de suministro de materiales para Líneas y Redes de Distribución Primaria aprobadas por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas se utilizan grapa de anclaje tipo pistola, los cuales son fabricados con Aleación de Aluminio, de comprobada resistencia a la corrosión. Estas grapas de anclaje tipo pistola tienen un apriete sobre el conductor de 16 a 95 mm² de manera uniforme, estas grapas tipo pistola tienen las siguientes características:

- Resistencia a la Tracción : 30 kN
- Resistencia al deslizamiento : 30 kN



Figura 2: Grapa de anclaje tipo pistola.
Fuente: MIMSA (Manufacturas Industrias Mendoza S.A.)

En nuestro país existen varias empresas dedicadas al rubro de fabricación de ferretería eléctrica, una de estas empresas es Manufacturas Industrias Mendoza, que fabrica y comercializa grapas de Anclaje tipo Pistola para conductores de Aleación de Aluminio desde 16 hasta 70 mm² para Líneas y Redes Primarias, estas grapas de anclaje tipo pistola tienen las siguientes características:

- Resistencia a la Tracción : 45 kN
- Resistencia al deslizamiento : 18 kN

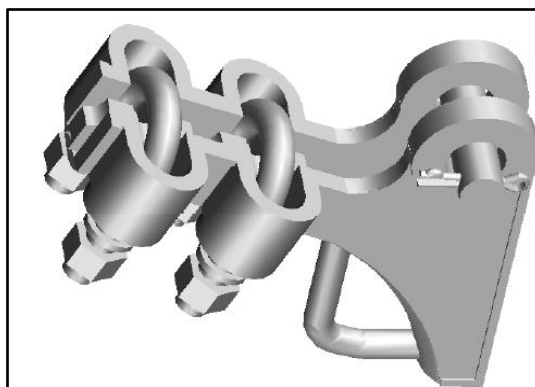


Figura 3: Grapa de anclaje tipo pistola AL – AL, 2 pernos.
Fuente: MIMSA

En las obras de electrificación rural, se ha observado una alta frecuencia de fallas en las grapas de anclaje tipo cónica durante su montaje y el periodo de garantía en la que se instalaron en los vanos de gran longitud que se presentaron entre estructuras instaladas en quebradas en los proyectos de electrificación rural, en los cuales el conductor autoportante tuvo que volver a ser flechado e incluso se reemplazó las grapas de anclaje tipo cónica por otras nuevas al ocurrir las fallas. El factor de seguridad empleado en estos proyectos en el diseño mecánico de las redes secundarias de los accesorios fue de 2, según norma RD.031.2003.EM.DGE.

Un conductor libremente suspendido entre dos soportes describe una curva denominada catenaria.

En la Figura 4 se observa la catenaria que hace el cable que cuelga desde el punto más bajo de la curva (C) hasta otro punto (D), sometido a la acción de su propio peso (W) y a fuerzas de tracción dirigidos según a la tangente a la curva que forma, en el punto C la tensión es una fuerza horizontal (T_0) y en D una fuerza (T) tangente al cable en ese punto. Estando el cable en equilibrio se obtienen las siguientes relaciones:

$$T = \sqrt{T_0^2 + W^2}$$

$$T \cos \phi = T_0$$

De estas relaciones se deduce que el tiro horizontal en cualquier punto del conductor es constante a lo largo de él.

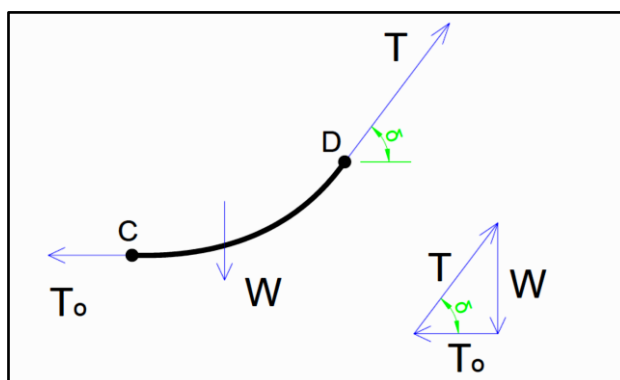


Figura 4: Fuerzas en el conductor.

Fuente: Rossi Córdova, Diego. Tesis Universidad Nacional del Santa

Se define como el tiro de templado o la tensión de cada día del conductor (T_0), como aquel esfuerzo máximo admisible durante todo el tiempo en que la temperatura sea la media. El esfuerzo de templado es escogido fundamentalmente teniendo en cuenta el aspecto mecánico de comportamiento del conductor portante de aleación de aluminio el cual será en todos los casos de 52.3 N/mm^2 , aproximadamente 18% del esfuerzo de rotura del conductor. (Rossi, Diego 2013)

Para el cálculo mecánico de conductores, las normas vigentes tanto internacionales y nacionales, recomiendan que el tiro máximo de los conductores autoportante de aluminio no debe sobrepasar el 60% del tiro de rotura. El tiro máximo en el conductor es el tiro tangencial que se producen en el punto más elevado de la catenaria y se determina con la siguiente relación:

$$T_b = T_0 K + w_c \left(\frac{abw_c}{8T_0} + \frac{h}{2} \right)$$

Dónde:

a: Longitud del vano del conductor (m).

b : Vano real del conductor (m),

$$b = \sqrt{a^2 + h^2}$$

h : Desnivel entre estructuras (m).

Wc: Peso unitario del conductor(N/m).

To: Tiro del conductor en las condiciones inicial y final (N).

K : Factor de tiro a medio vano,

$$K = 1 + 0.5 \left(\operatorname{arcsenh} \left(\frac{h}{a} \right) \right)^2$$

Los conductores autoportantes soportan su propio peso (Wc), pero además soportan otros esfuerzos de acuerdo al lugar donde estén instalados, estos esfuerzos adicionales varían y dependen de 1 a Temperatura, Velocidad del Viento, espesor de la capa de hielo que se pueda formar alrededor del conductor autoportado.

El Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011, en la sección 25 en el inciso 250.B, para cargas de viento, hielo, y hielo combinado por viento, se establecen tres zonas de cargas generales:

- Zona A: Ligera.
- Zona B: Regular
- Zona C: Fuerte

Además establece cuatro áreas de carga que dependen de su altitud.

- Área 0: Altitudes menores a los 3,000 m.s.n.m.
- Área 1: Altitudes comprendidas entre 3,000 a 4,000 m.s.n.m.
- Área 2: Altitudes comprendidas de 4,001 a 4,500 m.s.n.m.
- Área 3: Altitudes mayores a los 4,500 m.s.n.m.

Considerando la zonificación establecida en el Código Nacional de Electricidad, se establecen las Hipótesis de Estado para el Cálculo Mecánico de Conductores Autoportado para Redes de Distribución Secundaria.

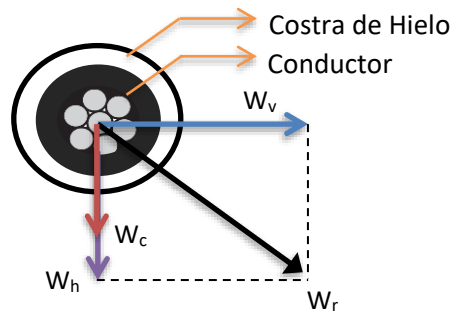


Figura 4: Sobrecargas en el conductor.

Fuente: Rossi Córdova, Diego. Tesis Universidad Nacional del Santa

En la figura 4, como se puede observar la sumatoria de fuerzas que actúan sobre el conductor, al peso propio del conductor (W_c) se incrementan otras fuerzas que dependen de los efectos climáticos a que está expuesto el conductor, como es la presión del viento sobre el conductor (W_v) y el peso originado por la capa de hielo que se podría formar alrededor del conductor (W_h). Por lo tanto es necesario considerar para los cálculos mecánicos del conductor un esfuerzo resultante (W_r) por el efecto de la participación de agentes adicionales al peso del conductor.

Por lo tanto, en la figura 4 podemos identificar lo siguiente:

W_c : peso unitario del conductor.

W_v : peso unitario ocasionado por la presión de viento sobre el conductor.

W_h : peso unitario adicional, provocado por el peso del manguito de hielo

W_r : peso unitario resultante de los tres efectos simultáneos.

Luego entonces, W_r es la suma vectorial de W_c , W_h y W_v ; por tanto:

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

y entonces, se llama coeficiente de sobrecarga al valor:

$$m = \frac{W_r}{W_c}$$

La presión unitaria del viento W_v en N/m, sobre el conductor depende de la velocidad del viento y el área de la sección transversal expuesta al viento.

$$W_v = P'_v \left(\frac{\phi_c + 2e}{1000} \right)$$

Dónde:

ϕ_c : Diámetro exterior del conductor en mm

e : Costra de hielo sobre el conductor, en mm

P'_v : Presión del Viento (N/m²)

Las presiones debidas al viento o cargas de viento horizontales (N/m²) sobre el conductor origina condiciones de sobrecarga severa o vibraciones que se manifiestan en la forma de brisa, ventarrón, huracán o tornado; y está dada por:

$$P'_v = KV^2S_f$$

Dónde:

K : Constante de presión, 0.0473 para las elevaciones hasta 3 000 m.s.n.m. y 0.0351 para las elevaciones mayores de 3 000 m.s.n.m.

V : Velocidad del viento (km/h)

S_f : Factor de forma, Para estructuras cilíndricas (conductores) o cónicas (postes) es 1

Por efecto de la congelación de la lluvia que se adhiere sobre la superficie del conductor, se origina una sobrecarga adicional al conductor.

Considerando, que la densidad del hielo es 897.12 kg/m^3 , por tanto el peso unitario en N/m será:

$$W_h = 88 \times 10^{-4} \pi (e^2 + e\phi_c) = 0.0284(e^2 + e\phi_c)$$

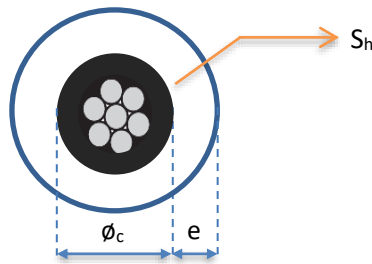


Figura 5: Peso unitario del viento.

El área del proyecto, presenta condiciones climáticas propias de la sierra, cuyas principales características son la baja temperatura y escasa humedad. En base a los registros del SENAMHI y las cargas definidas por el Código Nacional de Electricidad Suministro se generaran las hipótesis para el Área 0 (elevación menor a 3 000 m.s.n.m, CNE):

Hipótesis N° 1: Condición de Mayor Duración (EDS)

- Temperatura: Media anual: 16°C
- Velocidad de viento: 0
- Sobrecarga de hielo: 0

Hipótesis N° 2: De Mínima Temperatura, Máxima Velocidad de Viento

- Temperatura: 5°C
- Velocidad de viento: 75 Km/h
- Sobrecarga de hielo: 0

HIPÓTESIS N° 3: De Máxima Temperatura

- Temperatura: 50 °C
- Velocidad de viento: 0
- Sobrecarga de hielo: 0

HIPÓTESIS N° 4: De Máxima Carga de Hielo

- Temperatura: 5°C
- Velocidad de viento: 37.5 Km/h
- Sobrecarga de hielo: 3 mm de espesor

Durante el montaje del conductor, este se encuentra expuesto a los esfuerzos producido por su propio peso, adicionalmente por efecto de la presión del viento y la capa de hielo que se puede formar alrededor del conductor, además en estas condiciones debemos considerar un tiro inicial (T_0) que participa durante el montaje del conductor, mediante la utilización de la siguiente formula podremos determinar el tiro final.

$$\sigma_{o2}^2 \left[\sigma_{o2} + \alpha E (\theta_2 - \theta_1) \cos \delta + \frac{a^2 w_{r1}^2 E \cos^3 \delta}{24 A^2 \sigma_{o1}^2} - \sigma_{o1} \right] = \frac{a^2 w_{r2}^2 E \cos^3 \delta}{24 A^2}$$

Donde:

σ_{o2} : Esfuerzo (T_0/A) a determinar en la condición 2, teniendo como dato σ_{o1}
(esfuerzo en la condición inicial 1) N/mm^2

α : Coeficiente de la dilatación térmica ($1/^\circ C$)

E : Módulo de elasticidad (N/mm^2)

A : Sección (mm^2) del cable

a : Vano horizontal (m)

W_{r1}, W_{r2} : Peso unitario (N/m) del conductor, incluye sobrecargas, condición inicial y final

θ_1, θ_2 : Temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) en las condiciones 1 y 2 respectivamente.

δ : Angulo de desnivel, además $\cos\delta = a/b$,

b : Vano real (m)

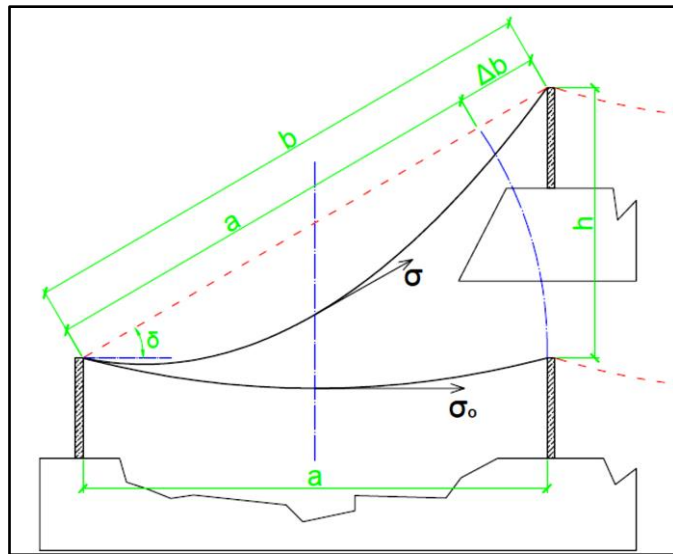


Figura 6: Parámetros en catenaria del conductor.

La presente investigación se justifica social porque su implementación permitirá a los usuarios del sistema eléctrico tener una mayor calidad en el suministro de la energía eléctrica, debido a la disminución de la frecuencia de fallas grandes y longitudes de vanos.

El aporte científico de la tesis es mejorar el armado E3 fin de línea y E4 estructuras con derivación para vanos largos en redes de distribución secundaria a nivel y desnivel, lo cual contribuye y beneficia a la empresa contratista que reduce los gastos de reparación y manteniendo durante el periodo de garantía de un año del Proyecto, en segundo término beneficiará a la empresa concesionarias de distribución de energía eléctrica que se hace responsable del manteniendo y

reparación durante el periodo de operación de la redes eléctricas que pasarán a su administración una vez recepcionada la obra.

La electrificación rural en el Perú presenta características especiales como son: la lejanía y poca accesibilidad de sus localidades, el consumo unitario reducido, poblaciones y viviendas dispersas, bajo poder adquisitivo de los habitantes. Además, no existe suficiente infraestructura vial, no cuentan con infraestructura básica en salud, educación, saneamiento, etc.

Tabla 1.*Definición conceptual y operación de variables en estudio.*

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumentos
Conductores Autoportantes (Variable independiente)	Cable autoportante: Cables que están suspendidos o trenzados en un cable mensajero (CNE, 2011).	Cable autoportante: conformación de cables con secciones en mm ² .	Esfuerzo del conductor	N/mm ²	Recopilación y análisis de datos secundarios	Instrumento 1 - cálculos mecánicos de los conductores autoportantes.
Longitud de vano (variable dependiente)	Longitud del vano: Distancia horizontal entre dos puntos de enlace del conductor sobre dos soportes consecutivos (CNE, 2011)	Longitud del vano: Espacio entre estructuras (m)	Longitud	Metros	Medición	Odómetro

Como hipótesis de la investigación se plantea que para conductores de $2 \times 16 + ND25$ utilizadas en electrificación rural para estructuras con desniveles menores de 50 metros se utilicen grapas tipo pistola para vanos mayores a 150 metros.

Objetivo General: Determinar longitudes de vanos con el uso de grapa de anclaje tipo pistola en conductores autoportantes.

Los objetivos específicos de la investigación son:

- a. Realizar los cálculos mecánicos de los conductores autoportantes para determinar las tensiones en las diversas hipótesis de estado y el rango de utilización de las grapas de anclaje tipo pistola.
- b. Diseñar los nuevos armados propuestos E3P y E4P, teniendo como base los soportes normalizados E3 y E4 que son estructuras de extremo de línea y estructura extremo de línea con derivación, respectivamente.

METODOLOGÍA

La investigación es de enfoque cuantitativo de alcance o “tipo” descriptivo, diseño de investigación no experimental del tipo transeccional correlacionales-causales, los que están basados en leyes de la electricidad, luminotecnia y normativas técnica nacionales e internacional.

La población y muestra son la misma y está constituida por las redes secundarias de localidades de la región sierra de nuestro país. Corresponde a un muestreo no probabilístico por conveniencia.

El esquema del diseño de investigación transeccional correlacionales-causales:

X1 \longrightarrow Y1

Donde:

X1: Conductores autoportantes con grapa de anclaje tipo pistola

Y1: Grandes longitudes de vanos

La técnica utilizada en el estudio es la recopilación y análisis de datos secundarios o también llamada análisis documental como lo indica Hernández, Méndez, & Mendoza: “Se fundamenta en información disponible recolectada... provenientes de fuentes oficiales... Oficinas y agencias gubernamentales... Organizaciones privadas... Organizaciones no gubernamentales... Organizaciones internacionales” (pp. 53,56, 2014). Los instrumentos elaborados con esta técnica son: instrumento 1 - cálculos mecánicos de los conductores autoportantes.

El procesamiento de datos se realizó en Microsoft Excel 2019 para cálculos fotovoltaicos, económicos. El análisis se realizó con tablas, gráficas, de energía nominal requerida, demanda máxima de potencia, selección de equipos y la evaluación de los costos asociados.

El desarrollo del procesamiento de datos para alcanzar los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

El desarrollo del procesamiento de datos para alcanzar los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

- A. Se analizo y evaluó estudios de ingeniería de redes de distribución secundaria de electrificación realizadas en la zona sierra de nuestro país, que son zonas típicas de electrificación rural.
- B. Se analizo y evaluó la problemática de vanos largos en redes de distribución secundaria con la utilización de grapas tipo cono.
- C. Se investigo la información bibliográfica sobre el diseño mecánico de conductores en de redes de distribución secundarias con vanos largos.
- D. Se evaluó pruebas de resistencias de materiales a los conductores, grapas de anclaje tipo cónica en comparación con las grapas de anclaje tipo pistola.
- E. Elabore el cálculo mecánico de los conductores autoportantes de tipo CAAI (Conductor de Aluminio con mensajero de aleación de aluminio que sirve como neutro) utilizados en redes de distribución secundaria: $1 \times 16 + N25 \text{ mm}^2$ y $2 \times 16 + N25 \text{ mm}^2$.
- F. Se realizo el procesamiento de datos
- G. Se interpretaron los resultados obtenidos.

RESULTADOS

El ensayo de material realizadas en el laboratorio de la empresa MIMSA a la grapa de anclaje tipo cónica determinaron la resistencia a la tracción de 15 kN y al deslizamiento de 10 kN, los que cumplen con lo requerido en la R.D. N° 025-2003-EM/DGE.

El ensayo de material realizadas en el laboratorio de la empresa MIMSA a la grapa de anclaje tipo pistola determinaron la resistencia a la tracción de 45 kN y al deslizamiento de 18 kN, los que cumplen con lo establecido en las normas UNE 21-159 (elementos de fijación y empalme para conductores de líneas eléctricas aéreas de A.T.), UNE 36-011(acero forjado galvanizado en caliente), ASTM A153 (especificación para el revestimiento de zinc por inmersión en calor) y es superior a lo requerido en la R.D. N° 025-2003-EM/DGE.

A continúan se muestra los protocolos de pruebas realizados a los conductores autoportantes y a las grapas de anclaje, en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería y de la empresa Manufacturas Industrias Mendoza S.A. (MIMSA), respectivamente:

PRUEBAS DE LABORATORIO

CABLE AUTOPORTANTE CAAI 3x25 + ND25 mm²



People's Cable Group Co.,Ltd

Add: No.13 Yongding Road Gongyi Zhengzhou China
 Tel: 86-371-55632835 Fax: 86-371-55632837 MP: 86-15093410986
 website: www.rmjt cable.com & www.rm cable.com

Test Report

proyect: Ejecucion de la obra Sistema Electrico rural Huanuco DOS de mayo V etapa, VI etapa, VII etapa, fase I y VII etapa - fase II, Departamento de Huanuco

Cliente: Sigma S.A Contratistas Generales

Proveedor: Manufacturas Industriales Mendoza S.A.


Drum No: 20/20

Product Name: CAAI cable 3*25mm2+ND25mm2			Date: 2018.11.26-2018.11.28		
No.	Item of test	Unit	Standard Requirement	Test result	Evaluation
1	Size	3*25mm2+ND25mm2			
1.1	Applicable Standard	IEC 60104 / IEC 61089			✓
1.2	Structure size				
1.3	Material				
1.3.1	Phase /Light Conductor	-	AAC - EC Grade 1350		✓
1.3.2	Neutral conductor	-	AAAC-6201		✓
2	Number&Diameter of Wire				
2.1	Phase	Strands no	≥6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	6mm	6.04	✓
2.2	Neutral conductor	Strands no	≥6	7	
		Approxi Diameter of Conductor	6.45mm	6.46	✓
3	Weight included drum				
4	Breaking Test Neutral Conductor		≥6.96kn	9.3kN	✓
5	Cable marking Surface	/	clear ,complete	clear	✓
6	Lay direction	/	Right	Right	✓
7	Electric performance testing				
7.1.	D.C Resistance at 20°C				
7.1.1	Phase conductor-25mm2	Ω/km	≤1.2	1.1	✓
7.1.2	Neutral conductor-25mm2	Ω/km	≤1.37	1.238	✓
8	Min XLPE inulation thick	mm	0.98mm	1.25	✓

End of the report

Note: "✓" means this item does meet the requirement, "x" means this item does not meet the requirement.

Test by:


 Marce A. Tambalaco Reynoso
 Ingeniero Electricista
 Reg. CIP N° 60046

Checked by:




CABLE AUTOPORTANTE CAAI 2x16 + 16 + ND25 mm²



People's Cable Group Co.,Ltd

Tel: 86-371-55632835 Fax: 86-371-55632837 MP:86-15093410986
website: www.rmjt cable.com & www.rm cable.com

Test Report

proyect: Ejecucion de la obra Sistema Electrico rural Huanuco DOS de mayo V etapa, VI etapa, VII etapa-fase I y VII etapa - fase II, Departamento de Huanuco

Cliente: Sigma S.A Contratistas Generales

Proveedor: Manufacturas Industriales Mendoza S.A.

Drum No: 31153


Product Name: CAAI cable 2*16mm2+16mm2+ND25mm2				Date:2018.11.26-2018.11.28	
No.	Item of test	Unit	Standard Requirement	Test result	Evaluation
1	Size	2*16mm2+16mm2+ND25mm2			
1.1	Applicable Standard	IEC60502/ICEAS-76-2004			✓
1.2	Structure size				
1.3	Material				
1.3.1	Phase /light Conductor	-	AAC - EC Grade 1350		✓
1.3.2	Neutral ocnductor	-	AAAC-6201		✓
2	Number&Diameter of Wire				
2.1	Phase	Strands no	≥6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.82	✓
2.2	Neutral conductor	Strands no	≥6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	6.45mm	6.46	✓
2.03	Lighting conductor	Strands no	6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.8	✓
3	Weight included drum				
4	Breaking Test Neutral Conductor		≥6.96kn	8.79kn	✓
5	Cable marking Surface	/	clear ,complete	clear	✓
6	Lay direction	/	Right	Right	✓
7	Electric performance testing				
7.1.	D.C Resistance at 20°C				
7.1.1	Phase conductor-16mm2	Ω/km	≤1.91	1.83	✓
7.1.2	Lighting conductor-16mm2	Ω/km	≤1.91	1.817	✓
7.1.3	Neutral conductor-25mm2	Ω/km	≤1.37	1.225	✓
8	Min XLPE inulation thick	mm	0.98mm	1.28	✓
End of the report					

Note: "✓" means this item does meet the requirement, "x" means this item does not meet the requirement.

Test by:


Marco A. Tambaladem Reynoso
Ingeniero Electricista
Reg. CIP N° 68848

Checked by:

CABLE AUTOPORTANTE CAAI 2x16 + 16 + ND25 mm²



People's Cable Group Co., Ltd

Tel: 86-371-55632835 Fax: 86-371-55632837 MP: 86-15093410986
website: www.rmjt cable.com & www.rm cable.com

Test Report

proyect: Ejecucion de la obra Sistema Electrico rural Huanuco DOS de mayo V etapa, VI etapa, VII etapa, fase I y VII etapa - fase II, Departamento de Huanuco

Cliente: Sigma S.A Contratistas Generales

Proveedor: Manufacturas Industriales Mendoza S.A.

Drum No: 51/53

Product Name: CAAI cable 2*16mm2+16mm2+ND25mm2		Date: 2018.11.26-2018.11.28			
No.	Item of test	Unit	Standard Requirement	Test result	Evaluation
1	Size	2*16mm2+16mm2+ND25mm2			
1.1	Applicable Standard	IEC60502/ICEAS-76-2004			✓
1.2	Structure size				
1.3	Material				
1.3.1	Phase /light Conductor	-	AAC - EC Grade 1350	✓	
1.3.2	Neutral conductor	-	AAAC-6201	✓	
2	Number&Diameter of Wire				
2.1	Phase	Strands no	≧6	7	✓
		Approx Diameter of Conductor	4.8mm	4.8	✓
2.2	Neutral conductor	Strands no	≧6	7	✓
		Approx Diameter of Conductor	6.45mm	6.48	✓
2.03	Lighting conductor	Strands no	6	7	✓
		Approx Diameter of Conductor	4.8mm	4.82	✓
3	Weight included drum				
4	Breaking Test Neutral Conductor		≧6.96kn	9.002kn	✓
5	Cable marking Surface	/	clear ,complete	clear	✓
6	Lay direction	/	Right	Right	✓
7	Electric performance testing				
7.1.	D.C Resistance at 20°C				
7.1.1	Phase conductor-16mm2	Ω/km	≤1.91	1.83	✓
7.1.2	Lighting conductor-16mm2	Ω/km	≤1.91	1.852	✓
7.1.3	Neutral conductor-25mm2	Ω/km	≤1.37	1.263	✓
8	Min XLPE inulation thick	mm	0.98mm	1.27	✓

End of the report

Note: "✓" means this item does meet the requirement, "x" means this item does not meet the requirement.

Test by:

Checked by:


Marcelo A. Tambiadora Reynoso
Ingeniero Electricista



CABLE AUTOPORTANTE CAAI 2x16 + 16 + ND25 mm²



People's Cable Group Co., Ltd

Tel: 86-371-55632835 Fax: 86-371-55632837 MP: 86-15093410986
website: www.rmjt cable.com & www.rm cable.com

Test Report

proyect: Ejecucion de la obra "Sistema Electrico rural Huanuco DOS de mayo V etapa, VI etapa, VII etapa fase I y VII etapa - fase II", Departamento de Huanuco

Cliente: Sigma S.A Contratistas Generales

Proveedor: Manufacturas Industriales Mendoza S.A.

Drum No: 29153

Product Name: CAAI cable 2*16mm ² +16mm ² +ND25mm ²		Date: 2018.11.26-2018.11.28			
No.	Item of test	Unit	Standard Requirement	Test result	Evaluation
1	Size	2*16mm ² +16mm ² +ND25mm ²			
1.1	Applicable Standard	IEC60502/ICEAS-76-2004			✓
1.2	Structure size				
1.3	Material				
1.3.1	Phase /light Conductor	-	AAC - EC Grade 1350		✓
1.3.2	Neutral conductor	-	AAAC-6201		✓
2	Number&Diameter of Wire				
2.1	Phase	Strands no	≧6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.8	✓
2.2	Neutral conductor	Strands no	≧6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	6.45mm	6.46	✓
2.03	Lighting conductor	Strands no	6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.8	✓
3	Weight included drum				
4	Breaking Test Neutral Conductor		≧6.96kn	9.03 kn	✓
5	Cable marking Surface	/	clear ,complete	clear	✓
6	Lay direction	/	Right	Right	✓
7	Electric performance testing				
7.1.	D.C Resistance at 20°C				
7.1.1	Phase conductor-16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.82	✓
7.1.2	Lighting conductor-16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.82	✓
7.1.3	Neutral conductor-25mm ²	Ω/km	≤1.37	1.23	✓
8	Min XLPE inulation thick	mm	0.98mm	1.29	✓

End of the report

Note: "✓" means this item does meet the requirement, "x" means this item does not meet the requirement.

Test by:


Marcelo A. Fernández Reyrioso

Checked by:


Sai Ramos



Shen

CABLE AUTOPORTANTE CAAI 2x16 + ND25 mm²



People's Cable Group Co.,Ltd

Add: No.13 Yongding Road Gongyi Zhengzhou China
Tel: 86-371-55632835 Fax: 86-371-55632837 MP: 86-15093410986
website: www.rmjt cable.com & www.rm cable.com

Test Report

proyect: Ejecucion de la obra Sistema Electrico rural Huanuco DOS de mayo V etapa, VI etapa, VII etapa, fase I y VII etapa - fase II, Departamento de Huanuco

Cliente: Sigma S.A Contratistas Generales

Proveedor: Manufacturas Industriales Mendoza S.A.

Drum No: 3/23

Product Name		CAAI cable 2*16mm ² +ND25mm ²		Date: 2018.11.26-11.28	
No.	Item of test	Unit	Standard Requirement	Test result	Evaluation
1	Size	2*16mm ² +ND25mm ²			
1.1	Applicable Standard	IEC 60104 / IEC 61089			✓
1.2	Structure size				
1.3	Material				
1.3.1	Phase Conductor	-	AAC - EC Grade 1350		✓
1.3.2	Neutral conductor	-	AAAC-6201		✓
2	Number&Diameter of Wire				
2.1	Phase	Strands no	≥6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.82	✓
2.2	Neutral conductor	Strands no	≥6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	6.45mm	6.46	✓
3	Weight included drum				
4	Breaking Test Neutral Conductor		≥6.96kn	8.86kn	✓
5	Cable marking Surface	/	clear ,complete	clear	✓
6	Lay direction	/	Right	Right	✓
7	Electric performance testing				
7.1	D.C Resistance at 20°C				
7.1.1	Phase conductor-16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.83	✓
7.1.2	Neutral conductor-25mm ²	Ω/km	≤1.37	1.217	✓
8	Min XLPE inulation thick	mm	0.98mm	1.26	✓

End of the report

Note: "✓" means this item does meet the requirement, "x" means this item does not meet the requirement.

Test by:


Marco A. Tambores Reynoso
Ingeniero Electricista

Checked by:


Shen



CABLE AUTOPORTANTE CAAI 1x16 + 16 + ND25 mm²



People's Cable Group Co.,Ltd

Add:No.13 Yongding Road Gongyi Zhengzhou China
Tel: 86-371-55632835 Fax: 86-371-55632837 MP:86-15093410986
website: www.rmjtccable.com & www.rmccable.com

Test Report

proyect: Ejecucion de la obra Sistema Electrico rural Huanuco DOS de mayo V etapa, VI etapa, VII etapa, fase I y VII etapa - fase II, Departamento de Huanuco

Cliente: Sigma S.A Contratistas Generales

Proveedor: Manufacturas Industriales Mendoza S.A.

Drum No: 27/35

Product Name: CAAI cable 1*16mm ² +16mm ² +ND25mm ²			Date:2018.11.26-11.28		
No.	Item of test	Unit	Standard Requirement	Test result	Evaluation
1	Size	1*16mm ² +16mm ² +ND25mm ²			
1.1	Applicable Standard	IEC60502/ICEAS-76-2004			✓
1.2	Structure size				
1.3	Material				
1.3.1	Phase /light Conductor	-	AAC - EC Grade 1350	✓	
1.3.2	Neutral ocnductor	-	AAAC-6201	✓	
2	Number&Diameter of Wire				
2.1	Phase	Strands no	≧ 6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.8	✓
2.2	Neutral conductor	Strands no	≧ 6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	6.45mm	6.45	✓
2.03	Lighting conductor	Strands no	6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.82	✓
3	Weight included drum				
4	Breaking Test Neutral Conductor		≧ 6.96kn	9.09kn	✓
5	Cable marking Surface	/	clear ,complete	clear	✓
6	Lay direction	/	Right	Right	✓
7	Electric performance testing				
7.1.	D.C Resistance at 20°C				
7.1.1	Phase conductor-16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.82	✓
7.1.2	16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.82	✓
7.1.3	Neutral conductor-25mm ²	Ω/km	≤1.37	1.25	✓
8	Min XLPE inulation thick	mm	0.98mm	1.24	✓

End of the report

Note: "✓" means this item does meet the requirement, "x" means this item does not meet the requirement.

Test by:

Checked by:

Mansur A. Tachanegara Reynoso



CABLE AUTOPORTANTE CAAI 1x16 + 16 + ND25 mm²



People's Cable Group Co.,Ltd

Add:No.13 Yongding Road Gongyi Zhengzhou China
Tel: 86-371-55632835 Fax: 86-371-55632837 MP:86-15093410986
website: www.rmjt cable.com & www.rm cable.com

Test Report

proyect: Ejecucion de la obra Sistema Electrico rural Huanuco DOS de mayo V etapa, VI etapa, VII etapa, fase I y VII etapa - fase II, Departamento de Huanuco

Cliente: Sigma S.A Contratistas Generales

Proveedor: Manufacturas Industriales Mendoza S.A.

Drum No: 30/35

Product Name:		CAAI cable 1*16mm ² +16mm ² +ND25mm ²		Date:2018.11.26-11.28	
No.	Item of test	Unit	Standard Requirement	Test result	Evaluation
1	Size	1*16mm ² +16mm ² +ND25mm ²			
1.1	Applicable Standard	IEC60502/ICEAS-76-2004			✓
1.2	Structure size				
1.3	Material				
1.3.1	Phase /light Conductor	-	AAC - EC Grade 1350	✓	
1.3.2	Neutral conductor	-	AAAC-6201	✓	
2	Number&Diameter of Wire				
2.1	Phase	Strands no	≧6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.82	✓
2.2	Neutral conductor	Strands no	≧6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	6.45mm	6.45	✓
2.03	Lighting conductor	Strands no	6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.8	✓
3	Weight included drum				
4	Breaking Test Neutral Conductor		≧6.96kn	8.83kn	✓
5	Cable marking Surface	/	clear ,complete	clear	✓
6	Lay direction	/	Right	Right	✓
7	Electric performance testing				
7.1.	D.C Resistance at 20°C				
7.1.1	Phase conductor-16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.84	✓
7.1.2	16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.83	✓
7.1.3	Neutral conductor-25mm ²	Ω/km	≤1.37	1.24	✓
8	Min XLPE inulation thick	mm	0.98mm	1.35	✓

End of the report

Note: "✓" means this item does meet the requirement, "x" means this item does not meet the requirement.

Test by:

Checked by:



CABLE AUTOPORTANTE CAAI 1x16 + 16 + ND25 mm²



People's Cable Group Co.,Ltd

Add: No.13 Yongding Road Gongyi Zhengzhou China
Tel: 86-371-55632835 Fax: 86-371-55632837 MP: 86-15093410986
website: www.rmitcable.com & www.rmccable.com

Test Report

proyect: Ejecucion de la obra Sistema Electrico rural Huanuco DOS de mayo V etapa, VI etapa, VII etapa, fase I y VII etapa - fase II, Departamento de Huanuco

Cliente: Sigma S.A Contratistas Generales

Proveedor: Manufacturas Industriales Mendoza S.A.

Drum No: 4/35

Product Name: CAAI cable 1*16mm ² +16mm ² +ND25mm ²				Date: 2018.11.26-11.28	
No.	Item of test	Unit	Standard Requirement	Test result	Evaluation
1	Size	1*16mm ² +16mm ² +ND25mm ²			
1.1	Applicable Standard	IEC60502/ICEAS-76-2004			✓
1.2	Structure size				
1.3	Material				
1.3.1	Phase /light Conductor	-	AAC - EC Grade 1350	✓	
1.3.2	Neutral conductor	-	AAAC-6201	✓	
2	Number&Diameter of Wire				
2.1	Phase	Strands no	≥6	7	✓
		Approx Diameter of Conductor	4.8mm	4.8	✓
2.2	Neutral conductor	Strands no	≥6	7	✓
		Approx Diameter of Conductor	6.45mm	6.46	✓
2.03	Lighting conductor	Strands no	6	7	✓
		Approx Diameter of Conductor	4.8mm	4.8	✓
3	Weight included drum				
4	Breaking Test Neutral Conductor		≥ 6.96kn	8.69kn	✓
5	Cable marking Surface	/	clear ,complete	clear	✓
6	Lay direction	/	Right	Right	✓
7	Electric performance testing				
7.1.	D.C Resistance at 20°C				
7.1.1	Phase conductor-16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.83	✓
7.1.2	16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.81	✓
7.1.3	Neutral conductor-25mm ²	Ω/km	≤1.37	1.25	✓
8	Min XLPE inulation thick	mm	0.98mm	1.24	✓

End of the report

Note: "✓" means this item does meet the requirement, "x" means this item does not meet the requirement.

Test by:

Checked by:



CABLE AUTOPORTANTE CAAI 1x16 + 16 + ND25 mm²



People's Cable Group Co.,Ltd

Add: No.13 Yongding Road Gongyi Zhengzhou China
 Tel: 86-371-55632835 Fax: 86-371-55632837 MP: 86-15093410986
 website: www.rmjt cable.com & www.rm cable.com

Test Report

proyect: Ejecucion de la obra "Sistema Electrico rural Huanuco DOS de mayo V etapa, VI etapa, VII etapa,-fase I y VII etapa - fase II", Departamento de Huanuco

Cliente: Sigma S.A Contratistas Generales

Proveedor: Manufacturas Industriales Mendoza S.A.

Drum No: 27/25

Product Name: CAAI cable 1*16mm ² +16mm ² +ND25mm ²				Date: 2018.11.26-11.28	
No.	Item of test	Unit	Standard Requirement	Test result	Evaluation
1	Size	1*16mm ² +16mm ² +ND25mm ²			
1.1	Applicable Standard	IEC60502/ICEAS-76-2004			✓
1.2	Structure size				
1.3	Material				
1.3.1	Phase /light Conductor	-	AAC - EC Grade 1350		✓
1.3.2	Neutral ocductor	-	AAAC-6201		✓
2	Number&Diameter of Wire				
2.1	Phase	Strands no	≥6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.82	✓
2.2	Neutral conductor	Strands no	≥6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	6.45mm	6.46	✓
2.03	Lighting conductor	Strands no	6	7	✓
		Approxi Diameter of Conductor	4.8mm	4.8	✓
3	Weight included drum				
4	Breaking Test Neutral Conductor		≥6.96kn	8.76kn	✓
5	Cable marking Surface	/	clear ,complete	clear	✓
6	Lay direction	/	Right	Right	✓
7	Electric performance testing				
7.1.	D.C Resistance at 20°C				
7.1.1	Phase conductor-16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.84	✓
7.1.2	16mm ²	Ω/km	≤1.91	1.82	✓
7.1.3	Neutral conductor-25mm ²	Ω/km	≤1.37	1.25	✓
8	Min XLPE inulation thick	mm	0.98mm	1.26	✓

End of the report

Note: "✓" means this item does meet the requirement, "x" means this item does not meet the requirement.

Test by:

Checked by:



GRAPA DE ANCLAJE TIPO CÓNICA AL-AL CABLE DESNUDO 25 mm²



**MANUFACTURAS
INDUSTRIALES
MENDOZA S.A.**

EXP: DV 01034/2018

MANUFACTURAS INDUSTRIALES MENDOZA S.A.

PROTOCOLO DE PRUEBA DE MATERIALES

DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD – ENSAYO DE MATERIALES

N° 17/2018

FECHA: 13-11-2018

PROVEEDOR	MANUFACTURAS INDUSTRIALES MENDOZA S.A.
CLIENTE	SIGMA S.A. CONTRATISTAS GENERALES
OBRA	“SISTEMA ELECTRICO RURAL HUANUCO DOS DE MAYO V ETAPA, VI ETAPA, VII ETAPA - FASE I Y VII ETAPA - FASE II”
CANTIDAD	4,940 UND.
MATERIAL	GRAPA DE ANCLAJE CONICA DE AL-AL P/CABLE DESNUDO 25-35MM ² 1LENGÜETA DE BAQ C/INSERTO AL C/ UBOLT Ø ¼
TIPO DE ENSAYO	RESISTENCIA A LA TRACCION
LUGAR	LABORATORIO DE MATERIALES.
PREPARADO POR	TEC. ROGER PALOMINO FLORES

EQUIPOS UTILIZADOS:

- Manómetro marca ENERPAC, para ensayos de tracción (carga de trabajo de 0 a 65 toneladas), certificado por ENERLAB N° CPF-0412-2018

RESULTADOS OBTENIDOS:

N° DE MUESTRA	CARGA DE TRACCION (KN)	RESULTADO
1	19	CONFORME
2	18	CONFORME
3	23	CONFORME
4	19	CONFORME
5	18	CONFORME

OBSERVACIONES:

- Las muestras fueron escogidas por el cliente del almacén.
- Todas las pruebas se realizaron en el laboratorio de ensayos de materiales.



CLIENTE
SIGMA S.A. CONTRATISTAS
GENERALES
ING. LUZ KARÍN PONTE VILLANUEVA



SUPERVISOR
ACI PROYECTOS S.A.S – SUCURSAL
DEL PERU
ING. GERMAN EDUARDO NIÑO
PATIÑO



LABORATORIO DE MATERIALES
MANUFACTURAS INDUSTRIALES
MENDOZA S.A.
TEC. ROGER PALOMINO FLORES.

Calle Omicron 105 Parque Internacional de la Industria Callao - Perú
T. (511) 561-2998 / 464-8622 F. (511) 498-8820 Email. mimsa@metalindustrias.com.pe

GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA AL 25 – 70 mm² C/2P



**MANUFACTURAS
INDUSTRIALES
MENDOZA S.A.**

EXP: DV 01034/2018

MANUFACTURAS INDUSTRIALES MENDOZA S.A.

PROTOCOLO DE PRUEBA DE MATERIALES

DPTO. DE CONTROL DE CALIDAD – ENSAYO DE MATERIALES

N° 18/2018

FECHA: 13-11-2018

PROVEEDOR	MANUFACTURAS INDUSTRIALES MENDOZA S.A.
CLIENTE	SIGMA S.A. CONTRATISTAS GENERALES
OBRA	“SISTEMA ELECTRICO RURAL HUANUCO DOS DE MAYO V ETAPA, VI ETAPA, VII ETAPA - FASE I Y VII ETAPA - FASE II”
CANTIDAD	552 UND.
MATERIAL	GRAPA DE ANCLAJE T/PISTOLA AL 25-70mm ² C/2P
TIPO DE ENSAYO	RESISTENCIA A LA TRACCION
LUGAR	LABORATORIO DE MATERIALES.
PREPARADO POR	TEC. ROGER PALOMINO FLORES

EQUIPOS UTILIZADOS:

- Manómetro marca ENERPAC, para ensayos de tracción (carga de trabajo de 0 a 65 toneladas), certificado por ENERLAB N° CPF-0412-2018

RESULTADOS OBTENIDOS:

N° DE MUESTRA	CARGA DE TRACCION (KN)	RESULTADO
1	48	CONFORME
2	47	CONFORME
3	48	CONFORME
4	50	CONFORME
5	48	CONFORME

OBSERVACIONES:

- Las muestras fueron escogidas por el cliente del almacén.
- Todas las pruebas se realizaron en el laboratorio de ensayos de materiales.


 CLIENTE
 SIGMA S.A. CONTRATISTAS
 GENERALES
 ING. LUZ KARÍN PONTE VILLANUEVA


 SUPERVISOR
 ACI PROYECTOS S.A.S – SUCURSAL
 DEL PERU
 ING. GERMAN EDUARDO NIÑO
 PATIÑO


 LABORATORIO DE MATERIALES
 MANUFACTURAS INDUSTRIALES
 MENDOZA S.A.
 TEC. ROGER PALOMINO FLORES.

Calle Omicron 105 Parque Internacional de la Industria Callao - Perú
 T. (511) 561-2998 / 464-8622 F. (511) 498-8820 Email. mimsa@metalindustrias.com.pe

De las pruebas de laboratorio se pueden resumir los siguientes resultados:

Tabla 1:

Resumen de resultados de esfuerzos de rotura de Conductores CAAI obtenidos en pruebas de laboratorio

CONDUCTOR CAAI	ESFUERZO ROTURA IEC		IEC	RESULTADOS ESFUERZOS PROMEDIOS (KN)
	REQUERIMIENTO ESTANDAR (KN)	PRUEBAS DE LABORATORIO (KN)		
3x25 mm ² + ND25 mm ²	6.960	9.300	61089	9.300
2x16 mm ² + 16 mm ² + ND25 mm ²	6.960	6.960	60502	8.331
2x16 mm ² + 16 mm ² + ND25 mm ²	6.960	9.002	60502	
2x16 mm ² + 16 mm ² + ND25 mm ²	6.960	9.030	60502	
2x16 mm ² + ND25 mm ²	6.960	8.860	60502	8.860
1x16 mm ² + 16 mm ² + ND25 Mmm ²	6.960	9.090	60502	8.893
1x16 mm ² + 16 mm ² + ND25 Mmm ²	6.960	8.830	60502	
1x16 mm ² + 16 mm ² + ND25 Mmm ³	6.960	8.690	60502	
1x16 mm ² + 16 mm ² + ND25 Mmm ²	6.960	8.960	60502	

Tabla 2:

Resultados de Carga de Tracción de Grapa de Anclaje Tipo Cónica Al-Al obtenidos en las pruebas de laboratorio

GRAPA DE ANCLAJE TIPO CONICA DE AL-AL P/CABLE DESNUDO 25 - 35 mm ²		
MUESTRA	CARGA TRACCIÓN (KN)	PROMEDIO CARGA (KN)
1	19	19.40
2	18	
3	23	
4	19	
5	18	

Tabla 3:

Resultados de Carga de Tracción Grapa de Anclaje Tipo Pistola con dos pernos obtenidos en pruebas de laboratorio.

GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA AL 25 - 70 mm² CON 2 PERNOS		
MUESTRA	CARGA TRACCIÓN (KN)	PROMEDIO CARGA (KN)
1	48	48.20
2	47	
3	48	
4	50	
5	48	

Durante las actividades de Recepción de obra de los Sistemas Eléctricos Rurales Dos de Mayo en el departamento de Huánuco se verifico fallas en los vanos de tramos mayores de 150 metros, los cuales se encuentran resumidas en la Tabla 4.

Tabla 4:

Resumen de Fallas en Grapas Cónicas en Redes Secundarias con vanos mayores de 150 metros

PROYECTO	N° DE VANOS MAYORES 185 m	N° VANOS CON FALLAS GRAPA CONICA	% DE FALLAS
S.E.R. DOS DE MAYO HUANUCO V ETAPA	18	15	83.33
S.E.R. DOS DE MAYO HUANUCO VI ETAPA	22	16	72.73
S.E.R. DOS DE MAYO HUANUCO VII ETAPA	14	11	78.57
PROMEDIO DE PORCENTAJE DE FALLAS			78.21

Con los datos técnicos de los conductores autoportantes CAAI que se muestran en la Tabla 4, se han realizado cálculos mecánicos obteniéndose los vanos máximos que pueden soportar los conductores CAAI.

Tabla 5:*Datos técnicos de los conductores autoportantes*

Conductor CAAI	Sección neutro portante mm ²	Diámetro Exterior Total mm	Peso Unitario del Cable (N/m)	Tiro de rotura (N)	Coefficiente de dilatación 1/°C	Capacidad de corriente (A)	Módulo de elasticidad N/mm ²
1x16+N25	25	16.50	1.226	7400	0.000023	85	60820
2x16+N25	25	17.02	1.864	7400	0.000023	85	60820
2x16+1x16+N25	25	20.00	2.443	7400	0.000023	85	60820

Fuente: Catalogo de Electro Cables, www.electrocable.com

Para desarrollar los cálculos mecánicos de los conductores CAAI además es necesario tener la información de condiciones climatológicas del lugar donde se van a instalar los conductores CAAI, hemos considerado para el estudio la zona de la sierra norte y centro, donde las condiciones climatológicas necesarias para el estudio son: Temperatura (T), Espesor del hielo, velocidad del viento (V), en cada hipótesis de estado se utiliza además la información de la presión del viento (P_v), y Esfuerzo unitario inicial (σ_0).

Tabla 6:*Hipótesis de Estado – 1x16 + ND25 mm²*

	HIPOTESIS: 01 ESTADO INICIAL EDS	HIPOTESIS: 02 Min. Temp. Max. Velocidad	HIPOTESIS: 03 Máx. Temperatura	HIPOTESIS: 04 Máxima Carga Hielo
T (°C)	16	5	50	5
Hielo (mm)	0	0	0	3
V (km/h)	0	75	0	37.50
P_v (N/mm²)	0	266.06	0	66.51
σ_0 (N/mm²)	44.40			

Con la información de la Tabla 6, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7:*Esfuerzos y Flechas – 1x16 + ND25 mm² (h= 0)*

VANO (m)	HIPOTESIS 2			HIPOTESIS 3			HIPOTESIS 4		
	ESFUERZO H ₂ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₃ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₄ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)
100	125.09	125.69	1.82	40.23	42.10	1.52	69.36	70.44	2.35
105	128.05	128.70	1.96	40.92	42.94	1.65	69.54	70.73	2.58
110	130.86	131.56	2.11	41.56	43.75	1.78	69.70	71.00	2.83
115	133.53	134.27	2.26	42.16	44.52	1.92	69.84	71.26	3.08
120	136.06	136.85	2.41	42.71	45.25	2.07	69.96	71.51	3.35
125	138.46	139.30	2.57	43.23	45.95	2.22	70.07	71.74	3.63
130	140.74	141.64	2.74	43.71	46.62	2.37	70.16	71.97	3.92
135	142.90	143.86	2.91	44.16	47.26	2.53	70.25	72.20	4.22
140	144.97	145.98	3.08	44.57	47.88	2.70	70.33	72.42	4.54
145	146.93	148.01	3.26	44.96	48.48	2.87	70.39	72.64	4.86
150	148.80	149.94	3.45	45.32	49.05	3.04	70.45	72.85	5.20
155	150.58	151.78	3.64	45.66	49.61	3.23	70.51	73.07	5.55
160	152.28	153.55	3.83	45.98	50.16	3.41	70.56	73.28	5.90
165	153.91	155.24	4.03	46.27	50.69	3.61	70.60	73.50	6.28
170	155.46	156.85	4.24	46.55	51.21	3.81	70.64	73.72	6.66
175	156.94	158.40	4.45	46.81	51.72	4.01	70.68	73.94	7.05
180	158.35	159.89	4.66	47.05	52.23	4.22	70.71	74.16	7.46
185	159.70	161.31	4.88	47.28	52.72	4.44	70.74	74.38	7.87
190	161.00	162.68	5.11	47.49	53.21	4.66	70.77	74.61	8.30
195	162.24	164.00	5.34	47.70	53.69	4.89	70.80	74.83	8.74
200	163.42	165.26	5.58	47.89	54.16	5.12	70.82	75.07	9.19
205	164.56	166.48	5.82	48.07	54.64	5.36	70.84	75.30	9.65
210	165.65	167.65	6.07	48.23	55.11	5.60	70.86	75.54	10.13
215	166.70	168.78	6.32	48.39	55.57	5.86	70.88	75.78	10.61
220	167.70	169.87	6.58	48.54	56.04	6.11	70.90	76.03	11.11
225	168.66	170.92	6.84	48.69	56.50	6.37	70.92	76.28	11.62
230	169.59	171.93	7.11	48.82	56.97	6.64	70.93	76.54	12.14
235	170.48	172.91	7.38	48.95	57.43	6.92	70.95	76.80	12.67
240	171.33	173.85	7.66	49.07	57.89	7.20	70.96	77.06	13.21
245	172.15	174.77	7.95	49.19	58.36	7.48	70.97	77.33	13.76
250	172.94	175.65	8.24	49.30	58.82	7.77	70.98	77.60	14.33
255	173.70	176.51	8.53	49.40	59.29	8.07	70.99	77.88	14.91
260	174.43	177.34	8.83	49.50	59.76	8.37	71.00	78.16	15.49
265	175.13	178.14	9.14	49.59	60.23	8.68	71.01	78.44	16.09
270	175.81	178.92	9.45	49.68	60.71	8.99	71.02	78.74	16.70

275	176.46	179.68	9.77	49.77	61.19	9.32	71.03	79.03	17.33
280	177.09	180.41	10.09	49.85	61.67	9.64	71.04	79.33	17.96
285	177.69	181.13	10.42	49.92	62.15	9.97	71.04	79.64	18.61
290	178.28	181.82	10.75	50.00	62.64	10.31	71.05	79.95	19.26
295	178.84	182.50	11.09	50.07	63.13	10.65	71.06	80.26	19.93
300	179.38	183.15	11.43	50.14	63.63	11.00	71.06	80.58	20.61
305	179.91	183.79	11.78	50.20	64.13	11.36	71.07	80.91	21.30
310	180.41	184.42	12.14	50.26	64.63	11.72	71.08	81.24	22.00
315	180.90	185.03	12.50	50.32	65.14	12.09	71.08	81.57	22.72
320	181.38	185.62	12.87	50.38	65.66	12.46	71.09	81.91	23.44
325	181.83	186.20	13.24	50.43	66.17	12.84	71.09	82.26	24.18
330	182.27	186.76	13.62	50.49	66.70	13.22	71.10	82.61	24.93
335	182.70	187.32	14.00	50.54	67.23	13.61	71.10	82.96	25.69
340	183.11	187.86	14.39	50.58	67.76	14.01	71.11	83.32	26.46
345	183.51	188.39	14.78	50.63	68.30	14.41	71.11	83.69	27.24
350	183.90	188.91	15.18	50.67	68.84	14.82	71.11	84.06	28.03
355	184.27	189.41	15.59	50.72	69.39	15.23	71.12	84.43	28.84
360	184.64	189.91	16.00	50.76	69.95	15.65	71.12	84.82	29.66
365	184.99	190.40	16.41	50.80	70.51	16.08	71.12	85.20	30.48
370	185.33	190.88	16.83	50.84	71.07	16.51	71.13	85.59	31.32
375	185.66	191.35	17.26	50.87	71.65	16.95	71.13	85.99	32.17
380	185.98	191.81	17.69	50.91	72.23	17.39	71.13	86.39	33.04
385	186.29	192.27	18.13	50.94	72.81	17.84	71.14	86.80	33.91
390	186.59	192.71	18.58	50.97	73.40	18.29	71.14	87.21	34.79
395	186.88	193.15	19.03	51.01	74.00	18.75	71.14	87.62	35.69
400	187.16	193.59	19.48	51.04	74.60	19.22	71.14	88.05	36.60

Restricción de Longitud de Vano Maximo ¹	
Esfuerzo de rotura del Conductor en N/mm ²	296.00
Esfuerzo tangencial max. del Conductor en %	60%
Esfuerzo tangencial max. Con F.S en N/mm ²	177.60

Rango de Utilización de las Grapas de Anclajes tipo Cónica ²	
Esfuerzo al Deslizamiento en N/mm ²	400.00
Factor de Seguridad para las grapas de Anclaje	2.5
Esfuerzo Horizontal max. Con F.S en N/mm ²	160.00

Notas. -

1. Los esfuerzos tangenciales que exceden el 60% del Esfuerzo de rotura del conductor están de color rojo. Vano máximo es 260 metros
2. El rango de los esfuerzos horizontales, en los cuales se utilizarán grapa de anclaje tipo pistola están resaltadas de negrita.
3. Se podría utilizar grapa cónica hasta vanos de 185 metros. Color verde.
4. Limitante por flecha en terreno sin desnivel, tendrá un vano máximo de 125 metros

Tabla 8:*Esfuerzos y Flechas – 1x16 + ND25 mm² (h= 30 m)*

VANO (m)	HIPOTESIS 2			HIPOTESIS 3			HIPOTESIS 4		
	ESFUERZO H ₂ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₃ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₄ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)
120	136.06	141.78	2.49	42.71	47.37	2.13	69.96	74.43	3.45
125	138.46	143.98	2.64	43.23	47.98	2.28	70.07	74.51	3.73
130	140.74	146.08	2.81	43.71	48.57	2.43	70.16	74.59	4.02
135	142.90	148.09	2.98	44.16	49.14	2.59	70.25	74.69	4.32
140	144.97	150.02	3.15	44.57	49.70	2.76	70.33	74.79	4.64
145	146.93	151.87	3.33	44.96	50.23	2.93	70.39	74.91	4.96
150	148.80	153.63	3.51	45.32	50.76	3.10	70.45	75.03	5.30
155	150.58	155.33	3.70	45.66	51.27	3.29	70.51	75.16	5.65
160	152.28	156.95	3.90	45.98	51.77	3.47	70.56	75.29	6.01
165	153.91	158.51	4.10	46.27	52.26	3.67	70.60	75.44	6.38
170	155.46	160.01	4.30	46.55	52.74	3.86	70.64	75.59	6.76
175	156.94	161.44	4.51	46.81	53.21	4.07	70.68	75.75	7.15
180	158.35	162.82	4.73	47.05	53.68	4.28	70.71	75.91	7.56
185	159.70	164.15	4.95	47.28	54.14	4.50	70.74	76.09	7.98
190	161.00	165.43	5.17	47.49	54.60	4.72	70.77	76.26	8.40
195	162.24	166.66	5.40	47.70	55.05	4.94	70.80	76.45	8.84
200	163.42	167.84	5.64	47.89	55.50	5.18	70.82	76.64	9.29
205	164.56	168.99	5.88	48.07	55.95	5.42	70.84	76.84	9.76
210	165.65	170.09	6.13	48.23	56.40	5.66	70.86	77.04	10.23
215	166.70	171.15	6.38	48.39	56.85	5.91	70.88	77.25	10.72
220	167.70	172.17	6.64	48.54	57.29	6.17	70.90	77.47	11.21
225	168.66	173.16	6.90	48.69	57.74	6.43	70.92	77.69	11.72
230	169.59	174.12	7.17	48.82	58.18	6.70	70.93	77.92	12.24
235	170.48	175.05	7.44	48.95	58.63	6.97	70.95	78.15	12.77
240	171.33	175.94	7.72	49.07	59.08	7.25	70.96	78.39	13.31
245	172.15	176.81	8.01	49.19	59.53	7.54	70.97	78.64	13.87
250	172.94	177.65	8.30	49.30	59.98	7.83	70.98	78.89	14.43
255	173.70	178.46	8.59	49.40	60.44	8.12	70.99	79.15	15.01
260	174.43	179.25	8.89	49.50	60.89	8.43	71.00	79.41	15.60
265	175.13	180.01	9.20	49.59	61.35	8.74	71.01	79.68	16.20
270	175.81	180.76	9.51	49.68	61.82	9.05	71.02	79.95	16.81
275	176.46	181.48	9.83	49.77	62.28	9.37	71.03	80.23	17.43
280	177.09	182.18	10.15	49.85	62.76	9.70	71.04	80.52	18.06
285	177.69	182.86	10.48	49.92	63.23	10.03	71.04	80.81	18.71
290	178.28	183.53	10.81	50.00	63.71	10.37	71.05	81.11	19.37

295	178.84	184.17	11.15	50.07	64.19	10.71	71.06	81.41	20.03
300	179.38	184.80	11.49	50.14	64.68	11.06	71.06	81.72	20.71
305	179.91	185.42	11.84	50.20	65.17	11.41	71.07	82.03	21.40
310	180.41	186.01	12.20	50.26	65.67	11.77	71.08	82.35	22.11
315	180.90	186.60	12.56	50.32	66.17	12.14	71.08	82.68	22.82
320	181.38	187.17	12.92	50.38	66.68	12.51	71.09	83.01	23.54
325	181.83	187.73	13.29	50.43	67.19	12.89	71.09	83.34	24.28
330	182.27	188.27	13.67	50.49	67.71	13.28	71.10	83.68	25.03
335	182.70	188.80	14.05	50.54	68.23	13.67	71.10	84.03	25.79
340	183.11	189.32	14.44	50.58	68.76	14.06	71.11	84.38	26.56
345	183.51	189.83	14.84	50.63	69.29	14.47	71.11	84.74	27.34
350	183.90	190.33	15.24	50.67	69.83	14.87	71.11	85.10	28.14
355	184.27	190.82	15.64	50.72	70.37	15.29	71.12	85.47	28.94
360	184.64	191.31	16.05	50.76	70.93	15.71	71.12	85.84	29.76
365	184.99	191.78	16.47	50.80	71.48	16.13	71.12	86.22	30.59
370	185.33	192.24	16.89	50.84	72.04	16.56	71.13	86.61	31.43
375	185.66	192.70	17.32	50.87	72.61	17.00	71.13	87.00	32.28
380	185.98	193.14	17.75	50.91	73.19	17.44	71.13	87.39	33.14
385	186.29	193.59	18.19	50.94	73.77	17.89	71.14	87.79	34.01
390	186.59	194.02	18.63	50.97	74.35	18.35	71.14	88.20	34.90
395	186.88	194.45	19.08	51.01	74.94	18.81	71.14	88.61	35.79
400	187.16	194.87	19.54	51.04	75.54	19.27	71.14	89.03	36.70

Restricción de Longitud de Vano Maximo ¹	
Esfuerzo de rotura del Conductor en N/mm ²	296.00
Esfuerzo tangencial max. del Conductor en %	60%
Esfuerzo tangencial max. Con F.S en N/mm ²	177.60

Rango de Utilización de las Grapas de Anclajes tipo Cónica ²	
Esfuerzo al Deslizamiento en N/mm ²	400.00
Factor de Seguridad para las grapas de Anclaje	2.5
Esfuerzo Horizontal max. Con F.S en N/mm ²	160.00

Notas. -

1. Los esfuerzos tangenciales que exceden el 60% del Esfuerzo de rotura del conductor están de color rojo. Vano máximo es 245 metros
2. El rango de los esfuerzos horizontales, en los cuales se utilizarán grapa de anclaje tipo pistola están resaltadas de negrita.
3. Se podría utilizar grapa cónica hasta vanos de 185 metros. Color verde.

Tabla 9:*Esfuerzos y Flechas – 1x16 + ND25 mm² (h= 50 m)*

VANO (m)	HIPOTESIS 2			HIPOTESIS 3			HIPOTESIS 4		
	ESFUERZO H ₂ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₃ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₄ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)
120	136.06	149.33	2.61	42.71	50.20	2.24	69.96	78.61	3.63
125	138.46	151.13	2.77	43.23	50.67	2.39	70.07	78.43	3.91
130	140.74	152.86	2.93	43.71	51.13	2.54	70.16	78.28	4.20
135	142.90	154.54	3.10	44.16	51.59	2.70	70.25	78.17	4.50
140	144.97	156.15	3.27	44.57	52.04	2.86	70.33	78.08	4.82
145	146.93	157.70	3.45	44.96	52.48	3.03	70.39	78.02	5.14
150	148.80	159.20	3.63	45.32	52.91	3.21	70.45	77.99	5.48
155	150.58	160.65	3.82	45.66	53.34	3.39	70.51	77.97	5.83
160	152.28	162.04	4.01	45.98	53.76	3.58	70.56	77.98	6.19
165	153.91	163.38	4.21	46.27	54.18	3.77	70.60	78.00	6.56
170	155.46	164.68	4.42	46.55	54.60	3.97	70.64	78.05	6.94
175	156.94	165.93	4.63	46.81	55.01	4.17	70.68	78.10	7.33
180	158.35	167.13	4.84	47.05	55.42	4.38	70.71	78.17	7.74
185	159.70	168.29	5.06	47.28	55.83	4.60	70.74	78.26	8.16
190	161.00	169.42	5.28	47.49	56.23	4.82	70.77	78.36	8.58
195	162.24	170.50	5.51	47.70	56.64	5.05	70.80	78.47	9.02
200	163.42	171.55	5.75	47.89	57.05	5.28	70.82	78.59	9.47
205	164.56	172.56	5.99	48.07	57.46	5.52	70.84	78.73	9.94
210	165.65	173.54	6.24	48.23	57.87	5.76	70.86	78.87	10.41
215	166.70	174.49	6.49	48.39	58.28	6.01	70.88	79.02	10.90
220	167.70	175.41	6.75	48.54	58.69	6.27	70.90	79.19	11.39
225	168.66	176.30	7.01	48.69	59.10	6.53	70.92	79.36	11.90
230	169.59	177.16	7.27	48.82	59.52	6.80	70.93	79.54	12.42
235	170.48	177.99	7.55	48.95	59.94	7.07	70.95	79.73	12.95
240	171.33	178.80	7.83	49.07	60.36	7.35	70.96	79.93	13.49
245	172.15	179.59	8.11	49.19	60.78	7.64	70.97	80.14	14.05
250	172.94	180.35	8.40	49.30	61.21	7.93	70.98	80.36	14.61
255	173.70	181.09	8.69	49.40	61.64	8.22	70.99	80.58	15.19
260	174.43	181.80	8.99	49.50	62.08	8.53	71.00	80.81	15.78
265	175.13	182.50	9.30	49.59	62.52	8.83	71.01	81.05	16.38
270	175.81	183.18	9.61	49.68	62.96	9.15	71.02	81.30	16.99
275	176.46	183.84	9.93	49.77	63.41	9.47	71.03	81.55	17.61
280	177.09	184.49	10.25	49.85	63.87	9.79	71.04	81.81	18.24
285	177.69	185.11	10.58	49.92	64.33	10.13	71.04	82.08	18.89
290	178.28	185.72	10.91	50.00	64.79	10.46	71.05	82.35	19.55

295	178.84	186.32	11.25	50.07	65.26	10.81	71.06	82.63	20.21
300	179.38	186.90	11.59	50.14	65.73	11.16	71.06	82.92	20.89
305	179.91	187.47	11.94	50.20	66.21	11.51	71.07	83.21	21.59
310	180.41	188.02	12.30	50.26	66.69	11.87	71.08	83.51	22.29
315	180.90	188.56	12.66	50.32	67.18	12.24	71.08	83.82	23.00
320	181.38	189.09	13.02	50.38	67.68	12.61	71.09	84.13	23.73
325	181.83	189.61	13.39	50.43	68.18	12.99	71.09	84.45	24.46
330	182.27	190.12	13.77	50.49	68.68	13.37	71.10	84.78	25.21
335	182.70	190.61	14.15	50.54	69.19	13.76	71.10	85.11	25.97
340	183.11	191.10	14.54	50.58	69.71	14.16	71.11	85.44	26.74
345	183.51	191.58	14.94	50.63	70.24	14.56	71.11	85.79	27.52
350	183.90	192.05	15.33	50.67	70.77	14.97	71.11	86.14	28.32
355	184.27	192.51	15.74	50.72	71.30	15.38	71.12	86.49	29.12
360	184.64	192.96	16.15	50.76	71.84	15.80	71.12	86.85	29.94
365	184.99	193.40	16.57	50.80	72.39	16.23	71.12	87.22	30.77
370	185.33	193.84	16.99	50.84	72.95	16.66	71.13	87.59	31.61
375	185.66	194.27	17.41	50.87	73.51	17.09	71.13	87.97	32.46
380	185.98	194.69	17.85	50.91	74.07	17.54	71.13	88.36	33.32
385	186.29	195.11	18.29	50.94	74.65	17.99	71.14	88.75	34.19
390	186.59	195.52	18.73	50.97	75.23	18.44	71.14	89.15	35.08
395	186.88	195.92	19.18	51.01	75.81	18.90	71.14	89.55	35.98
400	187.16	196.32	19.63	51.04	76.40	19.37	71.14	89.96	36.88

Restricción de Longitud de Vano Maximo ¹	
Esfuerzo de rotura del Conductor en N/mm ²	296.00
Esfuerzo tangencial max. del Conductor en %	60%
Esfuerzo tangencial max. Con F.S en N/mm ²	177.60

Rango de Utilización de las Grapas de Anclajes tipo Cónica ²	
Esfuerzo al Deslizamiento en N/mm ²	400.00
Factor de Seguridad para las grapas de Anclaje	2.5
Esfuerzo Horizontal max. Con F.S en N/mm ²	160.00

Notas. -

1. Los esfuerzos tangenciales que exceden el 60% del Esfuerzo de rotura del conductor están de color rojo. Vano máximo es 230 metros
2. El rango de los esfuerzos horizontales, en los cuales se utilizarán grapa de anclaje tipo pistola están resaltadas de negrita.
3. Se podría utilizar grapa cónica hasta vanos de 185 metros. Color verde.

Tabla 10:*Esfuerzos y Flechas – 2x16 + ND25 mm² (h=0m)*

VANO (m)	HIPOTESIS 2			HIPOTESIS 3			HIPOTESIS 4		
	ESFUERZO H ₂ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₃ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₄ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)
90	118.64	119.83	1.67	38.69	42.33	1.95	68.91	70.95	2.28
100	125.09	126.47	1.96	40.23	44.55	2.32	69.36	71.86	2.80
105	128.05	129.55	2.11	40.92	45.60	2.51	69.54	72.29	3.08
110	130.86	132.47	2.26	41.56	46.62	2.71	69.70	72.71	3.37
115	133.53	135.25	2.43	42.16	47.61	2.92	69.84	73.13	3.68
120	136.06	137.90	2.59	42.71	48.57	3.14	69.96	73.54	4.00
125	138.46	140.42	2.76	43.23	49.51	3.37	70.07	73.94	4.33
130	140.74	142.82	2.94	43.71	50.43	3.60	70.16	74.35	4.68
135	142.90	145.12	3.12	44.16	51.33	3.85	70.25	74.76	5.04
140	144.97	147.32	3.31	44.57	52.21	4.10	70.33	75.17	5.42
145	146.93	149.42	3.50	44.96	53.08	4.36	70.39	75.58	5.80
150	148.80	151.43	3.70	45.32	53.95	4.63	70.45	76.00	6.21
155	150.58	153.36	3.91	45.66	54.80	4.90	70.51	76.43	6.62
160	152.28	155.20	4.12	45.98	55.65	5.19	70.56	76.86	7.05
165	153.91	156.98	4.33	46.27	56.49	5.48	70.60	77.30	7.49
170	155.46	158.69	4.55	46.55	57.33	5.79	70.64	77.75	7.95
175	156.94	160.33	4.78	46.81	58.17	6.10	70.68	78.21	8.42
180	158.35	161.90	5.01	47.05	59.01	6.42	70.71	78.67	8.90
185	159.70	163.43	5.25	47.28	59.86	6.75	70.74	79.15	9.40
190	161.00	164.89	5.49	47.49	60.70	7.08	70.77	79.63	9.91
195	162.24	166.31	5.74	47.70	61.55	7.43	70.80	80.13	10.44
200	163.42	167.68	5.99	47.89	62.40	7.79	70.82	80.63	10.98
205	164.56	169.00	6.25	48.07	63.25	8.15	70.84	81.15	11.53
210	165.65	170.28	6.52	48.23	64.12	8.52	70.86	81.68	12.09
215	166.70	171.51	6.79	48.39	64.99	8.90	70.88	82.21	12.67
220	167.70	172.71	7.07	48.54	65.87	9.29	70.90	82.76	13.27
225	168.66	173.88	7.35	48.69	66.75	9.69	70.92	83.32	13.87
230	169.59	175.01	7.64	48.82	67.65	10.10	70.93	83.89	14.49
235	170.48	176.10	7.93	48.95	68.55	10.51	70.95	84.47	15.13
240	171.33	177.17	8.23	49.07	69.46	10.94	70.96	85.06	15.78
245	172.15	178.21	8.54	49.19	70.39	11.37	70.97	85.66	16.44
250	172.94	179.22	8.85	49.30	71.32	11.82	70.98	86.28	17.11
255	173.70	180.20	9.17	49.40	72.27	12.27	70.99	86.90	17.80
260	174.43	181.16	9.49	49.50	73.22	12.73	71.00	87.54	18.50
265	175.13	182.09	9.82	49.59	74.19	13.20	71.01	88.19	19.22

270	175.81	183.01	10.15	49.68	75.17	13.68	71.02	88.85	19.95
275	176.46	183.90	10.49	49.77	76.17	14.16	71.03	89.53	20.69
280	177.09	184.78	10.84	49.85	77.17	14.66	71.04	90.21	21.45
285	177.69	185.63	11.19	49.92	78.19	15.16	71.04	90.91	22.22
290	178.28	186.47	11.55	50.00	79.22	15.68	71.05	91.61	23.00
295	178.84	187.29	11.91	50.07	80.26	16.20	71.06	92.33	23.80
300	179.38	188.10	12.28	50.14	81.32	16.73	71.06	93.07	24.61
305	179.91	188.89	12.66	50.20	82.39	17.27	71.07	93.81	25.44
310	180.41	189.67	13.04	50.26	83.48	17.82	71.08	94.57	26.28
315	180.90	190.43	13.43	50.32	84.58	18.38	71.08	95.33	27.13
320	181.38	191.18	13.82	50.38	85.69	18.94	71.09	96.11	28.00
325	181.83	191.92	14.22	50.43	86.82	19.52	71.09	96.90	28.88
330	182.27	192.65	14.63	50.49	87.96	20.10	71.10	97.71	29.77
335	182.70	193.37	15.04	50.54	89.11	20.70	71.10	98.52	30.68
340	183.11	194.08	15.46	50.58	90.29	21.30	71.11	99.35	31.60
345	183.51	194.78	15.88	50.63	91.47	21.91	71.11	100.19	32.53
350	183.90	195.47	16.31	50.67	92.67	22.53	71.11	101.04	33.48
355	184.27	196.16	16.75	50.72	93.89	23.16	71.12	101.90	34.44
360	184.64	196.83	17.19	50.76	95.12	23.80	71.12	102.78	35.42
365	184.99	197.50	17.63	50.80	96.36	24.44	71.12	103.66	36.40
370	185.33	198.16	18.09	50.84	97.62	25.10	71.13	104.56	37.41
375	185.66	198.82	18.55	50.87	98.89	25.76	71.13	105.48	38.42
380	185.98	199.47	19.01	50.91	100.18	26.44	71.13	106.40	39.45
385	186.29	200.11	19.48	50.94	101.49	27.12	71.14	107.33	40.50
390	186.59	200.75	19.96	50.97	102.81	27.81	71.14	108.28	41.55
395	186.88	201.38	20.44	51.01	104.15	28.51	71.14	109.24	42.62
400	187.16	202.01	20.93	51.04	105.50	29.22	71.14	110.21	43.71

Restricción de Longitud de Vano Maximo ¹		Rango de Utilización de las Grapas de Anclajes tipo Cónica ²	
Esfuerzo de rotura del Conductor en N/mm ²	296.00	Esfuerzo al Deslizamiento en N/mm ²	400.00
Esfuerzo tangencial max. del Conductor en %	60%	Factor de Seguridad para las grapas de Anclaje	2.5
Esfuerzo tangencial max. Con F.S en N/mm ²	177.60	Esfuerzo Horizontal max. Con F.S en N/mm ²	160.00

Notas.-

1. Los esfuerzos tangenciales que exceden el 60% del Esfuerzo de rotura del conductor están de color rojo. Vano máximo 240 metros.
2. El rango de los esfuerzos horizontales, en los cuales se utilizarán grapa de anclaje tipo pistola están resaltadas de negrita.
3. Se podría utilizar grapa cónica hasta vanos de 185 metros. Color verde.
4. Limitante por flecha en terreno sin desnivel, tendrá un vano máximo de 120 metros

Tabla 11:*Esfuerzos y Flechas – 2x16 + ND25 mm² (h=30m)*

VANO (m)	HIPOTESIS 2			HIPOTESIS 3			HIPOTESIS 4		
	ESFUERZO H ₂ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₃ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₄ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)
160	152.28	159.02	4.19	45.98	57.74	5.28	70.56	79.32	7.17
165	153.91	160.66	4.40	46.27	58.54	5.57	70.60	79.68	7.62
170	155.46	162.25	4.62	46.55	59.34	5.88	70.64	80.07	8.07
175	156.94	163.78	4.85	46.81	60.14	6.19	70.68	80.46	8.54
180	158.35	165.25	5.08	47.05	60.94	6.51	70.71	80.87	9.03
185	159.70	166.68	5.32	47.28	61.75	6.83	70.74	81.30	9.53
190	161.00	168.05	5.56	47.49	62.57	7.17	70.77	81.74	10.04
195	162.24	169.38	5.81	47.70	63.39	7.52	70.80	82.19	10.56
200	163.42	170.67	6.06	47.89	64.21	7.87	70.82	82.65	11.10
205	164.56	171.91	6.32	48.07	65.05	8.24	70.84	83.13	11.65
210	165.65	173.12	6.58	48.23	65.89	8.61	70.86	83.62	12.22
215	166.70	174.29	6.86	48.39	66.74	8.99	70.88	84.13	12.80
220	167.70	175.43	7.13	48.54	67.59	9.38	70.90	84.64	13.39
225	168.66	176.53	7.41	48.69	68.46	9.78	70.92	85.17	14.00
230	169.59	177.61	7.70	48.82	69.34	10.18	70.93	85.72	14.62
235	170.48	178.65	8.00	48.95	70.22	10.60	70.95	86.27	15.25
240	171.33	179.66	8.30	49.07	71.12	11.02	70.96	86.84	15.90
245	172.15	180.65	8.60	49.19	72.03	11.46	70.97	87.42	16.56
250	172.94	181.62	8.91	49.30	72.95	11.90	70.98	88.02	17.24
255	173.70	182.56	9.23	49.40	73.88	12.35	70.99	88.62	17.92
260	174.43	183.48	9.55	49.50	74.83	12.81	71.00	89.24	18.63
265	175.13	184.38	9.88	49.59	75.78	13.28	71.01	89.87	19.34
270	175.81	185.25	10.22	49.68	76.75	13.76	71.02	90.52	20.07
275	176.46	186.11	10.56	49.77	77.74	14.25	71.03	91.17	20.81
280	177.09	186.95	10.90	49.85	78.73	14.74	71.04	91.84	21.57
285	177.69	187.78	11.25	49.92	79.74	15.25	71.04	92.53	22.34
290	178.28	188.58	11.61	50.00	80.76	15.76	71.05	93.22	23.13
295	178.84	189.38	11.98	50.07	81.80	16.28	71.06	93.93	23.92
300	179.38	190.15	12.35	50.14	82.85	16.81	71.06	94.65	24.74
305	179.91	190.92	12.72	50.20	83.91	17.35	71.07	95.38	25.56
310	180.41	191.67	13.10	50.26	84.99	17.90	71.08	96.12	26.40
315	180.90	192.41	13.49	50.32	86.08	18.46	71.08	96.88	27.25
320	181.38	193.14	13.88	50.38	87.18	19.03	71.09	97.65	28.12
325	181.83	193.86	14.28	50.43	88.30	19.60	71.09	98.43	29.00
330	182.27	194.57	14.69	50.49	89.44	20.19	71.10	99.23	29.89

335	182.70	195.26	15.10	50.54	90.59	20.78	71.10	100.03	30.80
340	183.11	195.95	15.52	50.58	91.75	21.38	71.11	100.85	31.72
345	183.51	196.63	15.94	50.63	92.93	21.99	71.11	101.68	32.65
350	183.90	197.31	16.37	50.67	94.13	22.61	71.11	102.53	33.60
355	184.27	197.97	16.80	50.72	95.34	23.24	71.12	103.38	34.56
360	184.64	198.63	17.25	50.76	96.56	23.88	71.12	104.25	35.54
365	184.99	199.28	17.69	50.80	97.80	24.53	71.12	105.13	36.53
370	185.33	199.93	18.15	50.84	99.06	25.18	71.13	106.03	37.53
375	185.66	200.57	18.61	50.87	100.33	25.85	71.13	106.93	38.55
380	185.98	201.20	19.07	50.91	101.61	26.52	71.13	107.85	39.58
385	186.29	201.83	19.54	50.94	102.92	27.20	71.14	108.78	40.62
390	186.59	202.46	20.02	50.97	104.23	27.89	71.14	109.72	41.68
395	186.88	203.08	20.50	51.01	105.57	28.59	71.14	110.67	42.75
400	187.16	203.70	20.99	51.04	106.91	29.30	71.14	111.64	43.83

Restricción de Longitud de Vano Maximo ¹	
Esfuerzo de rotura del Conductor en N/mm ²	296.00
Esfuerzo tangencial max. del Conductor en %	60%
Esfuerzo tangencial max. Con F.S en N/mm ²	177.60

Rango de Utilización de las Grapas de Anclajes tipo Cónica ²	
Esfuerzo al Deslizamiento en N/mm ²	400.00
Factor de Seguridad para las grapas de Anclaje	2.5
Esfuerzo Horizontal max. Con F.S en N/mm ²	160.00

Notas. -

1. Los esfuerzos tangenciales que exceden el 60% del Esfuerzo de rotura del conductor están de color rojo. Vano máximo es 225 metros
2. El rango de los esfuerzos horizontales, en los cuales se utilizarán grapa de anclaje tipo pistola están resaltadas de negrita.
3. Se podría utilizar grapa cónica hasta vanos de 185 metros. Color verde.

Tabla 12:*Esfuerzos y Flechas – 2x16 + ND25 mm² (h=50m)*

VANO (m)	HIPOTESIS 2			HIPOTESIS 3			HIPOTESIS 4		
	ESFUERZO H ₂ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₃ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₄ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)
160	152.28	164.41	4.31	45.98	60.15	5.44	70.56	82.36	7.39
165	153.91	165.84	4.53	46.27	60.88	5.73	70.60	82.61	7.83
170	155.46	167.22	4.74	46.55	61.61	6.03	70.64	82.89	8.29
175	156.94	168.56	4.97	46.81	62.35	6.34	70.68	83.18	8.76
180	158.35	169.86	5.20	47.05	63.10	6.66	70.71	83.50	9.24
185	159.70	171.12	5.44	47.28	63.86	6.99	70.74	83.84	9.74
190	161.00	172.34	5.68	47.49	64.62	7.33	70.77	84.20	10.25
195	162.24	173.53	5.92	47.70	65.39	7.67	70.80	84.57	10.78
200	163.42	174.68	6.18	47.89	66.17	8.02	70.82	84.97	11.31
205	164.56	175.79	6.44	48.07	66.97	8.39	70.84	85.38	11.87
210	165.65	176.88	6.70	48.23	67.77	8.76	70.86	85.81	12.43
215	166.70	177.94	6.97	48.39	68.58	9.14	70.88	86.26	13.01
220	167.70	178.96	7.25	48.54	69.40	9.53	70.90	86.73	13.61
225	168.66	179.97	7.53	48.69	70.24	9.93	70.92	87.21	14.21
230	169.59	180.94	7.82	48.82	71.09	10.33	70.93	87.70	14.83
235	170.48	181.89	8.11	48.95	71.94	10.75	70.95	88.22	15.47
240	171.33	182.82	8.41	49.07	72.81	11.17	70.96	88.75	16.11
245	172.15	183.73	8.71	49.19	73.70	11.61	70.97	89.29	16.78
250	172.94	184.62	9.02	49.30	74.59	12.05	70.98	89.85	17.45
255	173.70	185.48	9.34	49.40	75.50	12.50	70.99	90.42	18.14
260	174.43	186.33	9.66	49.50	76.43	12.96	71.00	91.01	18.84
265	175.13	187.16	9.99	49.59	77.36	13.43	71.01	91.61	19.56
270	175.81	187.98	10.33	49.68	78.31	13.91	71.02	92.22	20.29
275	176.46	188.77	10.67	49.77	79.28	14.39	71.03	92.85	21.03
280	177.09	189.56	11.01	49.85	80.25	14.89	71.04	93.50	21.79
285	177.69	190.32	11.36	49.92	81.25	15.39	71.04	94.16	22.56
290	178.28	191.08	11.72	50.00	82.25	15.91	71.05	94.83	23.34
295	178.84	191.82	12.08	50.07	83.27	16.43	71.06	95.51	24.14
300	179.38	192.55	12.45	50.14	84.31	16.96	71.06	96.21	24.95
305	179.91	193.27	12.83	50.20	85.36	17.50	71.07	96.92	25.78
310	180.41	193.98	13.21	50.26	86.42	18.05	71.08	97.65	26.62
315	180.90	194.68	13.60	50.32	87.50	18.61	71.08	98.39	27.47
320	181.38	195.36	13.99	50.38	88.59	19.17	71.09	99.14	28.34
325	181.83	196.04	14.39	50.43	89.70	19.75	71.09	99.91	29.21
330	182.27	196.71	14.80	50.49	90.83	20.33	71.10	100.68	30.11

335	182.70	197.37	15.21	50.54	91.97	20.93	71.10	101.48	31.02
340	183.11	198.03	15.62	50.58	93.12	21.53	71.11	102.28	31.94
345	183.51	198.68	16.05	50.63	94.29	22.14	71.11	103.10	32.87
350	183.90	199.32	16.48	50.67	95.47	22.76	71.11	103.93	33.82
355	184.27	199.95	16.91	50.72	96.68	23.39	71.12	104.77	34.78
360	184.64	200.58	17.35	50.76	97.89	24.03	71.12	105.63	35.76
365	184.99	201.21	17.80	50.80	99.12	24.67	71.12	106.50	36.74
370	185.33	201.82	18.25	50.84	100.37	25.33	71.13	107.38	37.75
375	185.66	202.44	18.71	50.87	101.63	25.99	71.13	108.27	38.76
380	185.98	203.05	19.17	50.91	102.91	26.66	71.13	109.18	39.79
385	186.29	203.65	19.65	50.94	104.21	27.35	71.14	110.10	40.84
390	186.59	204.25	20.12	50.97	105.52	28.04	71.14	111.03	41.89
395	186.88	204.85	20.61	51.01	106.84	28.74	71.14	111.98	42.96
400	187.16	205.45	21.09	51.04	108.18	29.45	71.14	112.93	44.05

Restricción de Longitud de Vano Maximo ¹	
Esfuerzo de rotura del Conductor en N/mm ²	296.00
Esfuerzo tangencial max. del Conductor en %	60%
Esfuerzo tangencial max. Con F.S en N/mm ²	177.60

Rango de Utilización de las Grapas de Anclajes tipo Cónica ²	
Esfuerzo al Deslizamiento en N/mm ²	400.00
Factor de Seguridad para las grapas de Anclaje	2.5
Esfuerzo Horizontal max. Con F.S en N/mm ²	160.00

Notas. -

1. Los esfuerzos tangenciales que exceden el 60% del Esfuerzo de rotura del conductor estan de color rojo. Vano máximo es 210 metros
2. El rango de los esfuerzos horizontales, en los cuales se utilizarán grapa de anclaje tipo pistola están resaltadas de negrita.
3. Se podría utilizar grapa cónica hasta vanos de 185 metros. Color verde.

Tabla 13:*Esfuerzos y Flechas – 2x16 + 1x16 + ND25 mm² (h=0m)*

VANO (m)	HIPOTESIS 2			HIPOTESIS 3			HIPOTESIS 4		
	ESFUERZO H ₂ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₃ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₄ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)
90	118.64	120.68	2.00	38.69	44.94	2.56	68.91	72.41	2.78
95	121.95	124.16	2.17	39.49	46.31	2.79	69.15	73.04	3.09
100	125.09	127.47	2.34	40.23	47.65	3.04	69.36	73.66	3.41
105	128.05	130.62	2.52	40.92	48.96	3.29	69.54	74.27	3.75
110	130.86	133.62	2.71	41.56	50.25	3.56	69.70	74.88	4.11
115	133.53	136.48	2.90	42.16	51.52	3.83	69.84	75.49	4.48
120	136.06	139.21	3.10	42.71	52.77	4.12	69.96	76.10	4.87
125	138.46	141.82	3.30	43.23	54.02	4.42	70.07	76.72	5.28
130	140.74	144.32	3.52	43.71	55.25	4.72	70.16	77.35	5.70
135	142.90	146.71	3.73	44.16	56.47	5.04	70.25	77.99	6.14
140	144.97	149.00	3.96	44.57	57.69	5.37	70.33	78.64	6.60
145	146.93	151.20	4.19	44.96	58.92	5.71	70.39	79.31	7.07
150	148.80	153.31	4.43	45.32	60.14	6.06	70.45	79.98	7.56
155	150.58	155.34	4.67	45.66	61.36	6.43	70.51	80.68	8.06
160	152.28	157.30	4.92	45.98	62.59	6.80	70.56	81.39	8.59
165	153.91	159.18	5.18	46.27	63.83	7.19	70.60	82.11	9.13
170	155.46	161.00	5.44	46.55	65.08	7.58	70.64	82.85	9.68
175	156.94	162.76	5.71	46.81	66.33	7.99	70.68	83.61	10.25
180	158.35	164.46	5.99	47.05	67.60	8.41	70.71	84.39	10.84
185	159.70	166.10	6.27	47.28	68.88	8.84	70.74	85.18	11.45
190	161.00	167.69	6.56	47.49	70.18	9.28	70.77	85.99	12.07
195	162.24	169.23	6.86	47.70	71.49	9.74	70.80	86.83	12.71
200	163.42	170.73	7.17	47.89	72.81	10.20	70.82	87.68	13.37
205	164.56	172.18	7.48	48.07	74.16	10.68	70.84	88.55	14.04
210	165.65	173.60	7.79	48.23	75.52	11.17	70.86	89.43	14.73
215	166.70	174.97	8.12	48.39	76.90	11.67	70.88	90.34	15.43
220	167.70	176.31	8.45	48.54	78.30	12.18	70.90	91.27	16.16
225	168.66	177.62	8.79	48.69	79.72	12.70	70.92	92.22	16.89
230	169.59	178.90	9.13	48.82	81.16	13.24	70.93	93.19	17.65
235	170.48	180.14	9.48	48.95	82.62	13.78	70.95	94.17	18.42
240	171.33	181.36	9.84	49.07	84.10	14.34	70.96	95.18	19.21
245	172.15	182.55	10.21	49.19	85.60	14.91	70.97	96.21	20.02
250	172.94	183.72	10.58	49.30	87.13	15.49	70.98	97.26	20.84
255	173.70	184.87	10.96	49.40	88.68	16.08	70.99	98.33	21.68
260	174.43	185.99	11.35	49.50	90.25	16.68	71.00	99.41	22.53

265	175.13	187.09	11.74	49.59	91.85	17.30	71.01	100.52	23.40
270	175.81	188.18	12.14	49.68	93.47	17.92	71.02	101.65	24.29
275	176.46	189.25	12.55	49.77	95.11	18.56	71.03	102.80	25.20
280	177.09	190.30	12.96	49.85	96.78	19.21	71.04	103.97	26.12
285	177.69	191.33	13.38	49.92	98.47	19.87	71.04	105.16	27.06
290	178.28	192.35	13.81	50.00	100.19	20.55	71.05	106.37	28.01
295	178.84	193.36	14.25	50.07	101.94	21.23	71.06	107.60	28.98
300	179.38	194.35	14.69	50.14	103.70	21.93	71.06	108.86	29.97
305	179.91	195.34	15.14	50.20	105.50	22.63	71.07	110.13	30.98
310	180.41	196.31	15.59	50.26	107.32	23.35	71.08	111.42	32.00
315	180.90	197.27	16.06	50.32	109.16	24.09	71.08	112.74	33.04
320	181.38	198.22	16.53	50.38	111.03	24.83	71.09	114.07	34.09
325	181.83	199.17	17.01	50.43	112.93	25.58	71.09	115.43	35.16
330	182.27	200.10	17.49	50.49	114.85	26.35	71.10	116.80	36.25
335	182.70	201.03	17.98	50.54	116.80	27.13	71.10	118.20	37.35
340	183.11	201.95	18.48	50.58	118.78	27.92	71.11	119.62	38.48
345	183.51	202.87	18.99	50.63	120.78	28.72	71.11	121.06	39.61
350	183.90	203.78	19.50	50.67	122.81	29.53	71.11	122.52	40.77
355	184.27	204.68	20.02	50.72	124.87	30.35	71.12	124.00	41.94
360	184.64	205.58	20.55	50.76	126.95	31.19	71.12	125.50	43.13
365	184.99	206.48	21.08	50.80	129.06	32.04	71.12	127.02	44.33
370	185.33	207.37	21.63	50.84	131.20	32.89	71.13	128.56	45.55
375	185.66	208.26	22.17	50.87	133.36	33.77	71.13	130.13	46.79
380	185.98	209.15	22.73	50.91	135.55	34.65	71.13	131.71	48.04
385	186.29	210.03	23.29	50.94	137.77	35.54	71.14	133.32	49.31
390	186.59	210.91	23.86	50.97	140.02	36.45	71.14	134.94	50.60
395	186.88	211.79	24.44	51.01	142.29	37.37	71.14	136.59	51.90
400	187.16	212.67	25.03	51.04	144.59	38.29	71.14	138.26	53.22

Restricción de Longitud de Vano Maximo ¹	
Esfuerzo de rotura del Conductor en N/mm ²	296.00
Esfuerzo tangencial max. del Conductor en %	60%
Esfuerzo tangencial max. Con F.S en N/mm ²	177.60

Rango de Utilización de las Grapas de Anclajes tipo Cónica ²	
Esfuerzo al Deslizamiento en N/mm ²	400.00
Factor de Seguridad para las grapas de Anclaje	2.5
Esfuerzo Horizontal max. Con F.S en N/mm ²	160.00

Notas. - 1. Los esfuerzos tangenciales que exceden el 60% del Esfuerzo de rotura del conductor están de color rojo. Vano máximo 220 metros.

2. El rango de los esfuerzos horizontales, en los cuales se utilizarán grapa de anclaje tipo pistola están resaltadas de negrita.

3. Se podría utilizar grapa cónica hasta vanos de 185 metros. Color verde.

4. Limitante por flecha en terreno sin desnivel, tendrá un vano máximo de 105 metros

Tabla 14:*Esfuerzos y Flechas – 2x16 + 1x16 + ND25 mm² (h=30m)*

VANO (m)	HIPOTESIS 2			HIPOTESIS 3			HIPOTESIS 4		
	ESFUERZO H ₂ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₃ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₄ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)
140	144.97	153.84	4.05	44.57	60.47	5.49	70.33	81.89	6.75
145	146.93	155.86	4.28	44.96	61.63	5.83	70.39	82.45	7.22
150	148.80	157.81	4.51	45.32	62.79	6.18	70.45	83.03	7.71
155	150.58	159.68	4.76	45.66	63.96	6.55	70.51	83.64	8.21
160	152.28	161.50	5.01	45.98	65.15	6.92	70.56	84.27	8.74
165	153.91	163.25	5.26	46.27	66.34	7.30	70.60	84.92	9.28
170	155.46	164.95	5.53	46.55	67.55	7.70	70.64	85.59	9.83
175	156.94	166.59	5.80	46.81	68.76	8.11	70.68	86.29	10.40
180	158.35	168.19	6.07	47.05	70.00	8.53	70.71	87.01	10.99
185	159.70	169.73	6.36	47.28	71.25	8.96	70.74	87.76	11.60
190	161.00	171.23	6.65	47.49	72.51	9.40	70.77	88.52	12.22
195	162.24	172.68	6.94	47.70	73.79	9.85	70.80	89.31	12.86
200	163.42	174.10	7.25	47.89	75.09	10.32	70.82	90.12	13.52
205	164.56	175.48	7.56	48.07	76.41	10.79	70.84	90.95	14.19
210	165.65	176.82	7.87	48.23	77.75	11.28	70.86	91.81	14.88
215	166.70	178.13	8.20	48.39	79.11	11.78	70.88	92.68	15.58
220	167.70	179.41	8.53	48.54	80.49	12.29	70.90	93.58	16.31
225	168.66	180.66	8.87	48.69	81.89	12.81	70.92	94.50	17.04
230	169.59	181.87	9.21	48.82	83.31	13.35	70.93	95.44	17.80
235	170.48	183.07	9.56	48.95	84.75	13.89	70.95	96.40	18.57
240	171.33	184.24	9.92	49.07	86.22	14.45	70.96	97.39	19.36
245	172.15	185.38	10.28	49.19	87.71	15.02	70.97	98.39	20.17
250	172.94	186.50	10.66	49.30	89.22	15.60	70.98	99.42	20.99
255	173.70	187.61	11.04	49.40	90.76	16.19	70.99	100.47	21.83
260	174.43	188.69	11.42	49.50	92.32	16.79	71.00	101.54	22.68
265	175.13	189.75	11.81	49.59	93.90	17.41	71.01	102.63	23.55
270	175.81	190.80	12.21	49.68	95.51	18.03	71.02	103.74	24.44
275	176.46	191.83	12.62	49.77	97.14	18.67	71.03	104.88	25.35
280	177.09	192.85	13.04	49.85	98.80	19.32	71.04	106.03	26.27
285	177.69	193.85	13.46	49.92	100.48	19.98	71.04	107.21	27.21
290	178.28	194.84	13.88	50.00	102.19	20.66	71.05	108.41	28.16
295	178.84	195.82	14.32	50.07	103.93	21.34	71.06	109.63	29.13
300	179.38	196.79	14.76	50.14	105.69	22.04	71.06	110.87	30.12
305	179.91	197.75	15.21	50.20	107.47	22.74	71.07	112.13	31.13
310	180.41	198.69	15.67	50.26	109.28	23.46	71.08	113.41	32.15

315	180.90	199.63	16.13	50.32	111.12	24.19	71.08	114.71	33.19
320	181.38	200.56	16.60	50.38	112.99	24.94	71.09	116.04	34.24
325	181.83	201.48	17.08	50.43	114.88	25.69	71.09	117.38	35.31
330	182.27	202.39	17.56	50.49	116.79	26.46	71.10	118.75	36.40
335	182.70	203.30	18.05	50.54	118.74	27.23	71.10	120.14	37.50
340	183.11	204.20	18.55	50.58	120.71	28.02	71.11	121.55	38.63
345	183.51	205.10	19.06	50.63	122.70	28.82	71.11	122.98	39.76
350	183.90	205.99	19.57	50.67	124.73	29.64	71.11	124.43	40.92
355	184.27	206.88	20.09	50.72	126.78	30.46	71.12	125.91	42.09
360	184.64	207.76	20.62	50.76	128.86	31.30	71.12	127.40	43.28
365	184.99	208.64	21.16	50.80	130.96	32.14	71.12	128.91	44.48
370	185.33	209.52	21.70	50.84	133.09	33.00	71.13	130.45	45.70
375	185.66	210.39	22.25	50.87	135.25	33.87	71.13	132.01	46.94
380	185.98	211.26	22.80	50.91	137.44	34.76	71.13	133.59	48.19
385	186.29	212.13	23.36	50.94	139.65	35.65	71.14	135.19	49.46
390	186.59	213.00	23.94	50.97	141.90	36.56	71.14	136.81	50.75
395	186.88	213.87	24.51	51.01	144.16	37.47	71.14	138.45	52.05
400	187.16	214.74	25.10	51.04	146.46	38.40	71.14	140.11	53.37

Restricción de Longitud de Vano Maximo ¹	
Esfuerzo de rotura del Conductor en N/mm ²	296.00
Esfuerzo tangencial max. del Conductor en %	60%
Esfuerzo tangencial max. Con F.S en N/mm ²	177.60

Rango de Utilización de las Grapas de Anclajes tipo Cónica ²	
Esfuerzo al Deslizamiento en N/mm ²	400.00
Factor de Seguridad para las grapas de Anclaje	2.5
Esfuerzo Horizontal max. Con F.S en N/mm ²	160.00

Notas. -

1. Los esfuerzos tangenciales que exceden el 60% del Esfuerzo de rotura del conductor están de color rojo. Vano máximo 210 metros.
2. El rango de los esfuerzos horizontales, en los cuales se utilizarán grapa de anclaje tipo pistola están resaltadas de negra.
3. Se podría utilizar grapa cónica hasta vanos de 185 metros. Color verde.

Tabla 15:*Esfuerzos y Flechas – 2x16 + 1x16 + ND25 mm² (h=50m)*

VANO (m)	HIPOTESIS 2			HIPOTESIS 3			HIPOTESIS 4		
	ESFUERZO H ₂ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₃ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)	ESFUERZO H ₄ N/mm ²	ESFUERZO T N/mm ²	FLECHA (m)
160	152.28	167.19	5.16	45.98	68.00	7.13	70.56	87.68	9.00
165	153.91	168.73	5.41	46.27	69.12	7.51	70.60	88.22	9.54
170	155.46	170.22	5.67	46.55	70.26	7.90	70.64	88.78	10.09
175	156.94	171.67	5.94	46.81	71.42	8.31	70.68	89.38	10.66
180	158.35	173.09	6.22	47.05	72.59	8.73	70.71	90.01	11.25
185	159.70	174.47	6.50	47.28	73.79	9.16	70.74	90.67	11.86
190	161.00	175.81	6.79	47.49	75.00	9.60	70.77	91.35	12.48
195	162.24	177.12	7.08	47.70	76.23	10.05	70.80	92.07	13.12
200	163.42	178.40	7.39	47.89	77.49	10.52	70.82	92.81	13.78
205	164.56	179.65	7.70	48.07	78.77	10.99	70.84	93.57	14.45
210	165.65	180.87	8.01	48.23	80.07	11.48	70.86	94.37	15.14
215	166.70	182.06	8.33	48.39	81.39	11.98	70.88	95.19	15.85
220	167.70	183.23	8.66	48.54	82.73	12.49	70.90	96.03	16.57
225	168.66	184.38	9.00	48.69	84.10	13.01	70.92	96.90	17.31
230	169.59	185.50	9.35	48.82	85.49	13.54	70.93	97.80	18.06
235	170.48	186.60	9.70	48.95	86.90	14.09	70.95	98.72	18.83
240	171.33	187.68	10.05	49.07	88.34	14.65	70.96	99.66	19.62
245	172.15	188.75	10.42	49.19	89.81	15.21	70.97	100.63	20.43
250	172.94	189.79	10.79	49.30	91.30	15.79	70.98	101.62	21.25
255	173.70	190.82	11.17	49.40	92.81	16.38	70.99	102.64	22.09
260	174.43	191.83	11.55	49.50	94.35	16.99	71.00	103.67	22.94
265	175.13	192.83	11.95	49.59	95.91	17.60	71.01	104.74	23.82
270	175.81	193.81	12.35	49.68	97.50	18.23	71.02	105.82	24.71
275	176.46	194.78	12.75	49.77	99.11	18.87	71.03	106.93	25.61
280	177.09	195.74	13.17	49.85	100.75	19.52	71.04	108.06	26.53
285	177.69	196.69	13.59	49.92	102.42	20.18	71.04	109.21	27.47
290	178.28	197.63	14.01	50.00	104.11	20.85	71.05	110.38	28.43
295	178.84	198.55	14.45	50.07	105.83	21.53	71.06	111.58	29.40
300	179.38	199.47	14.89	50.14	107.58	22.23	71.06	112.80	30.39
305	179.91	200.38	15.34	50.20	109.35	22.94	71.07	114.04	31.39
310	180.41	201.28	15.80	50.26	111.15	23.66	71.08	115.30	32.41
315	180.90	202.18	16.26	50.32	112.97	24.39	71.08	116.59	33.45
320	181.38	203.07	16.73	50.38	114.82	25.13	71.09	117.90	34.50
325	181.83	203.95	17.21	50.43	116.70	25.88	71.09	119.23	35.58
330	182.27	204.83	17.69	50.49	118.61	26.65	71.10	120.58	36.66

335	182.70	205.70	18.18	50.54	120.54	27.43	71.10	121.95	37.77
340	183.11	206.56	18.68	50.58	122.50	28.22	71.11	123.35	38.89
345	183.51	207.43	19.19	50.63	124.49	29.02	71.11	124.76	40.03
350	183.90	208.29	19.70	50.67	126.50	29.83	71.11	126.20	41.18
355	184.27	209.14	20.22	50.72	128.54	30.65	71.12	127.66	42.35
360	184.64	210.00	20.75	50.76	130.61	31.49	71.12	129.15	43.54
365	184.99	210.85	21.28	50.80	132.71	32.33	71.12	130.65	44.74
370	185.33	211.70	21.82	50.84	134.83	33.19	71.13	132.17	45.96
375	185.66	212.54	22.37	50.87	136.98	34.06	71.13	133.72	47.20
380	185.98	213.39	22.93	50.91	139.16	34.95	71.13	135.29	48.46
385	186.29	214.24	23.49	50.94	141.37	35.84	71.14	136.88	49.73
390	186.59	215.08	24.06	50.97	143.60	36.75	71.14	138.49	51.01
395	186.88	215.92	24.64	51.01	145.87	37.66	71.14	140.12	52.32
400	187.16	216.77	25.22	51.04	148.16	38.59	71.14	141.77	53.64

Restricción de Longitud de Vano Maximo¹		Rango de Utilización de las Grapas de Anclajes tipo Cónica²	
Esfuerzo de rotura del Conductor en N/mm ²	296.00	Esfuerzo al Deslizamiento en N/mm ²	400.00
Esfuerzo tangencial max. del Conductor en %	60%	Factor de Seguridad para las grapas de Anclaje	2.5
Esfuerzo tangencial max. Con F.S en N/mm ²	177.60	Esfuerzo Horizontal max. Con F.S en N/mm ²	160.00

Notas. -

1. Los esfuerzos tangenciales que exceden el 60% del Esfuerzo de rotura del conductor están de color rojo. Vano máximo 195 metros.
2. El rango de los esfuerzos horizontales, en los cuales se utilizarán grapa de anclaje tipo pistola están resaltadas de negrita.
3. Se podría utilizar grapa cónica hasta vanos de 185 metros. Color verde.

Para los conductores CAAI con neutro desnudo de 25 mm², cuyo soporte es de aleación de aluminio, considerando la información técnica para el conductor de 1x16 + ND25 mm² se ha obtenido como resultado una longitud máxima de vano determinado por esfuerzo mecánico de conductores de 260 metros para un desnivel de 0 metros; en cambio para el desnivel 30 metros se ha obtenido una longitud de vano máximo de 230 metros.

De la misma manera para el conductor de 2x16 + ND25 mm², tenemos como resultado una longitud de vano máximo determinado por esfuerzo mecánico de conductores de 240 metros para desnivel de 0 metros y 210 metros para un desnivel de 50 metros.

Para el conductor de $2 \times 16 + 1 \times 16 + \text{ND}25 \text{ mm}^2$, tenemos como resultado una longitud de vano máximo determinado por esfuerzo mecánico de conductores de 220 metros para desnivel de 0 metros y 195 metros para un desnivel de 50 metros.

Los conductores mencionados son los más utilizados en electrificación rural, debido a que la configuración de las localidades presenta la ubicación de viviendas muy dispersas.

Para el caso de la determinación del vano máximo de los conductores tipo CAAI determinados en función de la flecha máxima del conductor cuando se utiliza postes de 9 metros de altura para la electrificación rural donde la configuración topográfica del terreno muestre un desnivel de 0 metros, el vano máximo para el conductor de $1 \times 16 + \text{ND}25 \text{ mm}^2$ es de 125 metros; para el conductor de $2 \times 16 + \text{ND}25 \text{ mm}^2$ el vano máximo es de 120 metros y finalmente para el conductor de $2 \times 16 + 1 \times 16 + \text{ND}25$ el vano máximo es de 105 metros.

De acuerdo a los cálculos mecánicos desarrollados el vano máximo para poder utilizar grapas tipo cónicas en redes de distribución secundaria debe ser de 185 metros.

Se propone que armados Tipo E3 y E4 que se muestran en el Anexo 01 y el Anexo 02, los cuales con armados estandarizados por la Dirección General de Electrificación Rural; los cuales corresponden a armados fin de línea y extremo de línea con derivación se utilicen en vanos hasta 185 metros. Para vanos mayores a los 185 metros se utilicen los armados E3P y E4P los cuales se utilizarán para vanos mayores a los 185 metros, utilizando las grapas tipo pistola con dos pernos, que se acopla al perno ojo mediante la utilización de un grillete.

Asimismo, en la tabla 16, se detallan costos que se incrementa en la implementación del armado E3P y E4P.

Tabla 16:*Incremento de Costo en la implementación de los Armados E3P y E4P.*

TIPO DE ARMADOS	MATERIAL SUSTITUIDO	UNID.	COSTO UNIT. S/.
ARMADOS ESTANDARIZADOS E3 Y E4	Grapa de Anclaje Tipo Cónica	U	14.48
	Costo 1		14.48
ARMADOS PROPUESTP E3P Y E4P	Grapa de Anclaje Tipo pistola	U	25.42
	Grillete A°G° tipo Lira	U	19.55
	Costo 2		44.97
INCREMENTO			30.49

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Para Estructuras E3 fin de línea y E4 estructuras fin de línea con derivación, que tengan desniveles hasta 50 metros, coincidimos con Rossi, D. (2013) que se debe utilizar grapas de anclaje tipo pistola para vanos mayores 185 metros para los conductores $1 \times 16 + ND25 \text{ mm}^2$, $2 \times 16 + ND25 \text{ mm}^2$ y $2 \times 16 + 1 \times 16 + ND25 \text{ mm}^2$ en redes secundarias aplicadas a electrificación rural, porque la topografía del terreno permite tener estos vanos y respetando la distancia mínima de seguridad horizontal y vertical.

Con Gallegos, C. (2006), discrepamos en el sentido que las grapas tipo pistola son de aplicación en Líneas de Media y Alta Tensión. Como hemos demostrado, además se debe aplicar en redes de distribución secundaria en vanos mayores a los generalmente utilizado en baja tensión. En el caso de a electrificación rural en zonas de la sierra de nuestro país la topografía del terreno permite tener amplios valores de vanos en redes secundarias. De acuerdo a las láminas de detalles aplicadas a redes de distribución secundaria en los armados E3 y E4 aplicados a electrificación rural se deben utilizar grapa de anclaje tipo cónica los cuales en la ejecución de obra se presentan inconvenientes por el esfuerzo que deben soportar para vanos mayores, teniéndose la necesidad de estar cambiándolo continuamente durante el periodo de operación de las redes eléctricas.

Las pruebas de laboratorio de resistencia de materiales realizadas a los conductores autoportantes, grapas de anclaje tipo pistola y a las del tipo cónica, cumplen con los valores mínimos exigidos por las normativas nacionales de la DGE, NTP y/o las normas internacionales IEC, UNE, ASTM.

En el cálculo mecánico de los conductores autoportantes tipo CAAI para determinar los esfuerzos en las diversas hipótesis de estado se tuvo presente que el

esfuerzo tangencial máximo se ha inferior al 60% del esfuerzo de rotura de conductor portante de 25 mm^2 (189.60 N/mm^2).

El rango de utilización de las grapas de anclajes tipo cónica está limitado por su esfuerzo al deslizamiento de 10 kN entre el F.S. de 2.5, dando como esfuerzo horizontal máximo 160 N/mm^2 y la grapa de anclaje tipo pistola que está limitado por un esfuerzo al deslizamiento de 18 kN que soporta un esfuerzo horizontal máximo de 288 N/mm^2 , el cual es superior al 60% del esfuerzo de rotura del conductor portante de aleación de aluminio (189.60 N/mm^2).

Los rangos calculados de los vanos de gran longitud que se presentan entre estructuras instaladas en quebradas de las localidades de zonas rurales en los cuales se utilizan las grapas de anclaje tipo pistolas. En las localidades de las zonas rurales que la topografía del terreno nos permite utilizar vanos largos para los conductores de $1 \times 16 + \text{ND}25$, las grapas tipo pistola se deben utilizar para desniveles de 30 metros en vanos comprendidos entre los 185 metros y 245 metros; para desniveles de 50 metros el rango de utilización de las grapas tipo pistola está comprendidos entre 185 metros y 230 metros.

Para los conductores de $2 \times 16 + \text{ND}25$ las grapas tipo pistola se deben utilizar para desniveles de 30 metros en vanos comprendidos entre los 185 metros y 225 metros; para desniveles de 50 metros el rango de utilización de las grapas tipo pistola está comprendidos entre 185 metros y 210 metros.

Para los conductores de $2 \times 16 + 1 \times 16 + \text{ND}25$ las grapas tipo pistola se deben utilizar para desniveles de 30 metros en vanos comprendidos entre los 185 metros y 210 metros; para desniveles de 50 metros el rango de utilización de las grapas tipo pistola está comprendidos entre 185 metros y 195 metros.

CONCLUSIONES

Se realizó los cálculos mecánicos de los conductores $1 \times 16 + \text{ND25}$, $2 \times 16 + \text{ND25}$ y $2 \times 16 + 1 \times 16 + \text{ND25}$; los cuales son los conductores más utilizados en electrificación rural y teniendo en consideración que las obras y proyectos que actualmente se ejecutan en nuestro país relacionados con la electrificación rural se encuentran en centros poblados muy alejados de las instalaciones eléctricas existentes y las viviendas se encuentran dispersas, por lo que se presenta la oportunidad de tener vanos largos en las redes de distribución secundaria y la topografía del terreno de la zona sierra de nuestro país lo permite,

Los rangos calculados de los vanos de gran longitud que se presentan estructuras instaladas en quebradas de las localidades de zonas rurales en los cuales se utilizan las grapas de anclaje tipo pistolas. En las localidades de las zonas rurales que la topografía del terreno nos permite utilizar vanos largos para los conductores de $1 \times 16 + \text{ND25}$, las grapas tipo pistola se deben utilizar para desniveles de 30 metros en vanos comprendidos entre los 185 metros y 245 metros; para desniveles de 50 metros el rango de utilización de las grapas tipo pistola está comprendidos entre 185 metros y 230 metros.

Para los conductores de $2 \times 16 + \text{ND25}$ las grapas tipo pistola se deben utilizar para desniveles de 30 metros en vanos comprendidos entre los 185 metros y 225 metros; para desniveles de 50 metros el rango de utilización de las grapas tipo pistola está comprendidos entre 185 metros y 210 metros.

Para los conductores de $2 \times 16 + 1 \times 16 + \text{ND25}$ las grapas tipo pistola se deben utilizar para desniveles de 30 metros en vanos comprendidos entre los 185 metros y 210 metros; para desniveles de 50 metros el rango de utilización de las grapas tipo pistola está comprendidos entre 185 metros y 195 metros.

Se concluye la necesidad de utilizar el diseño de los armados de redes de distribución secundarias tipo E3P y E4P.

En los nuevos armados Tipo E3P y E4P se propone la utilización de grapas tipo pistola con dos pernos en reemplazo de las grapas tipo cónicas; estos tipos de armados se deben utilizar en vanos mayores de 185 metros, con las limitantes establecidos en los cálculos mecánicos de los conductores señalados en los párrafos anteriores para cada conductor utilizado en las redes de distribución secundaria para electrificación rural con vanos largos; se ha demostrado que las grapas de anclaje tipo pistola soportan los esfuerzos de los conductores autoportados considerados en nuestra investigación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda usar las grapas de anclaje tipo pistola para los vanos de gran longitud en los proyectos y obras de electrificación rural que se ejecutan en nuestro país, lo cual va a contribuir a disminuir los costos de operación y mantenimiento cuando las obras entren en servicio, afectándose a la comunidad por la necesidad de realizar cortes para ejecutar la reparación por fallas de las grapas tipo cónica utilizadas en vanos mayores a los 185 metros de longitud.

Para determinar los rangos de utilización de las grapas de anclaje tipo pistola en los vanos de gran longitud se recomienda tener en cuenta los parámetros técnicos de los conductores proporcionados por los fabricantes y verificarlos con pruebas de laboratorios.

Asimismo se debe tener en cuenta las condiciones climatológicas del lugar donde se ejecute el proyecto; por lo que es necesario solicitar la información en forma oficial al SENAMHI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrero González, F. (2004). *Sistemas de energía eléctrica* (1^{ra} Ed.). Madrid – España: Paraninfo.
- Checa E., Luis M. (1988). *Líneas de transporte de energía* (1^{ra} Ed.) Zaragoza – España: Marcombo.
- Decreto Supremo N° 025-EM. (2007). *Reglamento de la Ley General de Electrificación Rural*. Diario oficial el Peruano.
- Dirección de Electrificación Rural (2013). *Plan Nacional de Electrificación rural*. Recuperado de <http://dger.minem.gob.pe>.
- Endesa. (2010). *Norma Técnica Particular para Instalaciones en Baja Tensión*”. Madrid – España.
- García Trasancos, J. (2010). *Instalaciones eléctricas en media y baja tensión* (1^{ra} Ed.). Madrid – España: Paraninfo.
- Gallegos Castillo, Christian (2006). *Procedimiento de Fabricación de grapas de aleación de aluminio para Líneas de Medía y Alta Tensión*. Informe. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ley N° 28749. (2006). *Ley general de electrificación rural*. Diario oficial el Peruano.
- Manufacturas Industriales Mendoza S.A. (2012). *Catálogo de accesorios para conductores (Grapas de anclaje)*. Recuperado de <http://www.mimsa.com.pe>.
- Mejía Carranza, C. y Rivera Tapia, L. (2005). *Electrificación rural en media, baja tensión y alumbrado público del centro poblado menor de Lucma*. (Tesis de Ingeniería en Energía). Universidad Nacional del Santa.

- Ministerio de Energía y Minas. (2011). Código Nacional de Electricidad – Suministros. Lima – Perú.
- Ministerio de Energía y Minas. (2012). Plan Nacional de Electrificación Rural Periodo 2013 – 2022. Lima – Perú.
- Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). Compendio de Normas – Sector Electricidad. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe>
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Bogotá – Colombia.
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). *Reglamentos Técnicos del Sector Energía de la Republica de Colombia*. Recuperado de <http://www.minminas.gov.co>.
- Mujal Rosas, R. M. (2002). Cálculo de líneas y redes eléctricas. Barcelona – España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (2006). Problemática de la Electrificación Rural. Recuperado el 2012 de <http://www2.osinerg.gob.pe/Seminarios/Conversatorio27062006/pdf/ConversatorioElectrificaci%C3%B3nRural.pdf>
- Pansini J., Anthony. (2006). Electrical Distribution Engineering (3^{ra} Ed.) Florida – USA: The Fairmont Press.
- Resolución Directoral N° 020-EM/DGE. (2003). Especificaciones Técnicas de Montaje de Redes Secundarias con Conductor Autoportante para Electrificación Rural. Pagina Web del Ministerio de Energía y Minas.
- Resolución Directoral N° 023-EM/DGE. (2003). Especificaciones Técnicas de Soportes Normalizados para Líneas y Redes Secundarias para Electrificación Rural. Pagina Web del Ministerio de Energía y Minas.

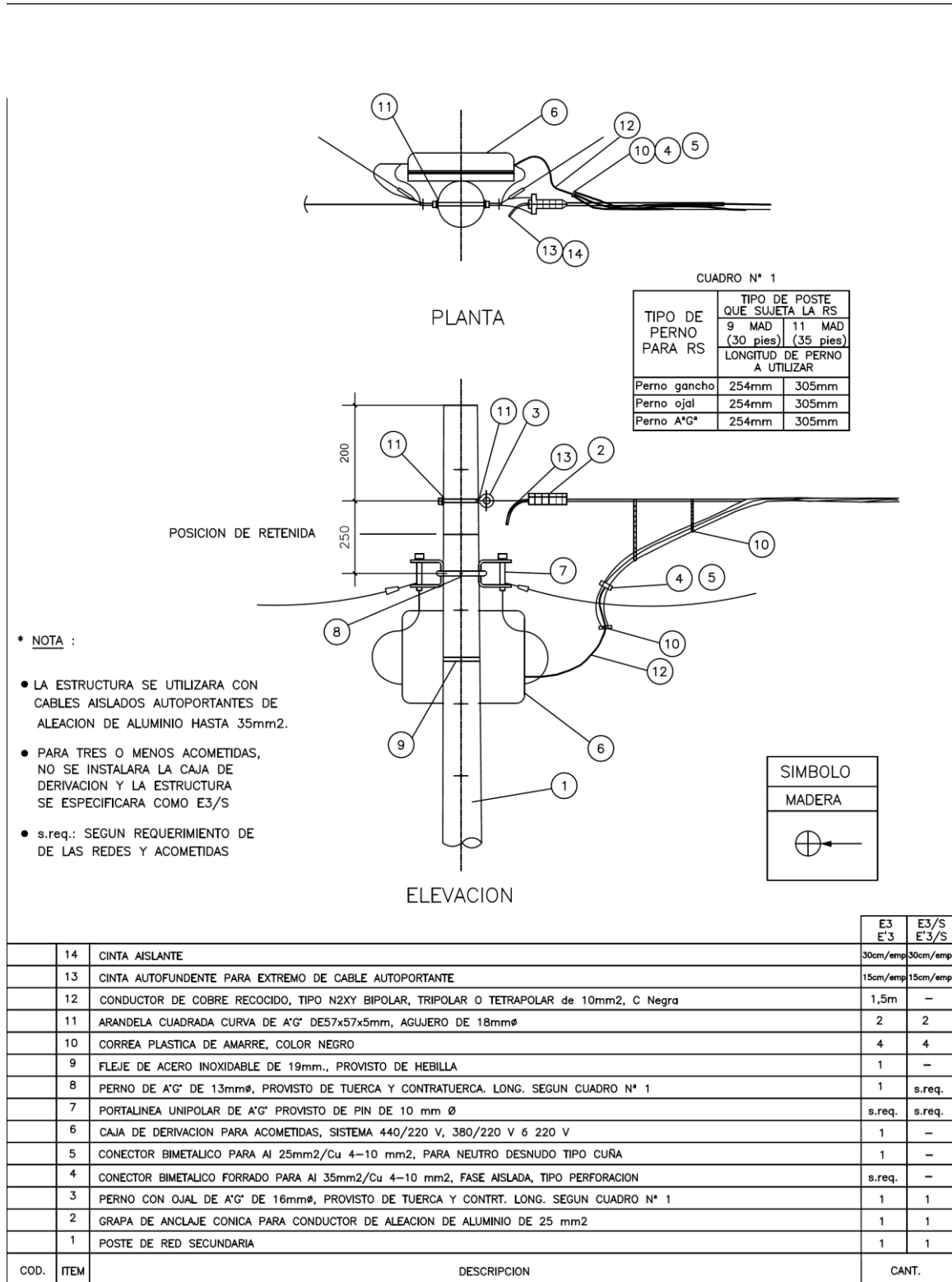
- Resolución Directoral N° 025-EM/DGE. (2003). Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Redes Secundarias para Electrificación Rural. Pagina Web del Ministerio de Energía y Minas.
- Resolución Directoral N° 026-EM/DGE. (2003). Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural. Pagina Web del Ministerio de Energía y Minas.
- Resolución Directoral N° 031-EM/DGE. (2003). Bases para el Diseño de Líneas y Redes Secundarias con Conductores Autoportantes para Electrificación Rural. Pagina Web del Ministerio de Energía y Minas.
- Rivera Hilario, H. y Olivo Urbano, F. (2008). Electrificación de distribución primaria en media tensión 13.2 KW y distribución secundaria en los caseríos Tauribamba y Villegas Bajo (Provincia de Sihuas). (Tesis de Ingeniería en Energía). Universidad Nacional del Santa.
- Robles Torres, G. (2008). Proyecto de electrificación rural de la red secundaria y acometidas domiciliarias para el centro poblado de Huacatambo - Distrito de Nepeña. (Tesis de Ingeniería en Energía). Universidad Nacional del Santa.
- Rossi Córdova, D. (2013). Diseño mecánico de redes secundarias utilizando grapa de anclaje tipo pistola para vanos de gran longitud, distrito de Santa Cruz – Cajamarca que forman parte del Sistema Eléctrico Rural (S.E.R) Santa Cruz – Chota – Bambamarca V Etapa. Universidad Nacional del Santa.
- Sanz Serrano, J. L. y Toledano Gasca, J. C. (2010). Instalaciones de Distribución. Madrid – España: Paraninfo
- Sarzo Miranda, M. (2007). Proyectos de Electrificación (1^{ra} Ed.) Lima – Perú: Megabyte S.A.C.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2012). Datos Históricos de la estación meteorológica Santa Cruz. Recuperado de <http://www.senamhi.gob.pe>.

- Suarez Leyva, P. (2010). Diseño de Líneas y Redes Primarias en 22,9 kV. para la electrificación del distrito de Santa María del Valle - Huánuco. (Tesis de Ingeniería Mecánica Eléctrica). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú.
- Tora Galván, J. L. (1997). Transporte de la energía eléctrica. Madrid – España: Universidad Pontificia Comillas.
- Trashorras Montecelos, J. (2013). Desarrollo de Redes Eléctricas y Centros de Transformación. Madrid – España: Paraninfo.

ANEXOS

Anexo 1.

Estructura de extremo de línea con conductores autoportantes (E3, E'3, E3/S, E'3/S)



Anexo 2.

Estructura extremo de línea con derivación para red aérea con conductores autoportantes (E4, E'4, E4/S, E'4/S).

