



**MA-DIS-DI-0000/04**

# **LÍNEAS AÉREAS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL ZONA CON POLUCION SALINA MANUAL CONSTRUCTIVO**

**- VERSIÓN 04 -**

**2018-10-15**

<b>Elaborado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Firma y sello</b>	<b>Firma y sello</b>
<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>

## **0.- TRÁMITE Y REVISIONES**

### **0.1.- TRÁMITE**

Esta Manual fue revisado por un grupo de trabajo integrado por:

Carlos Iglesias	Distrito Durazno
Carlos Velázquez	Distrito Tacuarembó
Pierina Franchi	Subgerencia Gestión Distribución Interior
Franco Piriz	Proyecto Automatización y Fortalecimiento de la Red
Griselda Pellegrini	Proyecto Automatización y Fortalecimiento de la Red
Inés Almaraz	Proyecto Automatización y Fortalecimiento de la Red
Filomena Rava	Proyecto Automatización y Fortalecimiento de la Red

### **0.2.- REVISIONES**

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 01 DE AGOSTO DEL 2018		
Se listan a continuación los cambios realizados referidos a los puntos de la versión de referencia.		
APARTADO	DESCRIPCIÓN	CAUSA
4.1.2	Se especifican distancias de seguridad en zonas urbanas y sub-urbanas	
4.10.11	Se agregan vanos máximos para zonas urbanas y sub-urbanas	

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 02 DE MARZO DEL 2006		
Se listan a continuación los cambios realizados referidos a los puntos de la versión de referencia.		
APARTADO	DESCRIPCIÓN	CAUSA
1.1	Se especifica que aplica a zonas con polución salina	
1.2	Se modifica el objeto y el ámbito de aplicación	

1.3	Se cambia el texto del párrafo	
3.1	Se agregan referencias normativas	
3.2	Se eliminan referencias normativas	
3.3	Se agrega referencia	
4	Cambios generales en la redacción	
4.2.10	Actualización de equipos y herramientas con las cuales debe contar el contratista	
4.3	Se eliminan tablas de cálculo mecánico para los conductores tipo ACSR	
4.4	Se eliminan tablas de tendido para los conductores tipo ACSR	
4.5	Se elimina la información referente a los conductores tipo ACSR	
4.6	Se eliminan tablas de levantamiento correspondientes a los conductores ACSR	
4.7	Se eliminan tablas para estudio de desnivel en centro del vano referente a los conductores ACSR	
4.8	Se eliminan ábacos para verificación de flechas de los conductores ACSR. Cambio el ejemplo práctico.	
4.9	Se modifican rótulos en planos, se cambia la codificación.	

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 01 DE JULIO DEL 2005		
Se listan a continuación los cambios realizados referidos a los puntos de la versión de referencia.		
APARTADO	DESCRIPCIÓN	CAUSA
2	Se agregan definiciones	
3	Se agregan referencias normativas	
4	En general se sustituye la palabra "constructor" por "ejecutor"	
4.1.1	Se cambia el texto del párrafo	Se especifica el instructivo para la presentación de proyectos
4.1.5	Se modifica el texto de este párrafo	Se aclaran valores de resistencia de PAT
4.1.9	Se cambian recomendaciones sobre amarres en ángulo	Eliminación de amarres en ángulo con configuración en delta
4.1.9	Se elimina nota sobre plataforma para apoya escaleras	En la práctica la plataforma no se usa
4.1.12	se agrega número de plano de referencia	
4.4	Se elimina la tabla de ángulos máximos de riendas	Eliminación de amarres en ángulo con configuración en delta
4.4	Se cambia la descripción de aislador rígido por aislador line-post en las tablas	
4.7	Se agrega este apartado que contiene ábacos para corrección de flechas en conductores	Herramienta para verificación de distancias de seguridad
4.8	Se elimina del listado de planos los correspondientes a estructuras de amarre en ángulo con configuración delta (6 y 6-01).	Bajo rendimiento estructural
4.8	Se elimina plano 7 en líneas MRT y se agrega el 7-01	Se modifica la derivación en antena permitiendo vanos mayores
4.9	Se modifican las tablas "Guías de estructuras según función de	Eliminación de amarres en ángulo con configuración en

	apoyo"	delta
4.9	Se modifica la redacción de las notas y su ubicación en el apartado	
6.1	Se agregan los tipo de obras y propuestas tipo relacionados con éste manual	

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 00 DE ABRIL DEL 2003		
Se listan a continuación los cambios realizados referidos a los puntos de la versión de referencia.		
APARTADO	DESCRIPCIÓN	CAUSA
General	Se cambia nombre del manual	Unificación de manuales para zona normal y poluída
General	Se eliminan planos correspondientes a zona poluída	Los planos son los mismos que para zona normal (cambia únicamente el conductor y la aislación)
General	Se cambia tiempo verbal de la redacción del manual	Requerimiento formato ISO
4.3	Descripción de fórmula de Vano Regulador	Mejor comprensión del concepto
4.3	Tablas de tendido: se agregan flechas correspondientes a 40 y 45°	Requerimiento por tendido en época estival

Planos generales		
NÚMERO DE PLANO	DESCRIPCIÓN	CAUSA
0.1	Se cambia plano existente por plano de line-post híbrido	

Planos con modificaciones Línea trifásica		
NÚMERO DE PLANO	DESCRIPCIÓN	CAUSA
3.1, 4.1, 5.1, 6.1, 7.1, 8.1, 10.1	Se agrega conexión eléctrica	
6, 7, 8, 10	Se eliminan indicaciones de detalles	
11.4, 12.1, 12.3	Se indican terminales bimetálicos	
12.4, 12.5, 15.1	Se agrega nota para zona poluída	

Planos con modificaciones Línea monofásica		
NÚMERO DE PLANO	DESCRIPCIÓN	CAUSA
2.1, 2.2, 3.1, 4.1, 5.1, 6.1, 8.1	Se agrega conexión eléctrica	
8	Se eliminan indicaciones de detalles	
9.3, 9.4	Se indican terminales bimetálicos	
5	Eliminación de cota	
9.1	Cambio de cota	
10.1	Se agrega nota para zona poluída	

## **1.- MARCO GENERAL**

### **1.1.- INTRODUCCIÓN**

El presente Manual indica los requisitos mínimos que deben cumplir las líneas aéreas con tensión de 15kV en postación de madera y conductor desnudo destinadas a la electrificación rural en zonas con polución salina.

### **1.2.- OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Este Manual tiene por objeto especificar las características de diseño y montaje de las líneas aéreas de electrificación rural.

Es de aplicación a todas las líneas rurales en todo el ámbito geográfico del país en zonas con polución salina, ya sean construidas por UTE o por terceros a través de empresas autorizadas por UTE.

### **1.3.- ALCANCE**

Este Manual contiene:

Condiciones de Proyecto

Especificaciones para la construcción y armado de estructuras

Tablas de cálculo mecánico

Tablas de tendido

Tablas de distancia mínima de anclaje de riendas

Tablas de levantamiento

Tablas para estudio de desnivel en centro del vano

Ábacos para verificación de flechas

Planos de proyecto

Guía de estructuras según función de apoyos

### **1.4.- VIGENCIA**

La entrada en vigencia de este documento es Octubre de 2018.

### **1.5.- INVOLUCRADOS**

DIS L1 REDES Y DISTRIBUCIÓN.

DIS L2 EXPLOTACIÓN.

DIS L3 OBRAS Y PROYECTOS

---

## **2.- DEFINICIONES/ABREVIATURAS**

MTOP - Ministerio de Transporte y Obras Públicas

LP - Line Post

MRT - Línea Monofásica Retorno por Tierra

CM - Cruceta de Madera

CMER - Cruceta Metálica Electrificación Rural

## **3.- REFERENCIAS NORMATIVAS**

### **3.1.- REFERENCIAS INTERNAS**

NO-DIS-OB-0003      Presentación de proyectos y ejecución de obras mixtas de electrificación rural por empresas habilitadas

### **3.2.- REFERENCIAS EXTERNAS**

No aplica.

### **3.3.- REFERENCIAS EXTERNAS COMPLEMENTARIAS**

Estos documentos no son necesarios para la aplicación del Instructivo, pero se han utilizado como referencias bibliográficas.

Ley 14197 Art 20.



## **4.- DESARROLLO**

### **4.1.- CONDICIONES DE PROYECTO**

La presentación de proyectos de electrificación rural para su aprobación debe cumplir con lo exigido por el documento NO-DIS-OB-0003 que se encuentra disponible en el sitio web de UTE.

#### **4.1.1.- ELECCIÓN DEL TRAZADO**

El trazado de la línea debe estar contenido en la faja “non edificandi” adyacente a los caminos públicos, según Ley 14197 - Art. 20.

Para los casos eventuales en que fuera necesario un trazado por predios privados fuera de la faja “non edificandi”, se debe proceder a la imposición de servidumbre de electroducto según procedimiento vigente.

Para los casos excepcionales autorizados por UTE en que el trazado utilice la faja de uso público de caminos, se deben cumplir las reglamentaciones nacionales vigentes al respecto y se debe contar con la aprobación del MTOP o Intendencia Municipal respectiva según jurisdicción.

Los elementos accesorios de las líneas que estén fuera del eje de la misma (como en el caso de riendas) también deben estar contenidas en la faja “non edificandi”.

Cuando la línea a construir deba cruzar carreteras nacionales del tipo “corredor internacional” o “red primaria” según la clasificación del MTOP, los apoyos de cruce deben ser amarres. Las carreteras comprendidas en éstas categorías son las siguientes: Rutas 1, 2, 3, 5, 8, 9, 11, 18, 21, 24, 26, 23 (de ruta 3 a ruta 12), 12 (de ruta 2 a ruta 23), 30 (de Artigas a ruta 5), 200 y 201.

Se deben evitar en todos los casos el trazado por predios de escuelas o centros de capacitación rurales.

El proyecto debe contemplar la accesibilidad desde caminos públicos a la zona del trazado con vistas a la construcción y mantenimiento de la línea. Para ello deben ser previstas porteras a no más de 30m del eje del trazado y vías de acceso para personal y maquinaria simple tracción (sendas de paso, calzadas, etc.).

El recorrido de la línea debe ser definido en común acuerdo con UTE.

#### **4.1.2.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD**

##### **4.1.2.1.- DISTANCIAS A CONSTRUCCIONES**

Las distancias mínimas que deben existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de este tipo de líneas eléctricas y los edificios o construcciones que se encuentren en las cercanías de ellas, son las siguientes:

1) Estado de equilibrio del conductor:

a) Edificios:

- Distancia horizontal: 2.30m.
- Distancia vertical para puntos no accesibles a personas: 3.80m.
- Distancia vertical para puntos accesibles a personas: 4.10m.

b) Carteles, chimeneas, antenas y toda construcción no catalogada como edificio:

- Distancia horizontal: 2.30m.
- Distancia vertical (por encima o por debajo) para estructuras accesibles a personas: 4.10m.
- Distancia vertical (por encima o por debajo) para estructuras no accesibles a personas: 2.30m.

2) Estado de desplazamiento del conductor por acción del viento para todos los casos:

- Distancia horizontal: 1.40m.
- Distancia vertical: se deben cumplir las mismas distancias especificadas para el punto 1).

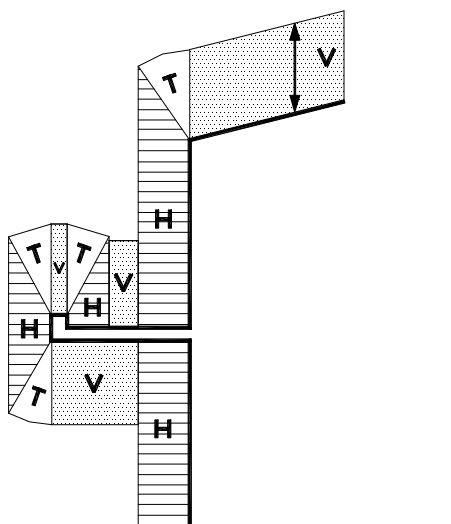
Las distancias horizontales rigen hasta la zona por encima del nivel de la construcción donde la diagonal iguale la distancia vertical requerida como se muestra en el diseño adjunto.

En zonas urbanas y suburbanas, se dimensionan los vanos de forma tal que la distancia horizontal en condición de equilibrio sea igual o mayor a la correspondiente con desplazamiento. La distancia horizontal se debe cumplir tanto a las construcciones existentes como a la línea de edificación.

En la guía de estructuras se explicitan los vanos máximos por tipo de conductor a los efectos de cumplir esta condición.

Para el caso particular de embarcaderos en zonas rurales o construcciones similares, la distancia a verificar debe incluir la envolvente de maniobras de vehículos involucrados.

H: distancia horizontal  
V: distancia vertical  
T: transición



#### **4.1.2.2.- CRUCES CON LÍNEAS ELÉCTRICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN**

En los cruces de líneas eléctricas, se debe situar a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión la que se instale con posterioridad.

Se debe procurar que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de la superficie del apoyo de la línea superior no debe ser menor de:

$1,5 + U/150$  metros

siendo U la tensión nominal en kV de la línea inferior y considerándose los conductores de la misma en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento.

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no debe ser inferior a:

$1,5 + (U+L'+L'')/100$  metros

en donde:

U = Tensión nominal en kV de la línea superior

L' = longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea superior.

L'' = longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea inferior.

Las líneas de telecomunicación son consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento está sujeto, por tanto, a las prescripciones de este apartado.

Para los cruces previstos con líneas de mayor tensión, la línea de Electrificación Rural se debe proteger mediante la disposición de hilo de guardia en el vano de cruce y seccionamiento en los apoyos adyacentes.

Distancia a Masa:

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no debe ser inferior a 0.20m

---

## **4.2.- ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ARMADO DE ESTRUCTURAS**

### **4.2.1.- ESTAQUEO DE LÍNEA**

La ubicación en el sitio de construcción de los postes y riendas debe ser señalada normalmente por medio de estacas, en algunas ocasiones se debe pintar de color llamativo (rojo o amarillo) y se debe numerar apropiadamente.

En el caso del señalamiento de postes, la estaca indica la posición del centro de éstos, la cual el ejecutor debe remover para iniciar la excavación. En lo referente al señalamiento de riendas, la posición de la estaca es el lugar donde debe perforarse el agujero para el rienda; teniendo en cuenta la longitud de la varilla, la altura del poste y que el canal que aloja la varilla debe seguir una dirección radial con respecto al poste.

### **4.2.2.- POSTES**

Los pozos para empotramientos de los postes deben ser suficientemente amplios para permitir el uso de apisonadores en todo el derredor del poste, en la profundidad completa del agujero. El diámetro mínimo de mecha 50cm. y para terrenos que no admiten el uso de mecha el pozo debe tener dimensiones en planta de 80x80cm.

Luego de que los postes han sido colocados y alineados debidamente, los pozos se deben rellenar con suelocemento en una proporción 12-1 hasta 50cm por debajo del nivel del terreno natural y los 50cm restantes se deben rellenar con material natural sin cemento. En toda la profundidad del pozo, los materiales aportados deben ser bien apisonados en capas sucesivas de no más de 15cm de espesor. En el caso de que el material extraído del pozo no sea adecuado para la compactación, el ejecutor debe obtener y acarrear material apropiado para esto, que en algunos casos puede ser piedra fina (grava).

El ejecutor se debe encargar de que el lugar en el que se instaló la unidad quede limpio, libre de desechos y materiales sobrantes. Si dicho lugar fuera una acera u otro tipo de área cementada, es responsabilidad del ejecutor que después del trabajo, el área quede debidamente reparada.

Se deben escoger postes grandes y robustos para los puntos en que haya que montar equipos y en donde haya ángulos y remates.

Los postes deben quedar bien alineados. Cada poste debe mantenerse a plomo después de terminada la construcción.

### **4.2.3.- ANCLAJE**

El ejecutor debe asegurarse de que los anclajes desarrollen efectivamente la resistencia necesaria, para lo cual debe usar el material de relleno adecuado luego de que el ancla ha sido colocada en el agujero, éste debe rellenarse con capas de tierra de no más de 15cm de espesor, compactándose entre cada capa de tierra.

La varilla del ancla debe ser colocada de manera que el guardacabo no sobresalga más de 15cm., ni menos de 10cm. del nivel del terreno. La varilla del ancla debe quedar alineada con el cable de la rienda dentro del canal.

---

#### **4.2.4.- AISLADORES**

Los aisladores que se utilizan son LP poliméricos y cadenas poliméricas.

#### **4.2.5.- ESTRUCTURAS**

El diseño de los diferentes tipos de estructuras se muestra en los planos anexos en este manual. Todas las estructuras están definidas y se deben armar de acuerdo con los detalles mostrados en los dibujos.

En el caso de estructuras en ángulos, se deben evitar amarre en ángulos menores a 25° utilizando en su lugar estructuras de suspensión.

En estructuras de amarre para ángulos pequeños con conductores AIAI 35 se admite el cierre del ángulo entre riendas (en la bisectriz exterior) en un valor de 5°.

Las tuercas y contratuerkas deben ser apretadas adecuadamente para evitar aflojes en pernos de sujeción.

En el caso de apriete entre estructuras metálicas y entre éstas y hormigón se debe aplicar un torque de 7 kg.m para pernos de 16mm de diámetro o superior y 3,5kg.m o para pernos de 12mm de diámetro.

Para el montaje de equipos (conexiones de puentes y cables de tierra) y grapas, salvo recomendación distinta del fabricante se deben verificar los siguientes torques:

- grapas: 3kg.m
- pernos de 12mm para seccionadores: 5kg.m
- clemas para PAT : 2,5kg.m
- seccionadores BT: 3kg.m para métrica menor o igual a 10 y 5kg.m para métrica mayor a 10
- cut outs: 2,5kg.m
- descargadores: 3kg.m
- salida de BT en transformadores: 5kg.m
- bornes de MT en transformadores: 2,5kg.m

Las estructuras que vayan en ángulo deben quedar alineadas con la bisectriz del mismo.

A los postes de madera se les debe perforar únicamente los agujeros necesarios para instalar los pernos que correspondan a cada montaje.

Los aisladores al instalarse, deben limpiarse completamente de polvo, basura, etc., con el fin de evitar al máximo las probabilidades de arcos eléctricos por contaminación.

En las estructuras que se prevea la utilización de escaleras para el acceso a los equipos, se debe regularizar la superficie de apoyo de la misma.

Los herrajes que se monten, por estar en zona poluída, deben galvanizarse en frio.

Los Cut-Outs también deben ser especiales para zona poluída.

#### **4.2.6.- ATERRAMIENTO**

Se debe aterrizar aquellos postes que tengan equipamiento eléctrico o que sean de cruces de carretera.

Para las soluciones adoptadas para la tierra de protección de equipo eléctrico cuando el mismo tiene descargadores, se debe tener una resistencia óhmica no superior a **5 ohms** y **20 ohms** para los demás casos. Para el cruce de carreteras se exige una resistencia no mayor a **20 ohms**.

Los valores de resistencia obtenidos son de responsabilidad del proyectista.

#### **4.2.7.- TENDIDO DE CONDUCTORES**

Cada carrete de conductor debe ser examinado y el cable inspeccionado en busca de cortaduras, dobleces u otros daños.

El ejecutor debe evitar en todo momento que el conductor sea arrastrado por el suelo o sobre otros objetos (cercas, portones, etc.), que sea aplastado por vehículos o pisoteado por ganado.

Los conductores se deben tender utilizando poleas previamente colocadas por las cuales se debe deslizar el conductor y se debe tener especial cuidado de que a éste no se le ocasionen raspaduras ni se le retuerza; el conductor debe ser tendido sin tocar el suelo en ningún momento.

En las obras por contrato, si los conductores se dañan por mal manejo o utilización de mordazas inadecuadas, el contratista tiene que repararlos o reemplazarlos, a su cargo, de manera satisfactoria para el Director de Obra.

Todas las reparaciones deben ser efectuadas antes del tensado de los conductores.

Una vez realizado el tendido de cable se procede a la sujeción del mismo a los aisladores o cadenas de aisladores. Esto incluye la colocación de elementos preformados y/o grapas, colocación de accesorios de acople con los aisladores de suspensión y/o sujeción a los aisladores rígidos.

En todas las uniones de conductores de aluminio se deben limpiar las zonas de contacto previamente con cepillo de alambre y utilizando grasa conductora, inhibidora de la corrosión.

#### **4.2.8.- AMARRES Y DERIVACIONES**

En los amarres y derivaciones el ejecutor debe dejar colas de 2 metros de longitud de conductor para proceder a realizar los "puentes" correspondientes, luego de haber aprobado el Director de Obra el tensado de los conductores.

Todos las puntas de cable, deben ser sujetados entre sí por medio de zunchos o alambre de aluminio a efectos de impedir su separación.

En todos los casos, los conectores a utilizar deben ser de tipo elásticos de cuña; no se admite el uso de conectores de ranuras paralelas.

Todos los terminales deben ser de tipo bimetálicos aéreos de montaje por compresión hexagonal.

#### **4.2.9.- CAMBIO DE TENDIDO HORIZONTAL A ESTRUCTURAS VERTICALES EN ÁNGULOS**

Para cambios de tendido de distribución de conductores en delta a vertical bandera o viceversa, los mismos deben hacerse como se muestra en el dibujo que integra este manual (plano ERTRIF58-00).

#### **4.2.10.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Previo al comienzo de los trabajos, el Contratista debe contar con el equipo y herramientas necesarias para realizar los mismos.

En particular se detalla a continuación un equipamiento mínimo.

##### **4.2.10.1.- Equipamiento de seguridad para el personal**

El Contratista debe proveer al personal que trabaje con línea aérea el siguiente equipamiento:

- casco con barbijo
- cinturón de seguridad
- calzado de seguridad
- guantes de protección mecánica
- guantes aislantes y sobreguante mecánico hasta el codo de clase adecuada a media tensión
- gafas para electricista
- ropa adecuada con la identificación de la empresa

---

**4.2.10.2.- Equipos**

- GPS
- camión grúa con canasto
- carros para defilar bobinas con sistema de frenado
- apisonadores
- cisterna
- telurímetro
- mecha de 50cm de diámetro
- compresor o martillo neumático, en caso de suelo rocoso

**4.2.10.3.- Herramientas por cuadrilla**

- malacates o ranas
- dinamómetro y/o regleta
- escaleras
- taladro
- pinza hidráulica para compresión
- poleas de tendido
- plomada
- pinza para cortar cable
- herramienta para colocar conectores elásticos



---

#### **4.3.- TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO**

A continuación se transcriben tablas de cálculo mecánico para cada tipo de conductor seleccionado.

Las mismas especifican para distintos vanos, la tensión máxima a la que puede estar sometido el conductor, sin que se excedan las tracciones máximas especificadas para el presente proyecto tipo de líneas de electrificación rural.

Estas tablas pueden ser usadas para determinar el vano máximo admitido en un terreno plano partiendo de la flecha que puede tener el conductor. Esta flecha es la diferencia entre la altura del conductor más bajo en el apoyo y el gálibo mínimo.

**CÁLCULO MECANICO DE CONDUCTORES**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO Al-Al 35 (Electrificación Rural)**

T = tensión máxima en daN F = flecha en m		Viento..80 x 7,63x10 <sup>-3</sup> = 0,610 daN/m Tensión máx. adm...45 % R			Sección..35 mm <sup>2</sup> Diámetro..7,63 mm		Módulo Elast...6000 daN/mm <sup>2</sup> Coeficiente Dilat...23x10 <sup>-6</sup> 1/°C			Peso cable..0,096 daN/m Tensión Rotura..996 daN		
Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S (15 °C)			50 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
60	283	28,41	0,15	309	31,02	169	16,97	0,26	63	0,69	656	2948
70	281	28,21	0,21	330	33,13	169	16,97	0,35	69	0,85	719	2927
80	278	27,91	0,28	350	35,14	169	16,97	0,45	75	1,03	781	2896
90	275	27,61	0,35	369	37,05	169	16,97	0,58	80	1,22	833	2865
100	272	27,31	0,44	387	38,85	169	16,97	0,71	85	1,42	885	2833
110	269	27,01	0,54	405	40,66	169	16,97	0,86	89	1,63	927	2802
120	266	26,71	0,65	422	42,37	169	16,97	1,02	93	1,86	969	2771
130	262	26,30	0,77	439	44,08	169	16,97	1,20	97	2,09	1010	2729
140	245	24,60	0,96	448	44,98	160	16,06	1,47	97	2,43	1010	2552
150	211	21,18	1,28	448	44,98	141	14,16	1,92	93	2,92	969	2198
160	181	18,17	1,69	448	44,98	127	12,7	2,43	89	3,46	927	1885
170	157	15,76	2,20	448	44,98	116	11,65	2,99	86	4,02	896	1635
180	140	14,06	2,79	448	44,98	108	10,84	3,60	84	4,62	875	1458
190	126	12,65	3,43	448	44,98	102	10,24	4,24	82	5,27	854	1312
200	116	11,65	4,12	448	44,98	97	9,74	4,92	81	5,95	844	1208
210	109	10,94	4,85	448	44,98	94	9,44	5,64	80	6,65	833	1135
220	103	10,40	5,61	448	44,98	91	9,14	6,39	79	7,40	823	1073
230	99	9,95	6,41	448	44,98	88	8,89	7,18	78	8,15	813	1031

**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO Al-Al 50 (Electrificación Rural)**

T = tensión máxima en daN F = flecha en m			Viento..80 x 9,12x10 <sup>-3</sup> = 0,730 daN/m Tensión máx. adm...45 % R			Sección..50 mm <sup>2</sup> Diámetro..9,12 mm		Módulo Elast...6000 daN/mm <sup>2</sup> Coeficiente Dilat...23x10 <sup>-6</sup> 1/°C			Peso cable..0,136 daN/m Tensión Rotura..1425 daN	
Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S (15 °C)			50 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
60	405	28,45	0,15	410	28,76	242	16,98	0,25	90	0,68	660	2978
70	402	28,22	0,21	435	30,54	242	16,98	0,34	98	0,85	723	2956
80	399	27,97	0,27	460	32,26	242	16,98	0,45	106	1,02	781	2934
90	395	27,69	0,35	483	33,92	242	16,98	0,57	114	1,21	835	2904
100	390	27,38	0,44	506	35,51	242	16,98	0,70	120	1,41	886	2868
110	386	27,06	0,53	528	37,04	242	16,98	0,85	127	1,62	932	2838
120	381	26,71	0,64	549	38,51	242	16,98	1,01	133	1,85	976	2801
130	375	26,35	0,77	569	39,94	242	16,98	1,19	138	2,08	1016	2757
140	370	25,98	0,90	589	41,31	242	16,98	1,38	143	2,32	1055	2721
150	365	25,60	1,05	607	42,63	242	16,98	1,58	148	2,58	1090	2684
160	359	25,20	1,21	626	43,91	242	16,98	1,80	153	2,85	1124	2640
170	349	24,52	1,41	641	44,98	239	16,78	2,06	156	3,15	1146	2566
180	313	21,94	1,76	641	44,98	219	15,39	2,51	151	3,65	1110	2301
190	280	19,67	2,19	641	44,98	203	14,27	3,02	147	4,18	1080	2059
200	253	17,76	2,69	641	44,98	191	13,38	3,57	144	4,74	1055	1860
210	231	16,21	3,25	641	44,98	180	12,67	4,16	141	5,33	1035	1699
220	213	14,98	3,86	641	44,98	172	12,01	4,78	138	5,95	1017	1566
230	200	14,01	4,51	641	44,98	166	11,63	5,43	136	6,60	1002	1468

**CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO Al-AI 70 (Electrificación Rural)**

T = tensión máxima en daN F = flecha en m			Viento..80 x 10,85x10 <sup>-3</sup> = 0,868 daN/m Tensión máx. adm...45 % R			Sección..70 mm <sup>2</sup> Diámetro..10,85 mm		Módulo Elast...5700 daN/mm <sup>2</sup> Coeficiente Dilat...23x10 <sup>-6</sup> 1/°C		Peso cable..0,193 daN/m Tensión Rotura..1995 daN		
Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S (15 °C)			50 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
40	563	28,22	0,07	471	23,62	339	17	0,11	103	0,38	533	2918
50	560	28,07	0,11	502	25,16	339	17	0,18	117	0,51	607	2902
60	556	27,89	0,16	533	26,69	339	17	0,26	130	0,67	674	2883
70	552	27,68	0,21	562	28,19	339	17	0,35	142	0,83	736	2861
80	547	27,43	0,28	591	29,64	339	17	0,45	153	1,01	792	2836
90	542	27,17	0,36	619	31,04	339	17	0,58	163	1,20	845	2809
100	536	26,88	0,45	646	32,39	339	17	0,71	172	1,40	893	2779
110	530	26,57	0,55	672	33,69	339	17	0,86	181	1,61	939	2747
120	524	26,24	0,66	697	34,94	339	17	1,02	189	1,84	981	2713
130	517	25,90	0,79	721	36,15	339	17	1,20	197	2,07	1020	2678
140	510	25,55	0,93	744	37,31	339	17	1,39	204	2,32	1057	2641
150	503	25,19	1,08	767	38,44	339	17	1,60	211	2,58	1092	2604
160	495	24,83	1,25	788	39,52	339	17	1,82	217	2,85	1124	2567
170	488	24,47	1,43	809	40,57	339	17	2,06	223	3,13	1155	2529
180	481	24,11	1,63	830	41,58	339	17	2,30	228	3,42	1183	2492
190	474	23,75	1,84	849	42,56	339	17	2,57	234	3,73	1210	2455
200	467	23,40	2,07	868	43,50	339	17	2,85	238	4,05	1235	2419
210	460	23,06	2,31	886	44,41	339	17	3,14	243	4,38	1259	2384

#### **4.4.- TABLAS DE TENDIDO**

A continuación se transcriben tablas de tendido para los distintos conductores seleccionados y para diversos vanos de regulación.

Se debe seleccionar la tabla de tendido correspondiente al conductor a usar y al vano de regulación correspondiente al cantón.

El vano de regulación es un vano ideal representativo del cantón.

Este vano de regulación se calcula como:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$$

siendo :

$a_i$  = Vanos sucesivos de alineación, entre dos apoyos de amarre consecutivos (cantón), expresados en metros.

$a_r$  = Vano de regulación, en metros.

Ejemplo práctico de cálculo de vano de regulación:

Dado un cantón formado por vanos de 90, 95, 90 y 100m, el vano regulador correspondiente es el siguiente:

$$a_r = \sqrt{\frac{90^3 + 95^3 + 90^3 + 100^3}{90 + 95 + 90 + 100}} = 94m$$

La primera tabla (tabla de flechas por retorno de onda) puede utilizarse como herramienta para la medición de flechas mediante el método de retorno de onda que es independiente del tipo de conductor.

Dada un vano en el cual se pretende verificar la flecha, se provoca una perturbación en el conductor junto al aislador rígido mediante un golpe y se miden los tiempos de retorno de onda. Éstos determinan la flecha existente en el vano con el tiempo de retorno de onda en el 3er., 5to. y 10mo. retorno.

**Tabla de Flechas por retorno de Onda (\*)**

Metros	Retorno de Onda			Metros	Retorno de Onda		
	3er tiempo	5to tiempo	10mo tiempo		3er tiempo	5to tiempo	10mo tiempo
0,1	1,7	2,9	5,7	1,5	6,6	11,1	22,1
0,125	1,9	3,2	6,4	1,525	6,7	11,1	22,3
0,15	2,1	3,5	7,0	1,55	6,7	11,2	22,5
0,175	2,3	3,8	7,6	1,575	6,8	11,3	22,7
0,2	2,4	4,0	8,1	1,6	6,9	11,4	22,8
0,225	2,6	4,3	8,6	1,625	6,9	11,5	23,0
0,25	2,7	4,5	9,0	1,65	7,0	11,6	23,3
0,275	2,8	4,7	9,5	1,675	7,0	11,7	23,4
0,3	3,0	4,9	9,9	1,7	7,1	11,8	23,5
0,325	3,1	5,1	10,3	1,725	7,1	11,9	23,7
0,35	3,2	5,3	10,7	1,75	7,2	11,9	23,9
0,375	3,3	5,5	11,1	1,775	7,2	12,0	24,1
0,4	3,4	5,7	11,4	1,8	7,3	12,1	24,2
0,425	3,5	5,9	11,8	1,825	7,3	12,2	24,2
0,45	3,6	6,1	12,1	1,85	7,4	12,3	24,6
0,475	3,7	6,2	12,4	1,875	7,4	12,4	24,7
0,5	3,8	6,4	12,8	1,9	7,5	12,4	24,9
0,525	3,9	6,5	13,1	1,925	7,5	12,5	25,1
0,55	4,0	6,7	13,4	1,95	7,6	12,6	25,2
0,575	4,1	6,8	13,7	1,975	7,6	12,7	25,4
0,6	4,2	7,0	14,0	2,0	7,7	12,8	25,5
0,625	4,3	7,1	14,3	2,025	7,7	12,8	25,7
0,65	4,4	7,3	14,6	2,05	7,8	12,9	25,9
0,675	4,5	7,4	14,8	2,075	7,8	13,0	26,0
0,7	4,5	7,6	15,1	2,1	7,9	13,1	26,2
0,725	4,6	7,7	15,4	2,125	7,9	13,2	26,3
0,75	4,7	7,8	15,6	2,15	7,9	13,2	26,5
0,775	4,8	7,9	15,9	2,175	8,0	13,3	26,6
0,8	4,8	8,1	16,2	2,2	8,0	13,4	26,8
0,825	4,9	8,2	16,4	2,225	8,1	13,5	26,9
0,85	5,0	8,3	16,6	2,25	8,1	13,5	27,1
0,875	5,1	8,4	16,9	2,275	8,2	13,6	27,2
0,9	5,1	8,6	17,1	2,3	8,2	13,7	27,4
0,925	5,2	8,7	17,4	2,325	8,3	13,8	27,5
0,95	5,3	8,8	17,6	2,35	8,3	13,8	27,7
0,975	5,3	8,9	17,8	2,375	8,3	13,9	27,8
1,0	5,4	9,0	18,1	2,4	8,4	14,0	28,0
1,025	5,5	9,1	18,3	2,425	8,4	14,1	28,1
1,05	5,6	9,3	18,5	2,45	8,5	14,1	28,3
1,075	5,6	9,4	18,7	2,475	8,5	14,2	28,4
1,1	5,7	9,5	18,9	2,5	8,6	14,3	28,6
1,125	5,7	9,6	19,2	2,525	8,6	14,3	28,7
1,15	5,8	9,7	19,4	2,55	8,7	14,4	28,8
1,175	5,9	9,8	19,6	2,575	8,7	14,5	29,0
1,2	5,9	9,9	19,8	2,6	8,7	14,6	29,1
1,225	6,0	10,0	20,0	2,625	8,8	14,6	29,3
1,25	6,1	10,1	20,2	2,65	8,8	14,7	29,4
1,275	6,1	10,2	20,4	2,675	8,9	14,8	29,5
1,3	6,2	10,3	20,6	2,7	8,9	14,8	29,7
1,325	6,2	10,4	20,8	2,725	8,9	14,9	29,8
1,35	6,3	10,5	21,0	2,75	9,0	15,0	29,9
1,375	6,4	10,6	21,2	2,775	9,0	15,0	30,1
1,4	6,4	10,7	21,4	2,8	9,1	15,1	30,2
1,425	6,5	10,8	21,6	2,825	9,1	15,2	30,3
1,45	6,5	10,9	21,7	2,85	9,1	15,2	30,5
1,475	6,6	11,0	21,9	2,875	9,2	15,3	30,6

(\*) Válido para todos los conductores

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 35 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..35 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,096 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..7,63 mm</b>	<b>Coefficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..996 daN</b>

**VANO REGULADOR 40 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	268	244	220	197	174	151	129	108	89	73
V a n o	20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07
	25	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10
	30	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,15
	35	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10	0,11	0,14	0,16	0,20
	40	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,26
	45	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,19	0,23	0,27	0,33
	50	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,20	0,23	0,28	0,34	0,41
	55	0,14	0,15	0,17	0,18	0,21	0,24	0,28	0,34	0,41	0,50
	60	0,16	0,18	0,20	0,22	0,25	0,29	0,33	0,40	0,48	0,59
	65	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29	0,34	0,39	0,47	0,57	0,69
	70	0,22	0,24	0,27	0,30	0,34	0,39	0,46	0,54	0,66	0,80
	75	0,25	0,28	0,31	0,34	0,39	0,45	0,52	0,63	0,76	0,92
	80	0,29	0,31	0,35	0,39	0,44	0,51	0,60	0,71	0,86	1,05
	85	0,32	0,36	0,39	0,44	0,50	0,57	0,67	0,80	0,97	1,19
	90	0,36	0,40	0,44	0,49	0,56	0,64	0,75	0,90	1,09	1,33
	95	0,40	0,44	0,49	0,55	0,62	0,72	0,84	1,00	1,21	1,48
	100	0,45	0,49	0,55	0,61	0,69	0,79	0,93	1,11	1,34	1,64
	105	0,49	0,54	0,60	0,67	0,76	0,88	1,03	1,23	1,48	1,81
	110	0,54	0,60	0,66	0,74	0,83	0,96	1,13	1,34	1,63	1,99
	115	0,59	0,65	0,72	0,81	0,91	1,05	1,23	1,47	1,78	2,17
	120	0,64	0,71	0,79	0,88	0,99	1,14	1,34	1,60	1,94	2,36

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 35 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..35 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,096 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..7,63 mm</b>	<b>Coefficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..996 daN</b>

**VANO REGULADOR 60 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	264	241	218	195	173	152	132	114	98	84
V a n o	30	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13
	35	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17
	40	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,20	0,23
	45	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,25	0,29
	50	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,20	0,23	0,26	0,31	0,36
	55	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28	0,32	0,37	0,43
	60	0,16	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,33	0,38	0,44	0,51
	65	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29	0,33	0,38	0,44	0,52	0,60
	70	0,22	0,24	0,27	0,30	0,34	0,39	0,45	0,52	0,60	0,70
	75	0,26	0,28	0,31	0,35	0,39	0,44	0,51	0,59	0,69	0,80
	80	0,29	0,32	0,35	0,39	0,44	0,51	0,58	0,67	0,79	0,91
	85	0,33	0,36	0,40	0,44	0,50	0,57	0,66	0,76	0,89	1,03
	90	0,37	0,40	0,45	0,50	0,56	0,64	0,74	0,85	0,99	1,15
	95	0,41	0,45	0,50	0,56	0,63	0,71	0,82	0,95	1,11	1,29
	100	0,45	0,50	0,55	0,62	0,69	0,79	0,91	1,05	1,23	1,43
	105	0,50	0,55	0,61	0,68	0,76	0,87	1,00	1,16	1,35	1,57
	110	0,55	0,60	0,67	0,74	0,84	0,96	1,10	1,27	1,48	1,72
	115	0,60	0,66	0,73	0,81	0,92	1,04	1,20	1,39	1,62	1,88
	120	0,65	0,72	0,79	0,89	1,00	1,14	1,31	1,52	1,77	2,05
	125	0,71	0,78	0,86	0,96	1,08	1,23	1,42	1,64	1,92	2,23
	130	0,77	0,84	0,93	1,04	1,17	1,33	1,54	1,78	2,07	2,41

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>



**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 35 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..35 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,096 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..7,63 mm</b>	<b>Coeficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..996 daN</b>

**VANO REGULADOR 80 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	260	237	215	194	173	154	136	120	106	94
V a n o	40	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
	45	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,26
	50	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,19	0,22	0,25	0,28	0,32
	55	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,27	0,31	0,34	0,39
	60	0,17	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,32	0,36	0,41	0,46
	65	0,20	0,21	0,24	0,26	0,29	0,33	0,37	0,43	0,48	0,54
	70	0,23	0,25	0,27	0,30	0,34	0,38	0,43	0,49	0,56	0,63
	75	0,26	0,28	0,31	0,35	0,39	0,44	0,50	0,57	0,64	0,72
	80	0,30	0,32	0,36	0,40	0,44	0,50	0,56	0,65	0,73	0,82
	85	0,33	0,37	0,40	0,45	0,50	0,56	0,64	0,73	0,82	0,92
	90	0,37	0,41	0,45	0,50	0,56	0,63	0,71	0,82	0,92	1,04
	95	0,42	0,46	0,50	0,56	0,63	0,70	0,80	0,91	1,02	1,15
	100	0,46	0,51	0,56	0,62	0,69	0,78	0,88	1,01	1,14	1,28
	105	0,51	0,56	0,62	0,68	0,76	0,86	0,97	1,11	1,25	1,41
	110	0,56	0,61	0,68	0,75	0,84	0,94	1,07	1,22	1,37	1,55
	115	0,61	0,67	0,74	0,82	0,92	1,03	1,17	1,33	1,50	1,69
	120	0,66	0,73	0,80	0,89	1,00	1,12	1,27	1,45	1,63	1,84
	125	0,72	0,79	0,87	0,97	1,08	1,22	1,38	1,58	1,77	2,00
	130	0,78	0,86	0,94	1,05	1,17	1,32	1,49	1,70	1,92	2,16
	135	0,84	0,92	1,02	1,13	1,26	1,42	1,61	1,84	2,07	2,33
	140	0,90	0,99	1,09	1,21	1,36	1,53	1,73	1,98	2,22	2,50

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 35 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..35 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,096 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..7,63 mm</b>	<b>Coeficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..996 daN</b>

**VANO REGULADOR 100 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	255	233	212	192	173	155	139	125	113	102
V a n o	60	0,17	0,19	0,20	0,23	0,25	0,28	0,31	0,35	0,38	0,42
	65	0,20	0,22	0,24	0,26	0,29	0,33	0,36	0,41	0,45	0,50
	70	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,38	0,42	0,47	0,52	0,57
	75	0,26	0,29	0,32	0,35	0,39	0,44	0,49	0,54	0,60	0,66
	80	0,30	0,33	0,36	0,40	0,44	0,50	0,55	0,61	0,68	0,75
	85	0,34	0,37	0,41	0,45	0,50	0,56	0,62	0,69	0,77	0,85
	90	0,38	0,42	0,46	0,51	0,56	0,63	0,70	0,78	0,86	0,95
	95	0,42	0,46	0,51	0,56	0,63	0,70	0,78	0,87	0,96	1,06
	100	0,47	0,52	0,57	0,63	0,69	0,77	0,86	0,96	1,06	1,17
	105	0,52	0,57	0,62	0,69	0,76	0,85	0,95	1,06	1,17	1,29
	110	0,57	0,62	0,68	0,76	0,84	0,94	1,04	1,16	1,29	1,42
	115	0,62	0,68	0,75	0,83	0,92	1,02	1,14	1,27	1,41	1,55
	120	0,68	0,74	0,82	0,90	1,00	1,11	1,24	1,38	1,53	1,69
	125	0,74	0,80	0,88	0,98	1,08	1,21	1,35	1,50	1,66	1,83
	130	0,80	0,87	0,96	1,06	1,17	1,31	1,46	1,62	1,80	1,98
	135	0,86	0,94	1,03	1,14	1,26	1,41	1,57	1,75	1,94	2,14
	140	0,92	1,01	1,11	1,23	1,36	1,52	1,69	1,88	2,09	2,30
	145	0,99	1,08	1,19	1,31	1,46	1,63	1,82	2,02	2,24	2,47
	150	1,06	1,16	1,27	1,41	1,56	1,74	1,94	2,16	2,39	2,64
	155	1,13	1,24	1,36	1,50	1,67	1,86	2,07	2,31	2,56	2,82
	160	1,20	1,32	1,45	1,60	1,78	1,98	2,21	2,46	2,72	3,00

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 35 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..35 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,096 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..7,63 mm</b>	<b>Coeficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..996 daN</b>

**VANO REGULADOR 120 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	249	228	208	190	172	156	142	130	119	102
V a n o	80	0,31	0,34	0,37	0,40	0,45	0,49	0,54	0,59	0,65	0,75
	85	0,35	0,38	0,42	0,46	0,50	0,56	0,61	0,67	0,73	0,85
	90	0,39	0,43	0,47	0,51	0,57	0,62	0,68	0,75	0,82	0,95
	95	0,43	0,48	0,52	0,57	0,63	0,69	0,76	0,83	0,91	1,06
	100	0,48	0,53	0,58	0,63	0,70	0,77	0,85	0,92	1,01	1,17
	105	0,53	0,58	0,64	0,70	0,77	0,85	0,93	1,02	1,11	1,29
	110	0,58	0,64	0,70	0,76	0,84	0,93	1,02	1,12	1,22	1,42
	115	0,64	0,70	0,76	0,84	0,92	1,02	1,12	1,22	1,33	1,55
	120	0,69	0,76	0,83	0,91	1,00	1,11	1,22	1,33	1,45	1,69
	125	0,75	0,82	0,90	0,99	1,09	1,20	1,32	1,44	1,58	1,83
	130	0,81	0,89	0,98	1,07	1,18	1,30	1,43	1,56	1,70	1,98
	135	0,88	0,96	1,05	1,15	1,27	1,40	1,54	1,68	1,84	2,14
	140	0,94	1,03	1,13	1,24	1,37	1,51	1,66	1,81	1,98	2,30
	145	1,01	1,11	1,21	1,33	1,47	1,62	1,78	1,94	2,12	2,47
	150	1,08	1,18	1,30	1,42	1,57	1,73	1,90	2,08	2,27	2,64
	155	1,16	1,26	1,39	1,52	1,68	1,85	2,03	2,22	2,42	2,82
	160	1,23	1,35	1,48	1,62	1,79	1,97	2,16	2,36	2,58	3,00
	165	1,31	1,43	1,57	1,72	1,90	2,09	2,30	2,51	2,74	3,19
	170	1,39	1,52	1,67	1,83	2,02	2,22	2,44	2,67	2,91	3,39
	175	1,48	1,61	1,77	1,93	2,14	2,36	2,59	2,83	3,09	3,59
	180	1,56	1,71	1,87	2,05	2,26	2,49	2,74	2,99	3,27	3,80

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 35 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..35 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,096 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..7,63 mm</b>	<b>Coeficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..996 daN</b>

**VANO REGULADOR 140 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	229	211	193	177	163	149	138	128	119	111
V a n o	75	0,29	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45	0,49	0,53	0,57	0,61
	80	0,33	0,36	0,40	0,43	0,47	0,51	0,56	0,60	0,65	0,69
	85	0,38	0,41	0,45	0,49	0,53	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78
	90	0,42	0,46	0,50	0,55	0,60	0,65	0,71	0,76	0,82	0,88
	95	0,47	0,51	0,56	0,61	0,67	0,72	0,79	0,85	0,91	0,98
	100	0,52	0,57	0,62	0,68	0,74	0,80	0,87	0,94	1,01	1,08
	105	0,58	0,63	0,68	0,75	0,81	0,89	0,96	1,04	1,12	1,19
	110	0,63	0,69	0,75	0,82	0,89	0,97	1,05	1,14	1,22	1,31
	115	0,69	0,75	0,82	0,90	0,98	1,06	1,15	1,24	1,34	1,43
	120	0,75	0,82	0,89	0,98	1,06	1,16	1,25	1,36	1,46	1,56
	125	0,82	0,89	0,97	1,06	1,15	1,26	1,36	1,47	1,58	1,69
	130	0,88	0,96	1,05	1,14	1,25	1,36	1,47	1,59	1,71	1,83
	135	0,95	1,04	1,13	1,23	1,35	1,46	1,59	1,72	1,84	1,97
	140	1,03	1,12	1,22	1,33	1,45	1,57	1,71	1,84	1,98	2,12
	145	1,10	1,20	1,31	1,42	1,55	1,69	1,83	1,98	2,13	2,28
	150	1,18	1,28	1,40	1,52	1,66	1,81	1,96	2,12	2,28	2,44
	155	1,26	1,37	1,49	1,63	1,77	1,93	2,09	2,26	2,43	2,60
	160	1,34	1,46	1,59	1,73	1,89	2,06	2,23	2,41	2,59	2,77
	165	1,42	1,55	1,69	1,84	2,01	2,19	2,37	2,56	2,75	2,95
	170	1,51	1,65	1,79	1,96	2,13	2,32	2,52	2,72	2,92	3,13
	175	1,60	1,74	1,90	2,07	2,26	2,46	2,67	2,88	3,10	3,32

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
 Tmáx = 45 % R  
 Teds = 17 % R  
 Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 50 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..50 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,136 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..9,12 mm</b>	<b>Coefficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..1425 daN</b>

**VANO REGULADOR 40 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	383	349	315	282	249	216	184	155	128	104
V a n o	20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07
	25	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10
	30	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,15
	35	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,16	0,20
	40	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	0,18	0,21	0,26
	45	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22	0,27	0,33
	50	0,11	0,12	0,13	0,15	0,17	0,20	0,23	0,27	0,33	0,41
	55	0,13	0,15	0,16	0,18	0,21	0,24	0,28	0,33	0,40	0,49
	60	0,16	0,18	0,19	0,22	0,25	0,28	0,33	0,39	0,48	0,59
	65	0,19	0,21	0,23	0,25	0,29	0,33	0,39	0,46	0,56	0,69
	70	0,22	0,24	0,26	0,30	0,33	0,39	0,45	0,54	0,65	0,80
	75	0,25	0,27	0,30	0,34	0,38	0,44	0,52	0,62	0,75	0,92
	80	0,28	0,31	0,35	0,39	0,44	0,50	0,59	0,70	0,85	1,04
	85	0,32	0,35	0,39	0,44	0,49	0,57	0,67	0,79	0,96	1,18
	90	0,36	0,39	0,44	0,49	0,55	0,64	0,75	0,89	1,08	1,32
	95	0,40	0,44	0,49	0,54	0,62	0,71	0,83	0,99	1,20	1,47
	100	0,44	0,49	0,54	0,60	0,68	0,79	0,92	1,10	1,33	1,63
	105	0,49	0,54	0,60	0,66	0,75	0,87	1,02	1,21	1,47	1,80
	110	0,54	0,59	0,65	0,73	0,83	0,95	1,12	1,33	1,61	1,97
	115	0,59	0,64	0,71	0,80	0,90	1,04	1,22	1,45	1,76	2,15
	120	0,64	0,70	0,78	0,87	0,98	1,13	1,33	1,58	1,92	2,35

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 50 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..50 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,136 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..9,12 mm</b>	<b>Coefficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..1425 daN</b>

**VANO REGULADOR 60 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	378	345	312	280	248	218	189	163	140	120
V a n o	30	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13
	35	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17
	40	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,17	0,19	0,23
	45	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,25	0,29
	50	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,19	0,22	0,26	0,30	0,35
	55	0,14	0,15	0,16	0,18	0,21	0,24	0,27	0,32	0,37	0,43
	60	0,16	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,32	0,38	0,44	0,51
	65	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29	0,33	0,38	0,44	0,51	0,60
	70	0,22	0,24	0,27	0,30	0,34	0,38	0,44	0,51	0,60	0,69
	75	0,25	0,28	0,31	0,34	0,39	0,44	0,51	0,59	0,68	0,80
	80	0,29	0,32	0,35	0,39	0,44	0,50	0,58	0,67	0,78	0,91
	85	0,32	0,36	0,39	0,44	0,50	0,56	0,65	0,75	0,88	1,02
	90	0,36	0,40	0,44	0,49	0,56	0,63	0,73	0,84	0,99	1,15
	95	0,41	0,44	0,49	0,55	0,62	0,70	0,81	0,94	1,10	1,28
	100	0,45	0,49	0,54	0,61	0,69	0,78	0,90	1,04	1,22	1,42
	105	0,50	0,54	0,60	0,67	0,76	0,86	0,99	1,15	1,34	1,56
	110	0,54	0,60	0,66	0,73	0,83	0,94	1,09	1,26	1,47	1,71
	115	0,59	0,65	0,72	0,80	0,91	1,03	1,19	1,38	1,61	1,87
	120	0,65	0,71	0,78	0,87	0,99	1,12	1,30	1,50	1,75	2,04
	125	0,70	0,77	0,85	0,95	1,07	1,22	1,41	1,63	1,90	2,21
	130	0,76	0,83	0,92	1,03	1,16	1,32	1,52	1,76	2,06	2,39

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 50 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..50 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,136 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..9,12 mm</b>	<b>Coefficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..1425 daN</b>

**VANO REGULADOR 80 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	372	340	308	277	248	220	194	171	151	134
V a n o	40	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
	45	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,26
	50	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,19	0,22	0,25	0,28	0,32
	55	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,27	0,30	0,34	0,38
	60	0,16	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,32	0,36	0,41	0,46
	65	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29	0,33	0,37	0,42	0,48	0,54
	70	0,22	0,25	0,27	0,30	0,34	0,38	0,43	0,49	0,55	0,62
	75	0,26	0,28	0,31	0,35	0,39	0,43	0,49	0,56	0,63	0,71
	80	0,29	0,32	0,35	0,39	0,44	0,49	0,56	0,64	0,72	0,81
	85	0,33	0,36	0,40	0,44	0,50	0,56	0,63	0,72	0,81	0,92
	90	0,37	0,41	0,45	0,50	0,56	0,63	0,71	0,81	0,91	1,03
	95	0,41	0,45	0,50	0,55	0,62	0,70	0,79	0,90	1,02	1,15
	100	0,46	0,50	0,55	0,61	0,69	0,77	0,88	0,99	1,13	1,27
	105	0,50	0,55	0,61	0,68	0,76	0,85	0,97	1,10	1,24	1,40
	110	0,55	0,61	0,67	0,74	0,83	0,94	1,06	1,20	1,36	1,54
	115	0,60	0,66	0,73	0,81	0,91	1,02	1,16	1,31	1,49	1,68
	120	0,66	0,72	0,79	0,88	0,99	1,11	1,26	1,43	1,62	1,83
	125	0,71	0,78	0,86	0,96	1,07	1,21	1,37	1,55	1,76	1,98
	130	0,77	0,85	0,93	1,04	1,16	1,31	1,48	1,68	1,90	2,15
	135	0,83	0,91	1,01	1,12	1,25	1,41	1,60	1,81	2,05	2,31
	140	0,90	0,98	1,08	1,20	1,34	1,51	1,72	1,95	2,21	2,49

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 50 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..50 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,136 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..9,12 mm</b>	<b>Coefficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..1425 daN</b>

**VANO REGULADOR 100 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	365	334	304	275	247	222	199	179	161	146
V a n o	60	0,17	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,38	0,42
	65	0,20	0,22	0,24	0,26	0,29	0,32	0,36	0,40	0,45	0,49
	70	0,23	0,25	0,27	0,30	0,34	0,38	0,42	0,47	0,52	0,57
	75	0,26	0,29	0,31	0,35	0,39	0,43	0,48	0,54	0,59	0,66
	80	0,30	0,33	0,36	0,40	0,44	0,49	0,55	0,61	0,68	0,75
	85	0,34	0,37	0,40	0,45	0,50	0,55	0,62	0,69	0,76	0,84
	90	0,38	0,41	0,45	0,50	0,56	0,62	0,69	0,77	0,86	0,94
	95	0,42	0,46	0,50	0,56	0,62	0,69	0,77	0,86	0,95	1,05
	100	0,47	0,51	0,56	0,62	0,69	0,77	0,85	0,96	1,06	1,17
	105	0,51	0,56	0,62	0,68	0,76	0,84	0,94	1,05	1,16	1,28
	110	0,56	0,62	0,68	0,75	0,83	0,93	1,03	1,16	1,28	1,41
	115	0,62	0,67	0,74	0,82	0,91	1,01	1,13	1,26	1,40	1,54
	120	0,67	0,73	0,81	0,89	0,99	1,10	1,23	1,38	1,52	1,68
	125	0,73	0,80	0,87	0,97	1,08	1,20	1,33	1,49	1,65	1,82
	130	0,79	0,86	0,95	1,04	1,16	1,29	1,44	1,61	1,78	1,97
	135	0,85	0,93	1,02	1,13	1,25	1,40	1,56	1,74	1,92	2,12
	140	0,91	1,00	1,10	1,21	1,35	1,50	1,67	1,87	2,07	2,28
	145	0,98	1,07	1,18	1,30	1,45	1,61	1,80	2,01	2,22	2,45
	150	1,05	1,15	1,26	1,39	1,55	1,72	1,92	2,15	2,38	2,62
	155	1,12	1,22	1,34	1,49	1,65	1,84	2,05	2,29	2,54	2,80
	160	1,19	1,30	1,43	1,58	1,76	1,96	2,19	2,44	2,70	2,98

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>



**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 50 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..50 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...6000 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,136 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..9,12 mm</b>	<b>Coefficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..1425 daN</b>

**VANO REGULADOR 120 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	356	327	298	272	247	224	204	186	170	156
V a n o	80	0,31	0,33	0,37	0,40	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64	0,70
	85	0,35	0,38	0,41	0,45	0,50	0,55	0,61	0,66	0,72	0,79
	90	0,39	0,42	0,46	0,51	0,56	0,61	0,68	0,74	0,81	0,88
	95	0,43	0,47	0,51	0,56	0,62	0,68	0,76	0,83	0,90	0,98
	100	0,48	0,52	0,57	0,63	0,69	0,76	0,84	0,92	1,00	1,09
	105	0,53	0,57	0,63	0,69	0,76	0,84	0,92	1,01	1,10	1,20
	110	0,58	0,63	0,69	0,76	0,83	0,92	1,01	1,11	1,21	1,32
	115	0,63	0,69	0,75	0,83	0,91	1,00	1,11	1,22	1,32	1,44
	120	0,69	0,75	0,82	0,90	0,99	1,09	1,21	1,32	1,44	1,57
	125	0,75	0,81	0,89	0,98	1,08	1,19	1,31	1,44	1,56	1,70
	130	0,81	0,88	0,96	1,06	1,16	1,28	1,42	1,55	1,69	1,84
	135	0,87	0,95	1,04	1,14	1,25	1,38	1,53	1,67	1,82	1,98
	140	0,94	1,02	1,12	1,23	1,35	1,49	1,64	1,80	1,96	2,13
	145	1,00	1,09	1,20	1,31	1,45	1,60	1,76	1,93	2,10	2,29
	150	1,07	1,17	1,28	1,41	1,55	1,71	1,88	2,07	2,25	2,45
	155	1,15	1,25	1,37	1,50	1,65	1,82	2,01	2,21	2,40	2,61
	160	1,22	1,33	1,46	1,60	1,76	1,94	2,14	2,35	2,56	2,79
	165	1,30	1,42	1,55	1,70	1,87	2,07	2,28	2,50	2,73	2,96
	170	1,38	1,50	1,65	1,81	1,99	2,19	2,42	2,66	2,89	3,14
	175	1,46	1,59	1,75	1,91	2,11	2,32	2,56	2,81	3,07	3,33
	180	1,55	1,68	1,85	2,03	2,23	2,46	2,71	2,98	3,24	3,52

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 70 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..70 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...5700 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,193 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..10,85 mm</b>	<b>Coefficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..1995 daN</b>

**VANO REGULADOR 40 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	527	482	437	392	348	304	262	222	185	153
V a n o	20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
	25	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10
	30	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14
	35	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,13	0,16	0,19
	40	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,21	0,25
	45	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22	0,26	0,32
	50	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,20	0,23	0,27	0,33	0,39
	55	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28	0,33	0,39	0,48
	60	0,16	0,18	0,20	0,22	0,25	0,29	0,33	0,39	0,47	0,57
	65	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29	0,33	0,39	0,46	0,55	0,67
	70	0,22	0,25	0,27	0,30	0,34	0,39	0,45	0,53	0,64	0,77
	75	0,26	0,28	0,31	0,35	0,39	0,45	0,52	0,61	0,73	0,89
	80	0,29	0,32	0,35	0,39	0,44	0,51	0,59	0,70	0,83	1,01
	85	0,33	0,36	0,40	0,44	0,50	0,57	0,66	0,78	0,94	1,14
	90	0,37	0,41	0,45	0,50	0,56	0,64	0,75	0,88	1,06	1,28
	95	0,41	0,45	0,50	0,56	0,63	0,72	0,83	0,98	1,18	1,43
	100	0,46	0,50	0,55	0,62	0,69	0,79	0,92	1,09	1,30	1,58
	105	0,50	0,55	0,61	0,68	0,76	0,87	1,01	1,20	1,44	1,74
	110	0,55	0,61	0,67	0,74	0,84	0,96	1,11	1,31	1,58	1,91
	115	0,61	0,66	0,73	0,81	0,92	1,05	1,22	1,44	1,72	2,09
	120	0,66	0,72	0,80	0,89	1,00	1,14	1,32	1,56	1,88	2,27

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 70 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..70 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...5700 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,193 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..10,85 mm</b>	<b>Coefficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..1995 daN</b>

**VANO REGULADOR 60 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	520	476	432	389	347	307	268	233	201	174
V a n o	30	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13
	35	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17
	40	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,17	0,19	0,22
	45	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,21	0,24	0,28
	50	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,20	0,23	0,26	0,30	0,35
	55	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,27	0,31	0,36	0,42
	60	0,17	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,32	0,37	0,43	0,50
	65	0,20	0,21	0,24	0,26	0,29	0,33	0,38	0,44	0,51	0,59
	70	0,23	0,25	0,27	0,30	0,34	0,39	0,44	0,51	0,59	0,68
	75	0,26	0,28	0,31	0,35	0,39	0,44	0,51	0,58	0,68	0,78
	80	0,30	0,32	0,36	0,40	0,44	0,50	0,58	0,66	0,77	0,89
	85	0,33	0,37	0,40	0,45	0,50	0,57	0,65	0,75	0,87	1,00
	90	0,38	0,41	0,45	0,50	0,56	0,64	0,73	0,84	0,97	1,13
	95	0,42	0,46	0,50	0,56	0,63	0,71	0,81	0,94	1,08	1,25
	100	0,46	0,51	0,56	0,62	0,69	0,79	0,90	1,04	1,20	1,39
	105	0,51	0,56	0,62	0,68	0,77	0,87	0,99	1,14	1,33	1,53
	110	0,56	0,61	0,68	0,75	0,84	0,95	1,09	1,26	1,45	1,68
	115	0,61	0,67	0,74	0,82	0,92	1,04	1,19	1,37	1,59	1,84
	120	0,67	0,73	0,80	0,89	1,00	1,13	1,30	1,50	1,73	2,00
	125	0,72	0,79	0,87	0,97	1,09	1,23	1,41	1,62	1,88	2,17
	130	0,78	0,86	0,94	1,05	1,17	1,33	1,52	1,75	2,03	2,35

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 70 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..70 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...5700 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,193 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..10,85 mm</b>	<b>Coefficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..1995 daN</b>

**VANO REGULADOR 80 m.**

FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	512	469	427	386	347	309	274	243	216	192
V a n o	20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05
	25	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08
	30	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11
	35	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15
	40	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
	45	0,10	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,25
	50	0,12	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31
	55	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,24	0,27	0,30	0,34	0,38
	60	0,17	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,32	0,36	0,40	0,45
	65	0,20	0,22	0,24	0,26	0,29	0,33	0,37	0,42	0,47	0,53
	70	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,38	0,43	0,49	0,55	0,62
	75	0,26	0,29	0,32	0,35	0,39	0,44	0,49	0,56	0,63	0,71
	80	0,30	0,33	0,36	0,40	0,45	0,50	0,56	0,63	0,72	0,80
	85	0,34	0,37	0,41	0,45	0,50	0,56	0,63	0,72	0,81	0,91
	90	0,38	0,42	0,46	0,51	0,56	0,63	0,71	0,80	0,91	1,02
	95	0,42	0,46	0,51	0,56	0,63	0,70	0,79	0,90	1,01	1,13
	100	0,47	0,51	0,56	0,62	0,70	0,78	0,88	0,99	1,12	1,26
	105	0,52	0,57	0,62	0,69	0,77	0,86	0,97	1,09	1,23	1,39
	110	0,57	0,62	0,68	0,76	0,84	0,94	1,06	1,20	1,35	1,52
	115	0,62	0,68	0,75	0,83	0,92	1,03	1,16	1,31	1,48	1,66
	120	0,68	0,74	0,81	0,90	1,00	1,12	1,26	1,43	1,61	1,81

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
 Tmáx = 45 % R  
 Teds = 17 % R  
 Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**  
**CABLE DE ALEACIÓN DE ALUMINIO TIPO AI-AI 70 (Electrificación Rural)**

<b>T = tensión máxima en daN</b>	<b>Sección..70 mm<sup>2</sup></b>	<b>Módulo Elast...5700 daN/mm<sup>2</sup></b>	<b>Peso cable..0,193 daN/m</b>
<b>F = flecha en m</b>	<b>Diámetro..10,85 mm</b>	<b>Coeficiente Dilat...23x10<sup>-6</sup> 1/°C</b>	<b>Tensión Rotura..1995 daN</b>

**VANO REGULADOR 100 m.**

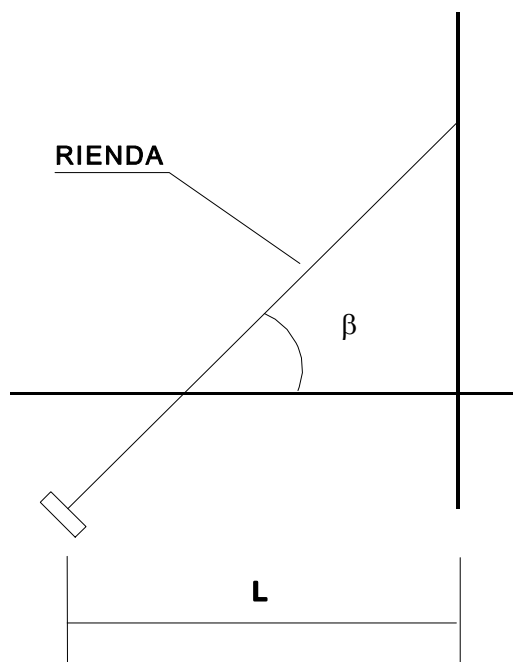
FLECHA											
	Temperatura	0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°
	Tensión	502	461	421	382	346	312	281	253	229	208
V a n o	60	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,38	0,42
	65	0,20	0,22	0,24	0,27	0,29	0,33	0,36	0,40	0,45	0,49
	70	0,24	0,26	0,28	0,31	0,34	0,38	0,42	0,47	0,52	0,57
	75	0,27	0,29	0,32	0,35	0,39	0,43	0,48	0,54	0,59	0,65
	80	0,31	0,33	0,37	0,40	0,45	0,49	0,55	0,61	0,67	0,74
	85	0,35	0,38	0,41	0,46	0,50	0,56	0,62	0,69	0,76	0,84
	90	0,39	0,42	0,46	0,51	0,56	0,63	0,70	0,77	0,85	0,94
	95	0,43	0,47	0,52	0,57	0,63	0,70	0,77	0,86	0,95	1,05
	100	0,48	0,52	0,57	0,63	0,70	0,77	0,86	0,95	1,05	1,16
	105	0,53	0,58	0,63	0,70	0,77	0,85	0,95	1,05	1,16	1,28
	110	0,58	0,63	0,69	0,76	0,84	0,94	1,04	1,15	1,27	1,40
	115	0,64	0,69	0,76	0,83	0,92	1,02	1,14	1,26	1,39	1,53
	120	0,69	0,75	0,83	0,91	1,00	1,11	1,24	1,37	1,52	1,67
	125	0,75	0,82	0,90	0,99	1,09	1,21	1,34	1,49	1,65	1,81
	130	0,81	0,88	0,97	1,07	1,18	1,31	1,45	1,61	1,78	1,96
	135	0,88	0,95	1,04	1,15	1,27	1,41	1,57	1,74	1,92	2,11
	140	0,94	1,03	1,12	1,24	1,37	1,52	1,68	1,87	2,06	2,27
	145	1,01	1,10	1,20	1,33	1,47	1,63	1,81	2,00	2,21	2,44
	150	1,08	1,18	1,29	1,42	1,57	1,74	1,93	2,15	2,37	2,61
	155	1,15	1,26	1,38	1,52	1,68	1,86	2,06	2,29	2,53	2,79
	160	1,23	1,34	1,47	1,61	1,79	1,98	2,20	2,44	2,70	2,97

Nota : Corrección por Creep = 6 °C  
Tmáx = 45 % R  
Teds = 17 % R  
Viento máximo = 80 daN/m<sup>2</sup>

#### **4.5.- TABLAS DE DISTANCIA MÍNIMA DE ANCLAJE DE RIENDAS**

Todas la riendas deben colocarse formando un ángulo de  $45^\circ$  con la horizontal.

En caso que por razones topográficas esto no sea posible, se puede colocar el anclaje más cerca del poste siempre que se respeten las distancias mínimas especificadas en las tablas siguientes:



**LÍNEA TRIFÁSICA - AI-AI 35 mm<sup>2</sup>**

<b>Estructura</b>	<b>Aislación</b>	<b><math>\beta_{\text{máx.}}</math> (°)</b>	<b>Lmín. (m)</b>	<b>Cantidad de Riendas</b>
Suspensión en línea Configuración: delta	rígida simple	---	---	0
Suspensión en ángulo hasta 5° Configuración: delta	rígida simple	79°	1,90	1
Suspensión en ángulo hasta 17° Configuración: delta	rígida doble	72°	3,20	1
Suspensión en ángulo entre 17° y 60° Configuración: bandera	cadena con grapa de suspensión	45°	9,60	1
Amarre en ángulo mayor de 30° Configuración: bandera	cadena de amarre	52°	7,50	2
Amarre en línea Configuración: delta	cadena de amarre	73°	3,00	2
Terminal Configuración: delta	cadena de amarre	55°	6,70	1
Derivación Configuración: delta	cadena de amarre	63°	4,80	1

**LÍNEA TRIFÁSICA - AI-AI 50 mm<sup>2</sup>**

<b>Estructura</b>	<b>Aislación</b>	<b><math>\beta</math>máx. (°)</b>	<b>Lmín. (m)</b>	<b>Cantidad de Riendas</b>
Suspensión en línea Configuración: delta	rígida simple	---	---	0
Suspensión en ángulo hasta 2° Configuración: delta	rígida simple	79°	1,90	1
Suspensión en ángulo hasta 11° Configuración: delta	rígida doble	71°	3,30	1
Suspensión en ángulo entre 15° y 40° Configuración: bandera	cadena con grapa de suspensión	45°	9,60	1
Amarre en ángulo mayor de 25° Configuración: bandera	cadena de amarre	45°	9,60	2
Amarre en línea Configuración: delta	cadena de amarre	64°	4,80	2
Terminal Configuración: delta	cadena de amarre	45°	9,50	1
Derivación Configuración: delta	cadena de amarre	45°	9,50	1



**LÍNEA TRIFÁSICA - AI-AI 70 mm<sup>2</sup>**

Estructura	Aislación	$\beta_{\text{máx.}} (^{\circ})$	Lmín. (m)	Cantidad de Riendas
Suspensión en línea Configuración: delta	rígida simple	---	---	0
Suspensión en ángulo hasta 2° Configuración: delta	rígida simple	79°	1,90	1
Suspensión en ángulo hasta 12° Configuración: delta	rígida doble	70°	3,50	1
Suspensión en ángulo entre 14° y 40° Configuración: bandera	cadena con grapa de suspensión	45°	9,60	1
Amarre en ángulo mayor de 25° Configuración: bandera	cadena de amarre	45°	9,60	2
Amarre en línea Configuración: delta	cadena de amarre	64°	4,80	2
Terminal Configuración: delta	cadena de amarre	45°	9,50	1
Derivación Configuración: delta	cadena de amarre	45°	9,50	1

**LÍNEA MONOFÁSICA MRT - AI-AI 35 mm<sup>2</sup>**

(Solamente líneas MRT que no se prevea su pasaje a trifásica)

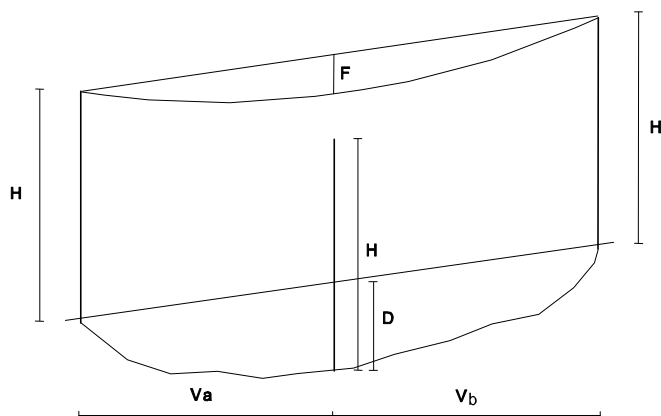
Estructura	Aislación	$\beta_{\text{máx.}} (^{\circ})$	Lmín. (m)	Cantidad de Riendas
Suspensión en línea	rígida simple	---	---	0
Suspensión en ángulo hasta 15°	rígida simple	---	---	0
Suspensión en ángulo hasta 42°	rígida doble	77°	2,30	1
Suspensión en ángulo entre 18° y 60°	cadena con grapa de suspensión	74°	2,80	1
Amarre en ángulo	cadena de amarre	76°	2,50	2
Amarre en línea	cadena de amarre	84°	1,10	2
Terminal	cadena de amarre	78°	2,10	1
Derivación a 90°	cadena de amarre	78°	2,10	1

#### 4.6.- TABLAS DE LEVANTAMIENTO

A continuación se transcriben tablas para la verificación de postes que pudieran estar traccionados.

Estas tablas fueron confeccionadas para los distintos tipos de conductores y para diversos vanos de regulación.

A estos efectos cuando un poste queda ubicado en un valle, se debe medir en el lugar el desnivel "D" existente entre la línea que une la base de los postes anterior y posterior con la base del poste en cuestión.



H = altura libre de los postes

Se debe calcular el valor de F como:

$$F = \frac{F(2 \cdot V_a) + F(2 \cdot V_b)}{2} - 0.25$$

Donde:

$F(2 V_a)$  = flecha a  $t = -10^{\circ}\text{C}$  correspondiente al doble del vano anterior

$F(2 V_b)$  = flecha a  $t = -10^{\circ}\text{C}$  correspondiente al doble del vano posterior

0,25 = tolerancia

Si  $D \leq F$  no hay problema de tracción en el poste central.

Si  $D > F$  se debe corregir la distribución de los postes o colocar en la ubicación del poste traccionado uno cuya altura libre sea superior a  $H + D - F$ .

**CONDUCTOR AI-AI 35 mm<sup>2</sup>**

Vano (m)	Vano Regulador = 80m FLECHA (a t=-10°C)	Vano Regulador = 100m FLECHA (a t=-10°C)	Vano Regulador = 120m FLECHA (a t=-10°C)	Vano Regulador = 140m FLECHA (a t=-10°C)
80	0,28	0,28	0,29	0,31
90	0,35	0,36	0,37	0,40
100	0,43	0,44	0,45	0,49
110	0,52	0,53	0,55	0,59
120	0,62	0,63	0,65	0,70
130	0,73	0,74	0,76	0,83
140	0,84	0,86	0,88	0,96
150	0,97	0,99	1,02	1,10
160	1,10	1,13	1,16	1,25
170	1,24	1,27	1,30	1,41
180	1,40	1,43	1,46	1,59
190	1,55	1,59	1,63	1,77
200	1,72	1,76	1,80	1,96
210	1,90	1,94	1,99	2,16
220	2,08	2,13	2,18	2,37
230	2,28	2,33	2,39	2,59
240	2,48	2,53	2,60	2,82
250	2,69	2,75	2,82	3,06
260	2,91	2,97	3,05	3,31
270	3,14	3,21	3,29	3,57
280	3,38	3,45	3,54	3,84
290	3,62	3,70	3,79	4,12
300	3,88	3,96	4,06	4,41

**CONDUCTOR Al-Al 50 mm<sup>2</sup>**

Vano (m)	Vano Regulador = 80m FLECHA (a t=-10°C)	Vano Regulador = 100m FLECHA (a t=-10°C)	Vano Regulador = 120m FLECHA (a t=-10°C)
80	0,27	0,28	0,28
90	0,34	0,36	0,36
100	0,42	0,44	0,44
110	0,51	0,53	0,54
120	0,61	0,63	0,64
130	0,71	0,74	0,75
140	0,83	0,86	0,87
150	0,95	0,99	1,00
160	1,08	1,13	1,14
170	1,22	1,27	1,28
180	1,37	1,43	1,44
190	1,52	1,59	1,60
200	1,69	1,76	1,78
210	1,86	1,94	1,96
220	2,04	2,13	2,15
230	2,23	2,33	2,35
240	2,43	2,53	2,56
250	2,64	2,75	2,77

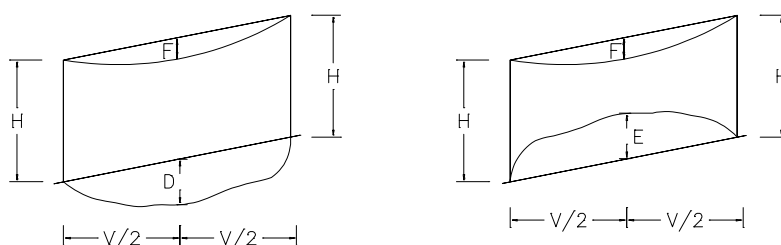
**CONDUCTOR Al-Al 70 mm<sup>2</sup>**

Vano (m)	Vano Regulador = 80m FLECHA (a t=-10°C)	Vano Regulador = 100m FLECHA (a t=-10°C)	Vano Regulador = 120m FLECHA (a t=-10°C)
40	0,07	0,07	0,07
50	0,11	0,11	0,11
60	0,16	0,16	0,16
70	0,22	0,21	0,22
80	0,28	0,28	0,29
90	0,36	0,35	0,36
100	0,44	0,44	0,45
110	0,54	0,53	0,54
120	0,64	0,63	0,65
130	0,75	0,74	0,76
140	0,87	0,86	0,88
150	1,00	0,98	1,01
160	1,14	1,12	1,15
170	1,28	1,26	1,30
180	1,44	1,42	1,46
190	1,60	1,58	1,62
200	1,78	1,75	1,80
210	1,96	1,93	1,98
220	2,15	2,12	2,18
230	2,35	2,31	2,38
240	2,56	2,52	2,59
250	2,78	2,73	2,81

#### **4.7.- TABLAS PARA ESTUDIO DE DESNIVEL EN CENTRO DEL VANO**

A continuación se transcriben tablas que indican la flecha a temperatura máxima para distintos vanos para los conductores seleccionados y diversos vanos de regulación.

Estas tablas sirven para determinar el aumento o la disminución del vano que se puede o debe efectuar de acuerdo con el desnivel topográfico existente en el centro del vano.



Se supone, por ejemplo, un poste de 10,5 metros de altura.

El conductor más bajo se encuentra montado en la cruceta a 8,15 metros del suelo (el aislador de perno eleva aproximadamente 0,20 metros el conductor del eje de la cruceta).

Para un gálibo de 6,00 metros con una tolerancia de 0,25 metros, la flecha máxima para un terreno plano es de 1,90 metros.

Si en el centro del vano existe una depresión  $D$ , el vano puede incrementarse al correspondiente de flecha  $1,90 + D$  (metros).

Si en el centro del vano existe una elevación  $E$ , el vano debe disminuirse al correspondiente de flecha  $1,90 - E$  (metros).

Estos datos se determinan a partir de las tablas siguientes para el conductor a usarse y para el vano de regulación estimado.

**TABLA DE FLECHA MÁXIMA**  
**CONDUCTOR AI-AI 35 mm<sup>2</sup>**

Vano (m)	Vano Regulador = 80m FLECHA (a t=50°C)	Vano Regulador = 100m FLECHA (a t=50°C)	Vano Regulador = 120m FLECHA (a t=50°C)
80	1,03	0,91	0,83
90	1,30	1,15	1,05
100	1,61	1,42	1,29
110	1,95	1,72	1,56
120	2,32	2,05	1,86
130	2,72	2,40	2,18
140	3,15	2,78	2,53
150	3,62	3,20	2,91
160	4,12	3,64	3,31
170	4,65	4,10	3,73
180	5,21	4,60	4,19
190	5,81	5,13	4,66
200	6,44	5,68	5,17
210	7,10	6,26	5,70
220	7,79	6,87	6,25
230	8,51	7,51	6,83
240	9,27	8,18	7,44
250	10,06	8,88	8,07

**TABLA DE FLECHA MÁXIMA**  
**CONDUCTOR AI-AI 50 mm<sup>2</sup>**

Vano (m)	Vano Regulador = 80m FLECHA (a t=50°C)	Vano Regulador = 100m FLECHA (a t=50°C)	Vano Regulador = 120m FLECHA (a t=50°C)
80	1,02	0,90	0,82
90	1,29	1,14	1,04
100	1,59	1,41	1,29
110	1,93	1,71	1,56
120	2,30	2,03	1,85
130	2,69	2,38	2,17
140	3,12	2,76	2,52
150	3,59	3,17	2,89
160	4,08	3,61	3,29
170	4,61	4,08	3,71
180	5,16	4,57	4,16
190	5,75	5,09	4,64
200	6,38	5,64	5,14
210	7,02	6,22	5,67
220	7,71	6,82	6,22
230	8,43	7,46	6,80
240	9,18	8,12	7,40
250	9,96	8,81	8,03



**TABLA DE FLECHA MÁXIMA**  
**CONDUCTOR AI-AI 70 mm<sup>2</sup>**

Vano (m)	Vano Regulador = 80m FLECHA (a t=50°C)	Vano Regulador = 100m FLECHA (a t=50°C)	Vano Regulador = 120m FLECHA (a t=50°C)
80	1,19	1,01	0,90
90	1,51	1,28	1,13
100	1,86	1,58	1,40
110	2,25	1,91	1,69
120	2,68	2,27	2,02
130	3,15	2,67	2,37
140	3,65	3,09	2,74
150	4,19	3,55	3,15
160	4,76	4,04	3,58
170	5,38	4,56	4,05
180	6,03	5,11	4,54
190	6,72	5,70	5,05
200	7,44	6,31	5,60
210	8,21	6,96	6,17
220	9,01	7,64	6,78
230	9,85	8,35	7,41
240	10,72	9,09	8,08
250	11,63	9,86	8,75

#### **4.8.- ABACOS PARA VERIFICACION DE FLECHAS**

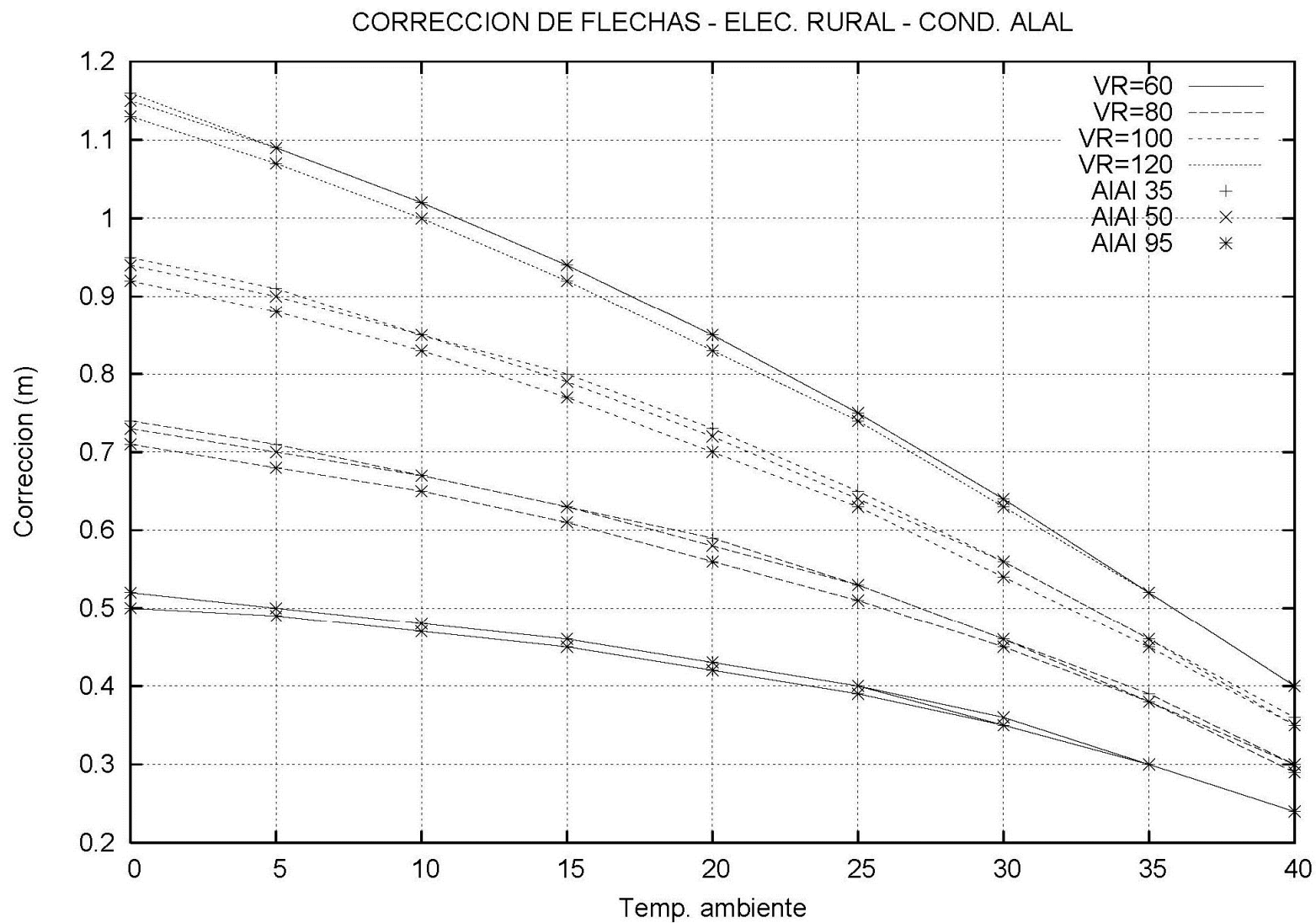
Los ábacos siguientes permiten comprobar la variación de flechas (aumento) de conductores en las condiciones de temperatura máxima de diseño (50°C) respecto a las flechas existentes a la temperatura del conductor en el momento de la verificación.

Los ábacos se utilizan de la siguiente manera:

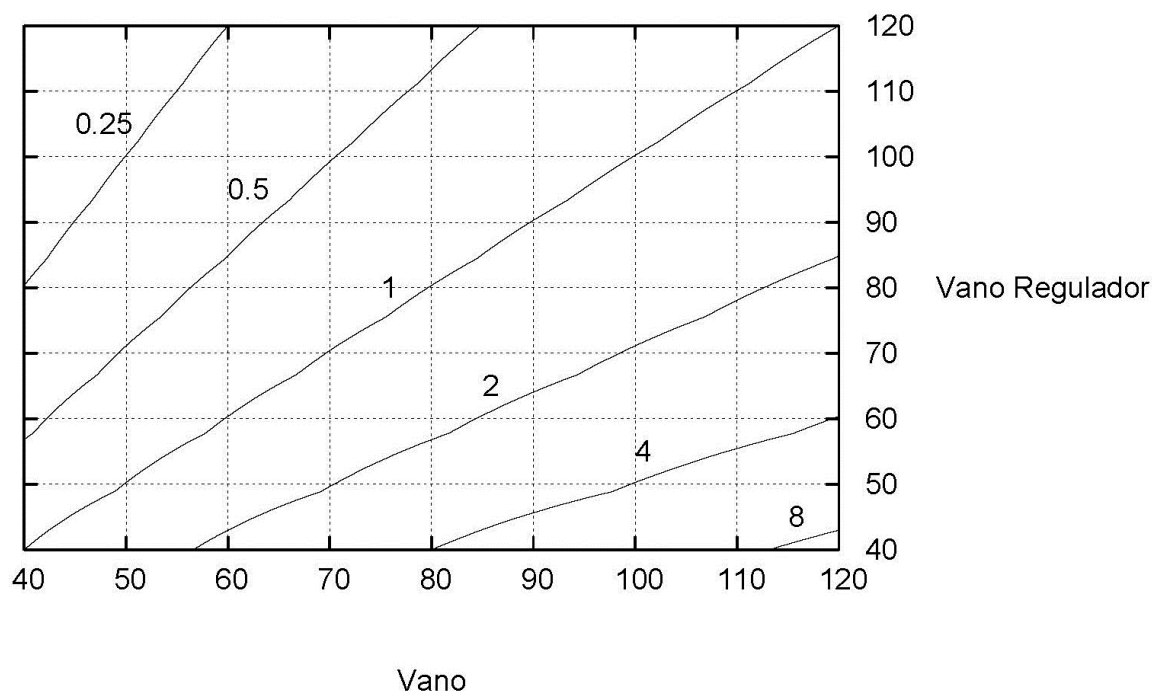
Se identifica en el primer ábaco la curva a utilizar por el modelo de conductor y el vano regulador del cantón correspondiente. Con la temperatura del conductor en el eje de las abscisas se obtiene la variación de flechas en metros en el eje de las ordenadas.

Si el vano de verificación es diferente al vano regulador al que pertenece, el valor de corrección de flecha obtenido se debe multiplicar por un coeficiente de ajuste dado por el segundo ábaco adjunto, ingresando el vano en las abscisas y el vano regulador en las ordenadas.

.



COEF. DE AJUSTE VANO - VANO REGULADOR



**Ejemplo práctico:**

Se pretende calcular la variación de flecha de un conductor Al-Al 50 en un vano de 90 m, correspondiente a un cantón de vano regulador de 80 m.

La temperatura inicial de referencia en el ejemplo es de 20°C.

La corrección (aumento) de flecha a la temperatura máxima de proyecto (50°C) se efectúa de la siguiente manera.

Del ábaco correspondiente a conductores tipo Al-Al, utilizando la curva de conductor tipo 50/8 y vano regulador de 80 m se obtiene una aumento de flecha para una medición a 20°C de 57 cm aprox.

Como el vano de medición difiere del vano regulador se obtiene del último ábaco el coeficiente de ajuste correspondiente:  $k=1.3$  aprox. (ingresando por vano y por vano regulador).

El aumento total de flecha correspondiente a un cambio de temperatura de 20 a 50 °C en un vano de 90 m perteneciente a un cantón de 80m es entonces

$$57 \text{ cm} \times 1,3 = 74 \text{ cm}$$

**Notas:**

- La corrección de flecha se debe únicamente a variación de temperatura (no incluye creep)
- En casos intermedios a los indicados por los ábacos se debe interpolar linealmente.

## **4.9.- PLANOS DE PROYECTO**

### **4.9.1.- LÍNEAS TRIFÁSICAS**

<a href="#"><u>ERTRIF51-00</u></a>	Suspensión
<a href="#"><u>ERTRIF51-01</u></a>	Suspensión (Detalle)
<a href="#"><u>ERTRIF52-00</u></a>	Suspensión en ángulo Disposición conductores delta - Aislación rígida simple
<a href="#"><u>ERTRIF52-01</u></a>	Suspensión en ángulo (Detalle) Disposición conductores delta - Aislación rígida simple
<a href="#"><u>ERTRIF53-00</u></a>	Suspensión en ángulo Disposición conductores delta - Aislación rígida doble
<a href="#"><u>ERTRIF53-01</u></a>	Suspensión en ángulo (Detalle) Disposición conductores delta - Aislación rígida doble
<a href="#"><u>ERTRIF54-00</u></a>	Suspensión en ángulo Disposición conductores bandera - Aislación de cadena
<a href="#"><u>ERTRIF54-01</u></a>	Suspensión en ángulo (Detalle) Disposición conductores bandera - Aislación de cadena
<a href="#"><u>ERTRIF55-00</u></a>	Amarre en ángulo
<a href="#"><u>ERTRIF55-01</u></a>	Amarre en ángulo (Detalle)
<a href="#"><u>ERTRIF56-00</u></a>	Amarre en línea
<a href="#"><u>ERTRIF56-01</u></a>	Amarre en línea (Detalle)
<a href="#"><u>ERTRIF57-00</u></a>	Terminal
<a href="#"><u>ERTRIF57-01</u></a>	Terminal (Detalle)
<a href="#"><u>ERTRIF58-00</u></a>	Pasaje configuración delta a bandera
<a href="#"><u>ERTRIF59-00</u></a>	Derivación con cadena de aisladores - vano máx. = 70m
<a href="#"><u>ERTRIF59-01</u></a>	Derivación con cadena de aisladores (Detalle)
<a href="#"><u>ERTRIF60-00</u></a>	Derivación con aislación rígida - vano máx. = 15m
<a href="#"><u>ERTRIF60-01</u></a>	Derivación con aislación rígida (Detalle 1)
<a href="#"><u>ERTRIF60-02</u></a>	Derivación con aislación rígida (Detalle 2)
<a href="#"><u>ERTRIF60-03</u></a>	Derivación con seccionamiento (1)
<a href="#"><u>ERTRIF60-04</u></a>	Derivación con seccionamiento (1) (Detalle)
<a href="#"><u>ERTRIF60-05</u></a>	Derivación con seccionamiento (2)
<a href="#"><u>ERTRIF61-00</u></a>	Seccionamiento en línea
<a href="#"><u>ERTRIF61-01</u></a>	Seccionamiento en línea (Detalle 1)

---

<a href="#">ERTRIF61-02</a>	Seccionamiento en línea (Detalle 2)
<a href="#">ERTRIF61-03</a>	Seccionamiento en línea (Detalle 3)
<a href="#">ERTRIF61-04</a>	Seccionamiento – PAT
<a href="#">ERTRIF61-05</a>	Seccionamiento – PAT (Detalle)
<a href="#">ERTRIF61-06</a>	Seccionamiento – PAT (Alzados)
<a href="#">ERTRIF61-06/01</a>	Seccionamiento – PAT (Detalle montaje planchuela unión diagonal perno con ojal)
<a href="#">ERTRIF61-07</a>	Seccionamiento – PAT (Plantas)
<a href="#">ERTRIF62-00</a>	Cruceta suspensión simple Disposición conductores delta - Aislación rígida simple
<a href="#">ERTRIF63-00</a>	Cruceta suspensión doble Disposición conductores delta - Aislación rígida doble o cadena
<a href="#">ERTRIF64-00</a>	Cruce de carreteras departamentales en poste de 12m
<a href="#">ERTRIF64-01</a>	PAT Cruce carreteras departamentales en poste 12m
<a href="#">ERTRIF65-00</a>	Cruce de carreteras nacionales en columna de 12m
<a href="#">ERTRIF65-01</a>	PAT Cruce de carreteras nacionales en columna de 12m
<a href="#">ERTRIF66-00</a>	Esquema colocación ahuyentadores de aves

#### **4.9.2.- LÍNEAS MONOFÁSICAS**

<a href="#">ERMRT51-00</a>	Suspensión
<a href="#">ERMRT51-01</a>	Suspensión (Detalle)
<a href="#">ERMRT52-00</a>	Suspensión en ángulo Aislación rígida simple y doble
<a href="#">ERMRT52-01</a>	Suspensión en ángulo (Detalle) Aislación rígida simple
<a href="#">ERMRT52-02</a>	Suspensión en ángulo (Detalle) Aislación rígida doble
<a href="#">ERMRT53-00</a>	Suspensión en ángulo Aislación de cadena
<a href="#">ERMRT53-01</a>	Suspensión en ángulo (Detalle) Aislación de cadena
<a href="#">ERMRT54-00</a>	Amarre en ángulo
<a href="#">ERMRT54-01</a>	Amarre en ángulo (Detalle)
<a href="#">ERMRT55-00</a>	Amarre en línea
<a href="#">ERMRT55-01</a>	Amarre en línea (Detalle)

---

<a href="#">ERMRT56-00</a>	Terminal
<a href="#">ERMRT56-01</a>	Terminal (Detalle)
<a href="#">ERMRT57-00</a>	Derivación en antena
<a href="#">ERMRT58-00</a>	Derivación con cadenas de aisladores - vano máx. = 135m
<a href="#">ERMRT58-01</a>	Derivación con cadenas de aisladores (Detalle)
<a href="#">ERMRT59-00</a>	Seccionamiento en línea (1)
<a href="#">ERMRT59-01</a>	Seccionamiento en línea (1) (Detalle 1)
<a href="#">ERMRT59-02</a>	Seccionamiento en línea (1) (Detalle 2)
<a href="#">ERMRT59-03</a>	Seccionamiento en línea (2)
<a href="#">ERMRT59-04</a>	Derivación en antena con seccionamiento
<a href="#">ERMRT60-00</a>	Cruce de carreteras departamentales en poste de 12m
<a href="#">ERMRT60-01</a>	PAT Cruce de carreteras departamentales en poste de 12m
<a href="#">ERMRT61-00</a>	Cruce de carreteras nacionales en columna de 12m
<a href="#">ERMRT61-01</a>	PAT Cruce de carreteras nacionales en columna de 12m

#### **4.9.3.- SECCIONAMIENTO Y PUESTA A TIERRA DE ALAMBRADOS**

<a href="#">ER51-00</a>	Seccionamiento y Puesta a Tierra - Alambrado
-------------------------	--

#### **4.9.4.- FUNDACIONES**

<a href="#">ERFUND51-00</a>	Fundación de Poste de Madera
<a href="#">ERFUND52-00</a>	Esquema de Colocación de Rienda Simple
<a href="#">ERFUND53-00</a>	Esquema de Colocación de Rienda Doble
<a href="#">ERFUND54-00</a>	Muerto de Anclaje para Rienda Simple
<a href="#">ERFUND55-00</a>	Muerto de Anclaje para Rienda Doble

---

#### **4.10.- GUÍA DE ESTRUCTURAS SEGÚN FUNCIÓN DE APOYOS**

##### **NOTAS GENERALES :**

- Las riendas forman normalmente un ángulo de  $45^\circ$  con la horizontal.
- Para las suspensiones las riendas se colocan según la bisectriz del ángulo que forman los conductores.
- Para los amarres las riendas se colocan según la dirección de los conductores.
- Los ángulos no cubiertos por las estructuras propuestas se resuelven variando la distribución de postación de manera de evitarlos.



**4.10.1.- CUADROS DE APLICACIÓN: LÍNEAS TRIFÁSICAS**

CONDUCTOR Al-Al 35 mm <sup>2</sup>			
VANO MÁXIMO*	120		
VANO MÁXIMO**	90		
VANO MÁXIMO ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS	60		
	DISPOSICIÓN CONDUCTORES	CRUCETA	POSTE
SUSPENSIÓN	DELTA	CM	P 10,5 SIMPLE
SUSP. ANG. HASTA 5°	DELTA	CM	P 10,5 C/1 RIENDA
SUSP. ANG. ° HASTA 17°	DELTA	2 x CM	P 10,5 C/1 RIENDA
SUSP. ANG. HASTA 60°	BANDERA	--	P 10,5 C/1 RIENDA
AMARRE EN LÍNEA	DELTA	2 x CM	P 10,5 C/2 RIENDAS
AMARRE ÁNGULO MAYOR DE 30°	BANDERA	--	P 10,5 C/2 RIENDAS
TERMINAL	DELTA	2 x CM	P 10,5 C/1 RIENDA

\* Vano máximo entre dos estructuras con disposición delta

\*\* Vano máximo entre una estructura con disposición delta y otra estructura en bandera

En el caso excepcional del tendido de estos conductores en la faja de uso público de Carreteras Nacionales (no cruces), el vano máximo para terreno plano es de 110m. Para la transición a configuración bandera el vano máximo es de 70m.

**CRUCE DE CARRETERAS**

TIPO DE CRUCE	APOYO	CRUCETA	AISLACIÓN	VANO MAX.
CRUCE DE CARRETERAS NACIONALES	HORMIGÓN 500/12	METÁLICA CMER	CADENA DE AMARRE	100
CRUCE DE CARRETERAS DEPARTAMENTALES	POSTE 12m C/RIENDA	MADERA	CADENA DE AMARRE	90

Para el cálculo del vano máximo se considera un suelo horizontal en cada caso particular se debe efectuar una altimetría del cruce y los cálculos correspondientes.

CONDUCTOR Al-Al 50 mm <sup>2</sup>			
VANO MÁXIMO*	110		
VANO MÁXIMO**	90		
VANO MÁXIMO ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS	64		
	DISPOSICIÓN CONDUCTORES	CRUCETA	POSTE
SUSPENSIÓN	DELTA	CM	P 10,5 SIMPLE
SUSP. ANG. HASTA 2°	DELTA	CM	P 10,5 C/1 RIENDA
SUSP. ANG. HASTA 11°	DELTA	2 x CM	P 10,5 C/1 RIENDA
SUSP. ANG. MAYOR DE 16° HASTA 40°	BANDERA	--	P 10,5 C/1 RIENDA
AMARRE EN LÍNEA	DELTA	2 x CM	P 10,5 C/2 RIENDAS
AMARRE ÁNGULO MAYOR DE 25°	BANDERA	--	P 10,5 C/2 RIENDAS
TERMINAL	DELTA	2 x CM	P 10,5 C/1 RIENDA

\* Vano máximo entre dos estructuras con disposición delta

\*\* Vano máximo entre una estructura con disposición delta y otra estructura en bandera

En el caso excepcional del tendido de estos conductores en la faja de uso público de Carreteras Nacionales (no cruces), el vano máximo para terreno plano en la transición a configuración bandera es de 70m.

#### CRUCE DE CARRETERAS

TIPO DE CRUCE	APOYO	CRUCETA	AISLACIÓN	VANO MAX.
CRUCE DE CARRETERAS NACIONALES	HORMIGÓN 800/12	METÁLICA CMER	CADENA DE AMARRE	100
CRUCE DE CARRETERAS DEPARTAMENTALES	POSTE 12m C/RIENDA	MADERA	CADENA DE AMARRE	85

Para el cálculo del vano máximo se considera un suelo horizontal en cada caso particular se debe efectuar una altimetría del cruce y los cálculos correspondientes.

CONDUCTOR Al-Al 70 mm <sup>2</sup>			
VANO MÁXIMO*	95		
VANO MÁXIMO**	90		
VANO MÁXIMO ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS	67		
	DISPOSICIÓN CONDUCTORES	CRUCETA	POSTE
SUSPENSIÓN	DELTA	CM	P 10,5 SIMPLE
SUSP. ANG. HASTA 2°	DELTA	CM	P 10,5 C/1 RIENDA
SUSP. ANG. HASTA 12°	DELTA	2 x CM	P 10,5 C/1 RIENDA
SUSP. ANG. MAYOR DE 14° HASTA 40°	BANDERA	--	P 10,5 C/1 RIENDA
AMARRE EN LÍNEA	DELTA	CMER	P 10,5 C/2 RIENDAS
AMARRE ÁNGULO MAYOR DE 25°	BANDERA	--	P 10,5 C/2 RIENDAS
TERMINAL	DELTA	CMER	P 10,5 C/1 RIENDA

\* Vano máximo entre dos estructuras con disposición delta

\*\* Vano máximo entre una estructura con disposición delta y otra estructura en bandera

En el caso excepcional del tendido de estos conductores en la faja de uso público de Carreteras Nacionales(no cruces), el vano máximo para terreno plano en la transición a configuración bandera es de 70m.

#### CRUCE DE CARRETERAS

TIPO DE CRUCE	APOYO	CRUCETA	AISLACIÓN	VANO MAX.
CRUCE DE CARRETERAS NACIONALES	HORMIGÓN 1200/12	METÁLICA CMER	CADENA DE AMARRE	100
CRUCE DE CARRETERAS DEPARTAMENTALES	POSTE 12m C/RIENDA	MADERA	CADENA DE AMARRE	90

Para el cálculo del vano máximo se consideró un suelo horizontal en cada caso particular se debe efectuar una altimetría del cruce y los cálculos correspondientes.

**4.10.2.- CUADRO DE APLICACIÓN: LÍNEAS MONOFÁSICAS MRT**

	<b>CONDUCTOR</b> Al-Al 35 mm <sup>2</sup>
<b>VANO MÁXIMO</b>	<b>140</b>
<b>VANO MÁXIMO ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS</b>	<b>60</b>
	<b>POSTE</b>
<b>SUSPENSIÓN</b>	<b>P 10,5 SIMPLE</b>
<b>SUSP. ANG. HASTA 15°</b>	<b>P 10,5 SIMPLE</b>
<b>SUSP. ANG. HASTA 42°</b>	<b>P 10,5 C/1 RIENDA</b>
<b>SUSP. ANG. MAYOR DE 18° HASTA 60°</b>	<b>P 10,5 C/1 RIENDA</b>
<b>AMARRE EN LÍNEA</b>	<b>P 10,5 C/2 RIENDAS</b>
<b>AMARRE ÁNGULO</b>	<b>P 10,5 C/2 RIENDAS</b>
<b>TERMINAL</b>	<b>P 10,5 C/1 RIENDA</b>

En el caso excepcional del tendido de estos conductores en la faja de uso público de Carreteras Nacionales (no cruces), el vano máximo para la transición aislación rígida – aislación de cadena es de 130m.

**NOTAS :**

- Vano máximo para derivación con cadena de aisladores : 135 m.
- Vano máximo para derivación con aislación rígida : 25 m.

**CRUCE DE CARRETERAS**

<b>TIPO DE CRUCE</b>	<b>APOYO</b>	<b> AISLACIÓN</b>	<b>VANO MAX.</b>	<b>EOLO VANO MAX.</b>
<b>CRUCE DE CARRETERAS NACIONALES</b>	HORMIGÓN 500/12	CADENA DE AMARRE	135	490
<b>CRUCE DE CARRETERAS DEPARTAMENTALES</b>	POSTE 12m C/RIENDA	CADENA DE AMARRE	130	440

Para el cálculo del vano máximo se consideró un suelo horizontal en cada caso particular se debe efectuar una altimetría del cruce y los cálculos correspondientes.

## 5.- REGISTROS

No aplica.

## 6.- ANEXOS

### 6.1.- TIPOS DE OBRA - PROPUESTAS TIPO

Se listan a continuación los tipos de obras con sus respectivas propuestas tipo, Para el cálculo del vano máximo se considera un suelo horizontal en cada caso particular se hará una altimetría del cruce y los cálculos correspondientes.

utilizados por los sistemas de UTE para presupuestación y planificación de inversiones en instalaciones descritas en este manual.

#### 6.1.1.- INMOVILIZADO 41 (LINEA AEREA 6 KV) - INMOVILIZADO 42 (LINEA AEREA 15KV)

Número y Descripción de Tipo de Obra	Número de Propuesta	Descripción de la Propuesta
<b>23</b>  <b>1 KM REFORMA L. AEREA 6kv Y 15kv TRIF ELEC. RURAL</b>	1119	REFUERZO 10KM 6 y 15KV PM10,50 TRIF ALAL35
	1120	REFUERZO 10KM 6 y 15KV PM10,50 TRIF ALAL50
	1121	REFUERZO 10KM 6 y 15KV PM10,50 TRIF ALAL70
<b>139</b>  <b>1 KM LINEA MONOF.ELECT RURAL 6kv Y 15kv</b>	1445	10KM L 6 y 15KV M10,5 MONO.AISL LPH. AL-AL 35
<b>141</b>  <b>1 KM LINEA TRIFASICA ELECT. RURAL 6 Y 15kv</b>	1449	10KM L 6 y 15KV M10,5 TRIF.AISL LPH AL-AL 70
	1447	10KM L 6 y 15KV M10,5 TRIF.AISL LPH AL-AL35
	1441	10KM L 6 y 15KV M10,50 TRIF.AISL LPH AL-AL 50
<b>176</b>  <b>1 KM DE COLOC.AHUYENT DE AVE EN E.R. 6kv Y 15kv</b>	1546	10 KM AHUYEN DE AVE LINEA MONOF NUEVA
	1547	10 KM AHUYENT AVES EN LINEA TRIF NUEVA
	1549	10 KM AHUYENT AVE EB LINEA MONOF EXIST
	1548	10 KM AHUYENT AVES EB LINEA TRIF EXISTENTE

## **ÍNDICE**

<b>0.- TRÁMITE Y REVISIONES</b>	<b>1</b>
0.1.- TRÁMITE	1
0.2.- REVISIONES	1
<b>1.- MARCO GENERAL</b>	<b>6</b>
1.1.- INTRODUCCIÓN	6
1.2.- OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	6
1.3.- ALCANCE	6
1.4.- VIGENCIA	6
1.5.- INVOLUCRADOS	6
<b>2.- DEFINICIONES/ABREVIATURAS</b>	<b>7</b>
<b>3.- REFERENCIAS NORMATIVAS</b>	<b>7</b>
3.1.- REFERENCIAS INTERNAS	7
3.2.- REFERENCIAS EXTERNAS	7
3.3.- REFERENCIAS EXTERNAS COMPLEMENTARIAS	7
<b>4.- DESARROLLO</b>	<b>8</b>
4.1.- CONDICIONES DE PROYECTO	8
4.1.1.- <i>ELECCIÓN DEL TRAZADO</i>	8
4.1.2.- <i>DISTANCIAS DE SEGURIDAD</i>	9
4.2.- ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ARMADO DE ESTRUCTURAS	11
4.2.1.- <i>ESTAQUEO DE LÍNEA</i>	11
4.2.2.- <i>POSTES</i>	11
4.2.3.- <i>ANCLAJE</i>	11
4.2.4.- <i>AISLADORES</i>	12
4.2.5.- <i>ESTRUCTURAS</i>	12
4.2.6.- <i>ATERRAMIENTO</i>	13
4.2.7.- <i>TENDIDO DE CONDUCTORES</i>	13
4.2.8.- <i>AMARRES Y DERIVACIONES</i>	14
4.2.9.- <i>CAMBIO DE TENDIDO HORIZONTAL A ESTRUCTURAS VERTICALES EN ÁNGULOS</i>	14
4.2.10.- <i>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</i>	14
4.3.- TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO	16
4.4.- TABLAS DE TENDIDO	20
4.5.- TABLAS DE DISTANCIA MÍNIMA DE ANCLAJE DE RIENDAS	37
4.6.- TABLAS DE LEVANTAMIENTO	41
4.7.- TABLAS PARA ESTUDIO DE DESNIVEL EN CENTRO DEL VANO	45
4.8.- ABACOS PARA VERIFICACION DE FLECHAS	49
4.9.- PLANOS DE PROYECTO	52
4.9.1.- <i>LÍNEAS TRIFÁSICAS</i>	52
4.9.2.- <i>LÍNEAS MONOFÁSICAS</i>	53
4.9.3.- <i>SECCIONAMIENTO Y PUESTA A TIERRA DE ALAMBRADOS</i>	54
4.9.4.- <i>FUNDACIONES</i>	54
4.10.- GUÍA DE ESTRUCTURAS SEGÚN FUNCIÓN DE APOYOS	55
4.10.1.- <i>CUADROS DE APLICACIÓN: LÍNEAS TRIFÁSICAS</i>	56
4.10.2.- <i>CUADRO DE APLICACIÓN: LÍNEAS MONOFÁSICAS MRT</i>	59
<b>5.- REGISTROS</b>	<b>60</b>
<b>6.- ANEXOS</b>	<b>60</b>
6.1.- TIPOS DE OBRA - PROPUESTAS TIPO	60
6.1.1.- <i>INMOVILIZADO 41 (LÍNEA AEREA 6 KV) - INMOVILIZADO 42 (LÍNEA AEREA 15KV)</i>	60