

**MA-DIS-DI-MT09/00**

# **LINEAS AEREAS 6,3 Y 15 kV CONDUCTOR PREENSAMBLADO**

## **MANUAL CONSTRUCTIVO**

**- VERSIÓN 01 -**

**2005-03-15**

<b>Elaborado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Marcelo Perez Ines Almaraz</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:

Inés Almaraz                      S.G. Normalización

Marcelo Pérez                    S.G. Normalización

### **0.2.- REVISIONES**

MODIFICACIONES A LA VERSIÓN 00 DE FEBRERO DEL 2003		
<b>En esta oportunidad se realiza una nueva versión del manual con un cambio sustancial de formato, se listan a continuación los cambios realizados a la parte de requisitos referidos a los puntos de la versión anterior.</b>		
APARTADO	DESCRIPCIÓN	CAUSA
	Se unifica manual para apoyos de hormigón y madera	Mejorar acceso a la información
	Se agrega proyecto en columnas de 12m	Mejorar información
	Se agregan accesos directos a planos del manual	Mejorar acceso a la información
4.4	Se agrega punto capítulo Señalización	Mejorar información
4.6.6	Se agrega tablas de torques	Mejorar información
4.8	Se agrega capítulo "Puestas a Tierra"	Mejorar información
4.13	Se agrega capítulo de fundaciones	Mejora técnica
4.15	Se agregan estructuras de "falsos amarres"	Mejora técnica

## **1.- MARCO GENERAL**

### **1.1.- INTRODUCCIÓN**

El presente Manual indica los requisitos mínimos que deben cumplir las líneas aéreas con tensión de 6,3 y 15kV con conductor preensamblado.

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

Este Manual tiene por objeto especificar las características de calidad de la ejecución y montaje de las líneas aéreas con conductor preensamblado de media tensión, secciones 3x70+50 mm<sup>2</sup> y 3x95+50 mm<sup>2</sup> en columnas de hormigón y/o postes de madera.

Es de aplicación a todas las líneas con conductor preensamblado de MT en todo el ámbito geográfico del país construidas por UTE, ya sea con personal propio o por contratos con empresas.

### **1.3.- ALCANCE**

Este manual contiene:

Los requisitos mecánicos y eléctricos que deben cumplir las líneas de media tensión con conductor preensamblado.

Requisitos de Calidad de los materiales aportados por terceros.

Ubicación y requisitos de la puesta a tierra de la instalación.

Métodos y etapas constructivas.

Criterios de montaje de conductores y equipos.

Tablas de cálculo mecánico.

Tablas de tendido.

Planos de proyecto.

Guía de estructuras según la función del apoyo.

### **1.4.- VIGENCIA**

La entrada en vigencia de este documento es Marzo 2005

### **1.5.- INVOLUCRADOS**

DIS L1 – REDES Y DISTRIBUCION

DIS L2 – EXPLOTACION

DIS L3 – OBRAS Y PROYECTOS

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

MT – Media tensión

### **3.- REFERENCIAS NORMATIVAS**

#### **INTERNAS**

NO-DYC-MA-0128/01 – Señalización de actividades laborales e instalaciones en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

### **4.- DESARROLLO**

Este punto refiere a las condiciones mínimas que deben cumplir los proyectos de líneas de 6.3 y 15 kV con conductor preensamblado en postación de madera u hormigón.

#### **4.1.- ELECCIÓN DEL TRAZADO**

En líneas rurales el trazado 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 Ministerio de Transporte y Obras Públicas 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”.

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

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.)

#### **4.2.- SERVIDUMBRES**

El recorrido de la línea y de la servidumbre de electroducto asociada a crear, debe ser definido en común acuerdo con UTE. La misma debe cumplir con la reglamentación vigente.

#### **4.3.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD**

##### **4.3.1.- GALIBOS**

La altura de los apoyos debe ser la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados:

1. Por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima de 6 metros.
2. Por encima de la faja de uso público de las carreteras nacionales a una altura mínima de 6.5 metros.

En lo referente a cruces, paralelismos y distancias a construcciones se debe respetar lo especificado en Norma de Diseño (actualmente en ejecución).

#### **4.4.- SEÑALIZACION**

Se debe respetar lo especificado en la norma NO-DYC-MA-0128/01.

#### **4.5.- MATERIALES**

En la redacción de este documento se han tenido en cuenta los siguientes materiales:

##### **4.5.1.- CONDUCTORES**

Los conductores considerados para este tipo de línea son preensamblados con cubierta aislante de XLPE 3x70+50mm<sup>2</sup> y 3x95+50 mm<sup>2</sup>.

##### **4.5.2.- ACCESORIOS**

Los accesorios son específicos para líneas preensambladas.

En las suspensiones en línea (no en ángulos), se instala el conjunto de suspensión para conductor preensamblado de BT. Este conjunto presenta un eslabón "fusible mecánico para actuar frente a solicitaciones extraordinarias como caída de árboles, evitando la rotura del apoyo.

En los falsos amarres se debe colocar el conjunto de retención para conductor preensamblado de BT.

En los amarres y terminales se debe colocar el conjunto de retención para conductor preensamblado de MT.

##### **4.5.3.- POSTACIÓN**

La postación prevista es:

- Postes de madera de 10,50m clase 4
- Columnas de 9.50m tipo 300, 500, 800 y 1200 daN
- Columnas de 12m tipo 500, 800, 1200 y 2000 daN.

#### **4.6.- CONSTRUCCIÓN Y ARMADO DE ESTRUCTURAS.**

##### **4.6.1.- ESTAQUEO DE LÍNEA**

La ubicación en el sitio de construcción de los apoyos se señala normalmente por medio de estacas en terrenos de tipo suburbano o rural y mediante pintura resistente, de color llamativo en casos de zonas urbanas; en todos los casos estos puntos se deben numerar apropiadamente.

El punto referido se debe indicar la posición del centro del apoyo.

En el caso del señalamiento de apoyos, la estaca debe indicar la posición del centro de éste. En lo referente al señalamiento de anclas, la posición de la estaca debe ser el lugar donde deberá perforarse el agujero para el ancla; teniendo en cuenta la longitud de la varilla, la altura del poste y que el canal que alojará la varilla seguirá una dirección radial con respecto al poste.

#### **4.6.2.- FUNDACIONES**

Los pozos para empotramientos de los apoyos deben ser suficientemente amplios para permitir el uso de apisonadoras a todo el derredor del apoyo en la profundidad completa del agujero. (Diámetro mínimo de mecha 50 cm. y para terrenos que no admiten el uso de mecha el pozo tiene dimensiones en planta de 80 x 80 cm.)

##### **4.6.2.1.- Fundación de postes de madera con suelo-cemento**

Después de colocados los apoyos y alineados debidamente, los huecos se rellenan con suelo-cemento en una proporción 12-1 hasta 50cm por debajo del nivel del terreno natural y los 50cm restantes se rellenan con material natural sin cemento. En toda la profundidad del pozo, los materiales aportados deben ser bien compactados en capas sucesivas de no más de 15 cm de espesor. En el caso de que el material extraído del pozo no sea adecuado para la compactación, el Ejecutor debe aportar material apropiado para esto, que puede ser piedra fina (grava).

##### **4.6.2.2.- Fundación de columnas de hormigón de 9,5m y 12m**

Después de colocados los apoyos y alineados debidamente, los huecos se rellenan con hormigón tipo C100.

En todos los casos, 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 pavimentada, es responsabilidad del Ejecutor que después del trabajo, el área quede debidamente reparada.

#### **4.6.3.- ANCLAJES**

El Ejecutor debe asegurarse de que los anclajes desarrollan 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, este debe rellenarse con capas de tierra de no más de 15 cm de espesor, compactándose entre cada capa de tierra.

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

#### **4.6.4.- ESTRUCTURAS**

El diseño de los diferentes tipos de estructuras se muestra en los dibujos anexos en este manual. Todas las estructuras quedan bien definidas y se arman de acuerdo con los detalles mostrados en los dibujos de este manual.

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

En las estructuras que se prevea la utilización de escaleras para el acceso a los equipos y esta tenga alrededor terreno natural, se regulariza la superficie de apoyo de la misma.

Se debe construir una base de 1m x1m de 15cm de espesor de hormigón C-100 nivelado, cuyo centro se ubica a una distancia horizontal  $h/4$  del apoyo superior de la escalera, siendo "h" la altura a éste punto.

Los apoyos deben quedar bien alineados.

Cada apoyo debe mantenerse a plomo después de terminada la construcción.

#### **4.6.5.- IZADO DE APOYOS**

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente.

En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material.

Los apoyos deben ser izados con pluma o grúa acorde al tipo de apoyo, evitando que el aparejo dañe las mismas.

#### **4.6.6.- AJUSTE DE TUERCAS Y CONTRATUERCAS**

Las tuercas y contratuercas deben ser apretadas adecuadamente para evitar aflojes en pernos de sujeción a estructuras de madera.

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 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:

<b>Elemento o equipo</b>	<b>Torque</b>
Grapas	3 Kg.m
Clemas para PAT	2.5 Kg.m
Pernos de 12mm para seccionadores	5 Kg.m
Cut Outs	2.5 Kg.m
Descargadores	3 Kg.m
Seccionadores BT (métrica menor o igual a 10mm)	3 Kg.m
Seccionadores BT (métrica mayor a 10mm)	3 Kg.m
Salida de BT en transformadores	5 Kg.m
Bornes de MT en transformadores	2.5 Kg.m

#### **4.7.- TENDIDO Y TENSADO**

##### **4.7.1.- TENDIDO DE CONDUCTORES**

Las operaciones de tendido no deben ser emprendidas hasta que hayan pasado 7 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contrario del Director de Obra.

El conductor se debe conservar siempre en bobina y se debe sacar de ésta mediante el giro de las mismas en el momento del tendido.

El conductor debe ser revisado cuidadosamente en toda su longitud, con objeto de comprobar que no exista daño en la cubierta exterior ni abultamientos anormales que hagan presumir alguna rotura interna.

La tracción de tendido de los conductores debe ser como máximo, la indicada en las tablas de tensado definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el mismo.

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.

Si los conductores se dañan, estos deben ser reparados antes de las operaciones de tensado.

Los conductores se deben tender utilizando poleas especiales las cuales desliza sobre el fiador sujetadas fijamente al conductor. Se debe tener especial cuidado de que a este no se le ocasionen raspaduras ni se le retuerza.

Una vez realizado el tendido de cable se procede a la sujeción del mismo a los conjuntos de retención y suspensión.

#### **4.7.2.- TENSADO DE CONDUCTORES**

**En los falsos amarres se debe tener especial cuidado ya que el apoyo no esta calculado para resistir los desequilibrios existentes en el momento de tensado. Es necesario entonces arriostrar provisoriamente estos apoyos durante esta etapa mediante riendas provisionarias.**

El anclaje a tierra para efectuar el tensado se debe hacer desde un punto lo más alejado posible y como mínimo a una distancia horizontal del apoyo doble de su altura, equivalente a un ángulo de 150° entre las tangentes de entrada y salida del cable en las poleas.

La tracción de tendido de los conductores debe ser como máximo, la indicada en las tablas de tensado definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el mismo.

#### **4.7.3.- TRATAMIENTO DEL CABLE EN EMPALMES Y DERIVACIONES**

No se deben realizar empalmes en medio del vano, en caso de ser necesario realizar un empalme, éste se debe proyectar en un amarre.

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

#### **4.8.- PUESTAS A TIERRA**

Se deben poner a tierra la pantalla de los conductores de fase, el neutro y los herrajes en los siguientes apoyos:

Transiciones

Derivaciones

Terminales

#### **4.9.- INSTALACIÓN DE DESCARGADORES**

Se deben colocar descargadores en todos los apoyos terminales y de transición del preensamblado, a menos que el costo total de montaje y materiales de los juegos de descargadores a supere el 20% del costo total del propio tramo de preensamblado.

#### **4.10.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

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

En particular se detalla a continuación un equipamiento mínimo.

##### **4.10.1.- EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD PARA EL PERSONAL**

El Ejecutor 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.

#### **4.10.2.- EQUIPOS**

Camión grúa con canasto y con capacidad mínima adecuada para maniobrar columnas de acuerdo a las características de la obra.

3 carros para defilar bobinas, el mismo debe tener dispositivo de frenado (por equipo de defilado y tensado).

Cisterna.

Hormigonera (1 por cuadrilla de parado de columna).

Vibrador (1 por cuadrilla de parado de columna).

1 teodolito

1 telurímetro

probetas para ensayos de hormigón

cono de Abrams

1 generador

Equipo para realizar excavaciones acorde a las características de la obra

Compresor o martillo neumático

#### **4.10.3.- HERRAMIENTAS POR CUADRILLA**

3 maquinetas (por equipo de defilado y tensado).

1 dinamómetros (adecuado a la carga) y/o regletas.

Escaleras.

1 taladro.

1 pinza hidráulica para compresión

1 Pinza corta cable

1 Pinza para retiro de la cubierta

Garrafa y soplete

Poleas de tendido

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

A continuación se transcriben tablas de cálculo mecánico en función del 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 este tipo de líneas.

Las tablas de dimensionado mecánico 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 mas bajo en el apoyo y el gálibo mínimo a aplicar.

##### **4.11.1.- POSTES DE MADERA**

Los vanos máximos están limitados por la resistencia del poste.

Para este tipo particular de líneas se estableció un valor máximo de flecha de 1.90m para vanos de 50m con conductor 3x70+50 y flecha de 1.67m para vanos de 45m con conductor 3x95+50 de forma de que los tiros máximos para ambos conductores coincidan, obteniéndose:

3x70+50 - Vano máximo = 50 m - flecha máxima = 1.90m

3x95+50 - Vano máximo = 45 m - flecha máxima = 1.67m

##### **4.11.2.- COLUMNAS DE HORMIGON H=9.5m**

Los vanos máximos están definidos por la flecha máxima admisible.

Para este tipo particular de líneas se estableció un valor máximo de flecha de 1.80m, obteniéndose:

3x70+50 - Vano máximo = 55 m - flecha máxima = 1.80m

3x95+50 - Vano máximo = 50 m - flecha máxima = 1.80m

##### **4.11.3.- COLUMNAS DE HORMIGON H=12m**

Las condiciones de este proyecto están determinadas por la condición de todos sus apoyos sean simples. Para esto se fija el vano máximo en 60m y un valor de flecha máxima de 2.5m (que asegura un gálibo mínimo de 7.5metros) obteniéndose:

3x70+50 - Vano máximo = 60 m - flecha máxima = 2.50m

3x95+50 - Vano máximo = 60 m- flecha máxima = 2.50m

**CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)

POSTES DE MADERA 10.5m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S ( 15 °C)			55 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
30	676	12,29	0,51	1020	18,55	602	10,95	0,58	516	0,67	167	219
40	596	10,84	1,04	1020	18,55	559	10,17	1,11	511	1,21	165	193
50	561	10,19	1,72	1020	18,55	539	9,80	1,80	508	1,90	164	181

**CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)

POSTES DE MADERA 10.5m

Viento..... 80 daN/m<sup>2</sup>  
 Tens.máx.admisib..... 33 % R  
 T = tensión máxima en daN  
 F = flecha en m

Sección neutro..... 46.88 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro..... 73 mm  
 Mód. Elast.....18500 daN/mm<sup>2</sup>

Coefic. dilat.....  $11,5 \times 10^{-6}$  1/°C  
 Peso cable..... ...3,40 daN/m  
 Tensión rotura....5500 daN

Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S ( 15 °C)			55 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
30	659	11,98	0,58	1020	18,55	597	10,86	0,64	522	0,73	154	194
40	592	10,76	1,15	1020	18,55	560	10,19	1,21	519	1,31	153	174
45	574	10,44	1,50	1020	18,55	550	10,01	1,57	518	1,67	152	169
50	562	10,22	1,89	1020	18,55	543	9,88	1,96	517	2,06	152	165

**CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)

COLUMNAS DE HORMIGON H=9.50m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S ( 15 °C)			55 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
30	995	18,10	0,35	1271	23,10	856	15,57	0,41	689	0,51	223	322
40	844	15,35	0,73	1271	23,10	764	13,90	0,81	666	0,93	215	273
50	763	13,87	1,27	1271	23,10	716	13,01	1,35	653	1,48	211	247
55	738	13,41	1,59	1271	23,10	700	12,73	1,67	649	1,80	210	239

**CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)

COLUMNAS DE HORMIGON H=9.50m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable..... ...3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S ( 15 °C)			55 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
30	808	14,69	0,47	1152	20,94	716	13,02	0,53	606	0,63	178	238
40	705	12,82	0,97	1152	20,94	658	11,95	1,04	596	1,14	175	207
50	657	11,95	1,62	1152	20,94	629	11,44	1,69	590	1,80	174	193

**CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)

COLUMNAS DE HORMIGON H=12m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S ( 15 °C)			55 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
30	784	14.26	0.44	1111	20.20	687	12.50	0.51	574	0.61	186	254
40	678	12.33	0.91	1111	20.20	628	11.42	0.99	564	1.10	183	219
50	629	11.43	1.54	1111	20.20	599	10.89	1.61	559	1.73	181	203
60	603	10.97	2.31	1111	20.20	584	10.62	2.39	556	2.50	180	195

**CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)

COLUMNAS DE HORMIGON H=12m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable..... ...3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S ( 15 °C)			55 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
30	863	15.68	0.44	1196	21.75	760	13.81	0.50	637	0.60	187	254
40	747	13.58	0.91	1196	21.75	693	12.60	0.98	623	1.09	183	220
50	692	12.58	1.54	1196	21.75	660	12.00	1.61	616	1.73	181	204
60	663	12.06	2.31	1196	21.75	642	11.68	2.39	612	2.50	180	195



#### **4.12.- TABLAS DE TENDIDO**

Dado que las condiciones límites de los proyectos en postes de madera y columnas de hormigón son diferentes, se tienen tablas de tendido para postes de madera y tablas de tendido para postes de hormigón.

Se deberá seleccionar la tabla de tendido correspondiente al conductor a usar y al vano de regulación correspondiente al 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, expresados en metros.

$a_r$  = Vano de regulación, en metros.

La presentación de las tablas de tendido en este manual siguen el siguiente orden:

1. Tablas de tendido para proyectos en postes 10.5m conductor 3x70+50 mm<sup>2</sup>
2. Tablas de tendido para proyectos en postes 10.5m conductor 3x95+50 mm<sup>2</sup>
3. Tablas de tendido para proyectos en columnas 9.5m conductor 3x70+50 mm<sup>2</sup>
4. Tablas de tendido para proyectos en columnas 9.5m conductor 3x95+50 mm<sup>2</sup>
5. Tablas de tendido para proyectos en columnas 12m conductor 3x70+50 mm<sup>2</sup>
6. Tablas de tendido para proyectos en columnas 12m conductor 3x95+50 mm<sup>2</sup>

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
POSTES DE MADERA 10.5m

VANO REGULADOR: 30m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... 3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast..... 18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF daN	644	630	616	602	590	578	566	555	545
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,54	0,55	0,56	0,58	0,59	0,60	0,61	0,63	0,64
35	0,74	0,75	0,76	0,79	0,80	0,82	0,83	0,86	0,87
40	0,96	0,98	1,00	1,03	1,05	1,07	1,08	1,12	1,14
45	1,22	1,24	1,26	1,31	1,33	1,35	1,37	1,42	1,44
50	1,50	1,53	1,56	1,61	1,64	1,67	1,69	1,75	1,78

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
POSTES DE MADERA 10.5m

VANO REGULADOR: 40m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF daN	581	573	566	559	553	546	540	534	528
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,61	0,61	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,65	0,66
35	0,83	0,83	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90
40	1,08	1,08	1,09	1,11	1,12	1,13	1,15	1,16	1,17
45	1,37	1,37	1,38	1,40	1,42	1,43	1,46	1,47	1,48
50	1,69	1,69	1,70	1,73	1,75	1,77	1,80	1,81	1,83

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
POSTES DE MADERA 10.5m

VANO REGULADOR: 50m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... 3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast..... 18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura.... 5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF daN	552	547	543	539	535	531	527	523	519
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,63	0,64	0,64	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67
35	0,86	0,87	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91
40	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,16	1,18	1,18	1,19
45	1,42	1,43	1,44	1,46	1,47	1,47	1,49	1,50	1,51
50	1,75	1,77	1,78	1,80	1,81	1,82	1,84	1,85	1,86

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)  
POSTES DE MADERA 10.5m

VANO REGULADOR: 30m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable.....3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF daN	632	620	608	597	586	576	566	557	548
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,61	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,68	0,69	0,70
35	0,83	0,84	0,86	0,87	0,88	0,90	0,93	0,94	0,95
40	1,08	1,10	1,12	1,14	1,16	1,17	1,21	1,23	1,24
45	1,37	1,40	1,42	1,44	1,46	1,49	1,53	1,55	1,58
50	1,69	1,72	1,75	1,78	1,81	1,83	1,89	1,92	1,94

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)  
POSTES DE MADERA 10.5m

VANO REGULADOR: 40m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable.....3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF daN	579	572	566	560	555	549	544	538	533
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,66	0,67	0,68	0,68	0,69	0,70	0,70	0,71	0,72
35	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,96	0,98
40	1,18	1,19	1,20	1,21	1,23	1,24	1,25	1,26	1,28
45	1,49	1,51	1,52	1,53	1,56	1,57	1,58	1,59	1,62
50	1,84	1,86	1,88	1,89	1,92	1,94	1,95	1,97	2,00

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)  
POSTES DE MADERA 10.5m

VANO REGULADOR: 50m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable..... ...3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF daN	554	551	547	543	540	536	533	530	526
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,69	0,69	0,70	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72	0,73
35	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,99
40	1,23	1,24	1,25	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	1,29
45	1,56	1,56	1,58	1,59	1,60	1,61	1,62	1,63	1,64
50	1,92	1,93	1,95	1,96	1,97	1,99	2,00	2,01	2,02

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=9.5m

VANO REGULADOR: 30m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	936	908	882	856	832	808	786	764	744
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,37	0,38	0,39	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,47
35	0,50	0,52	0,53	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,64
40	0,66	0,68	0,69	0,73	0,75	0,76	0,78	0,80	0,84
45	0,83	0,86	0,88	0,92	0,95	0,97	0,99	1,01	1,06
50	1,03	1,06	1,08	1,14	1,17	1,19	1,22	1,25	1,31
55	1,24	1,28	1,31	1,38	1,41	1,45	1,48	1,51	1,58
60	1,48	1,52	1,56	1,64	1,68	1,72	1,76	1,80	1,88

Corrección por Creep: 0°C



**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=9.5m

VANO REGULADOR: 40m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	810	794	779	764	750	737	724	711	699
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,43	0,44	0,44	0,46	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50
35	0,58	0,60	0,60	0,62	0,63	0,64	0,65	0,67	0,67
40	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88
45	0,96	0,99	1,00	1,03	1,04	1,06	1,08	1,10	1,11
50	1,19	1,22	1,23	1,27	1,28	1,31	1,33	1,36	1,38
55	1,44	1,47	1,49	1,53	1,55	1,59	1,61	1,64	1,66
60	1,71	1,76	1,78	1,82	1,85	1,89	1,91	1,96	1,98

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=9.5m

VANO REGULADOR: 50m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	743	734	724	716	707	699	690	683	675
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,47	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51
35	0,64	0,65	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,70
40	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,88	0,90	0,91	0,92
45	1,05	1,07	1,08	1,09	1,11	1,12	1,13	1,15	1,16
50	1,30	1,32	1,33	1,35	1,37	1,38	1,40	1,42	1,43
55	1,57	1,60	1,61	1,63	1,66	1,67	1,69	1,72	1,73
60	1,87	1,90	1,92	1,94	1,97	1,99	2,02	2,04	2,06

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=9.5m

VANO REGULADOR: 60m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	706	700	694	688	683	677	672	666	661
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,49	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,53
35	0,67	0,68	0,68	0,69	0,69	0,70	0,70	0,71	0,72
40	0,88	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,94
45	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,16	1,18	1,19
50	1,37	1,38	1,40	1,40	1,42	1,43	1,44	1,45	1,47
55	1,66	1,67	1,69	1,70	1,71	1,73	1,74	1,76	1,77
60	1,97	1,99	2,01	2,02	2,04	2,06	2,07	2,09	2,11

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=9.5m

VANO REGULADOR: 30m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable..... ...3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	768	750	733	716	700	685	670	656	643
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,50	0,51	0,52	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58	0,60
35	0,68	0,69	0,71	0,72	0,75	0,76	0,78	0,79	0,82
40	0,89	0,91	0,92	0,94	0,98	1,00	1,01	1,03	1,07
45	1,13	1,15	1,17	1,19	1,24	1,26	1,28	1,31	1,35
50	1,39	1,42	1,44	1,47	1,53	1,56	1,58	1,61	1,67

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=9.5m

VANO REGULADOR: 40m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable..... ...3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	685	676	666	658	649	641	633	625	617
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,56	0,57	0,57	0,59	0,59	0,60	0,61	0,61	0,62
35	0,76	0,77	0,78	0,80	0,80	0,81	0,83	0,83	0,84
40	0,99	1,01	1,02	1,04	1,05	1,06	1,08	1,09	1,10
45	1,25	1,28	1,29	1,32	1,33	1,34	1,37	1,38	1,39
50	1,55	1,58	1,59	1,63	1,64	1,66	1,69	1,70	1,72

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=9.5m

VANO REGULADOR: 50m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable..... ...3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	646	640	635	629	624	619	614	609	604
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,59	0,60	0,60	0,61	0,62	0,62	0,62	0,63	0,63
35	0,81	0,81	0,82	0,83	0,84	0,84	0,85	0,86	0,86
40	1,06	1,06	1,08	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13
45	1,34	1,34	1,36	1,37	1,39	1,39	1,40	1,42	1,43
50	1,65	1,66	1,68	1,69	1,71	1,72	1,73	1,75	1,76

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=12m

VANO REGULADOR: 30m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	744	725	706	689	672	656	641	626	612
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,47	0,48	0,49	0,51	0,52	0,53	0,54	0,56	0,57
35	0,64	0,65	0,67	0,69	0,71	0,72	0,74	0,76	0,78
40	0,84	0,85	0,87	0,91	0,92	0,94	0,96	1,00	1,01
45	1,06	1,08	1,10	1,15	1,17	1,19	1,22	1,26	1,28
50	1,31	1,33	1,36	1,42	1,44	1,47	1,50	1,56	1,58
55	1,58	1,61	1,65	1,71	1,75	1,78	1,82	1,88	1,92
60	1,88	1,92	1,96	2,04	2,08	2,12	2,16	2,24	2,28

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=12m

VANO REGULADOR: 40m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	659	649	639	630	621	612	604	595	588
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,53	0,53	0,55	0,55	0,56	0,57	0,57	0,59	0,59
35	0,72	0,73	0,74	0,75	0,77	0,77	0,78	0,80	0,80
40	0,94	0,95	0,97	0,98	1,00	1,01	1,02	1,04	1,05
45	1,19	1,20	1,23	1,24	1,27	1,28	1,29	1,32	1,33
50	1,47	1,48	1,52	1,53	1,56	1,58	1,59	1,63	1,64
55	1,78	1,80	1,83	1,85	1,89	1,91	1,93	1,97	1,99
60	2,12	2,14	2,18	2,21	2,25	2,27	2,30	2,34	2,36

Corrección por Creep: 0°C



**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=12m

VANO REGULADOR: 50m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	617	611	605	600	594	589	584	579	574
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,57	0,57	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,60	0,61
35	0,77	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,82	0,83
40	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08
45	1,27	1,28	1,30	1,30	1,32	1,33	1,34	1,35	1,37
50	1,57	1,58	1,60	1,61	1,63	1,64	1,66	1,67	1,69
55	1,90	1,91	1,94	1,95	1,97	1,98	2,01	2,02	2,04
60	2,26	2,28	2,30	2,32	2,35	2,36	2,39	2,40	2,43

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x70+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=12m

VANO REGULADOR: 60m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 68 mm	Peso cable..... ...3,09 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	595	591	588	584	580	577	573	570	566
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,62
35	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84
40	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09
45	1,32	1,33	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,38	1,38
50	1,63	1,64	1,65	1,66	1,67	1,68	1,69	1,70	1,71
55	1,97	1,98	1,99	2,01	2,02	2,03	2,04	2,06	2,07
60	2,34	2,36	2,37	2,39	2,40	2,42	2,43	2,45	2,46

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=12m

VANO REGULADOR: 30m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable..... ...3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	817	797	777	758	740	723	707	691	677
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,47	0,48	0,49	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57
35	0,64	0,65	0,67	0,68	0,71	0,72	0,74	0,75	0,78
40	0,84	0,85	0,87	0,89	0,92	0,94	0,96	0,98	1,01
45	1,06	1,08	1,10	1,13	1,17	1,19	1,22	1,24	1,28
50	1,31	1,33	1,36	1,39	1,44	1,47	1,50	1,53	1,58
55	1,58	1,61	1,65	1,68	1,75	1,78	1,82	1,85	1,92
60	1,88	1,92	1,96	2,00	2,08	2,12	2,16	2,20	2,28

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=12m

VANO REGULADOR: 40m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable..... ...3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast.....18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura....5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	723	712	702	692	682	673	663	655	646
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,53	0,54	0,55	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,59
35	0,72	0,74	0,74	0,75	0,77	0,77	0,79	0,80	0,80
40	0,94	0,96	0,97	0,98	1,00	1,01	1,03	1,04	1,05
50	1,19	1,22	1,23	1,24	1,27	1,28	1,30	1,32	1,33
55	1,47	1,50	1,52	1,53	1,56	1,58	1,61	1,63	1,64
60	1,78	1,82	1,83	1,85	1,89	1,91	1,95	1,97	1,99
50	2,12	2,16	2,18	2,21	2,25	2,27	2,32	2,34	2,36

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=12m

VANO REGULADOR: 50m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable..... 3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast..... 18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura.... 5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	678	672	665	659	653	648	642	636	631
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,57	0,57	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,60	0,61
35	0,77	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,82	0,83
40	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08
45	1,27	1,28	1,30	1,30	1,32	1,33	1,34	1,35	1,37
50	1,57	1,58	1,60	1,61	1,63	1,64	1,66	1,67	1,69
55	1,90	1,91	1,94	1,95	1,97	1,98	2,01	2,02	2,04
60	2,26	2,28	2,30	2,32	2,35	2,36	2,39	2,40	2,43

Corrección por Creep: 0°C

**TABLA DE TENDIDO**

Conductor: 3x95+50 (Preensamblado MT)  
COLUMNAS DE HORMIGON H=12m

VANO REGULADOR: 60m

Viento..... 80 daN/m <sup>2</sup>	Sección neutro..... 46.88 mm <sup>2</sup>	Coefic. dilat..... $11,5 \times 10^{-6}$ 1/°C
Tens.máx.admisib..... 33 % R	Diámetro..... 73 mm	Peso cable..... 3,40 daN/m
T = tensión máxima en daN	Mód. Elast..... 18500 daN/mm <sup>2</sup>	Tensión rotura.... 5500 daN
F = flecha en m		

TEMP °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ESF, daN	655	650	646	642	638	634	630	627	623
VANO m	FLECHA (m)								
30	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,62
35	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84
40	1,04	1,05	1,05	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09
45	1,32	1,33	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,38	1,38
50	1,63	1,64	1,65	1,66	1,67	1,68	1,69	1,70	1,71
55	1,97	1,98	1,99	2,01	2,02	2,03	2,04	2,06	2,07
60	2,34	2,36	2,37	2,39	2,40	2,42	2,43	2,45	2,46

Corrección por Creep: 0°C

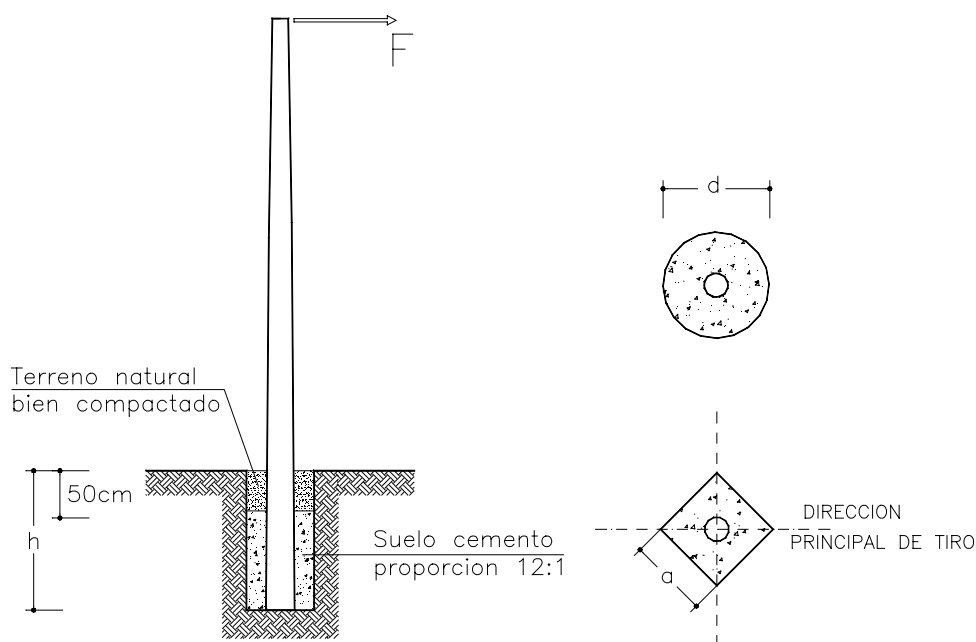
#### 4.13.- FUNDACIONES

##### 4.13.1.- TIPOS DE SUELO

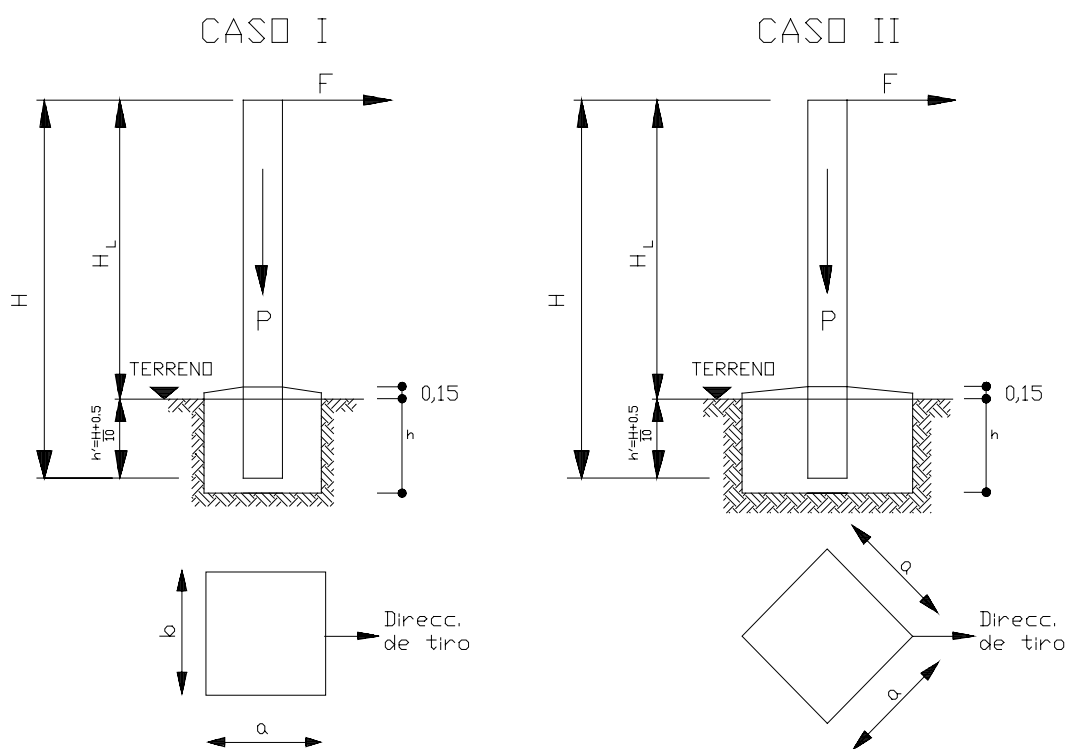
Se distinguen en función del coeficiente de compresibilidad ( $C_t$ ) de las paredes laterales de las fosas en terrenos de diferente naturaleza, aproximadamente a 2m de profundidad bajo el nivel del suelo.

TIPO DE TERRENO	Coeficiente de compresibilidad a 2 mts. profundidad. kg/cm <sup>3</sup>
Terrenos de relleno Arcillosos fluídos Anegados y pantanosos	2
Arcillosos duros y semiduros Arenosos Arcillo – arenosos	6
Terrenos que no permiten excavación manual	16

##### 4.13.2.- FUNDACIONES PARA POSTES DE MADERA



#### 4.13.3.- FUNDACIONES PARA COLUMNAS DE HORMIGON





**TABLA DE FUNDACIONES**  
**LINEAS TRONCALES DE CLASE 24 kV Y LINEAS SECUNDARIAS HASTA CLASE 24 Kv**

Altura	Carga	h'	k = 2				k = 6				k = 16			
			a	h	V	caso	a	h	V	caso	a	h	V	caso
9,50	300	1,45	0,85	1,85	1.34	II	0,50	1,65	0.41	II	0,50	1,45	0.36	II
9,50	500	1,45	1,05	1,85	2.04	II	0,75	1,65	0.93	II	0,50	1,45	0.36	II
9,50	800	1,45	1,35	1,85	3.37	II	1,00	1,65	1.65	II	0,75	1,45	0.82	II
9,50	1200	1,45	1,50	1,85	4.16	II	1,10	1,65	2.00	II	1,18	1,45	2.02	II
12	500	1,70	1,00	2,10	2.10	II	0,60	1,90	0.68	II	0,50	1,70	0.43	II
12	800	1,70	1,30	2,10	3.55	II	0,85	1,90	1.37	II	0,60	1,70	0.61	II
12	1200	1,70	1,55	2,10	5.05	II	1,15	1,90	2.51	II	0,80	1,70	1.09	II
12	2000	1,70	1,90	2,10	7.58	II	1,50	1,90	4.28	II	1,10	1,70	2.06	II
15	800	2,00	1,00	2,40	2.40	II	1,00	2,20	2.20	II	1,00	2,00	2.00	II
15	1200	2,00	1,30	2,40	4.06	II	1,00	2,20	2.20	II	1,00	2,00	2.00	II
15	2000	2,00	1,80	2,40	7.78	II	1,10	2,20	2.66	II	1,00	2,00	2.00	II

**4.14.- ESQUEMAS DE APOYO****4.14.1.- PROYECTO EN POSTES DE MADERA**

- 4.14.1.1.- [Esquema suspensión simple](#)
- 4.14.1.2.- [Esquema falso amarre en ángulo](#)
- 4.14.1.3.- [Esquema amarre en ángulo](#)
- 4.14.1.4.- [Esquema terminal](#)
- 4.14.1.5.- [Esquema empalme en apoyo](#)
- 4.14.1.6.- [Esquema transición conductor desnudo-aislado](#)

**4.14.2.- PROYECTO EN COLUMNAS DE HORMIGON 9.50m**

- 4.14.2.1.- [Esquema suspensión simple](#)
- 4.14.2.2.- [Esquema falso amarre en ángulo](#)
- 4.14.2.3.- [Esquema amarre en ángulo \(terminal y antena\)](#)
- 4.14.2.4.- [Esquema terminal](#)
- 4.14.2.5.- [Esquema empalme en apoyo](#)
- 4.14.2.6.- [Esquema transición conductor desnudo-aislado](#)

**4.14.3.- PROYECTO EN COLUMNAS DE HORMIGON 12m**

- 4.14.3.1.- [Esquema suspensión simple](#)
- 4.14.3.2.- [Esquema falso amarre en ángulo](#)
- 4.14.3.3.- [Esquema amarre en ángulo \(terminal y antena\)](#)
- 4.14.3.4.- [Esquema amarre en ángulo](#)
- 4.14.3.5.- [Esquema terminal](#)
- 4.14.3.6.- [Esquema empalme en apoyo](#)
- 4.14.3.7.- [Esquema transición conductor desnudo-aislado](#)
- 4.14.3.8.- [Esquema derivación](#)

**4.14.4.- PUESTAS A TIERRA**

- 4.14.4.1.- [Esquema de puesta a tierra de transición](#)
- 4.14.4.2.- [Esquema de puesta a tierra de derivación](#)

#### 4.15.- GUIA DE ESTRUCTURAS SEGÚN FUNCION DE APOYO

##### 4.15.1.- CUADRO DE APLICACIÓN POSTACIÓN DE MADERA

	<b>CONDUCTOR</b>	<b>3X70 + 50</b>
	<b>APOYOS</b>	<b>Poste 10.5m CL4</b>
<b>VANO MAXIMO</b>	<b>50</b>	
	<b>ACCESORIOS</b>	<b>COLUMNA</b>
SUSPENSIÓN EN LINEA	Pinza Suspensión C/ eslabón fusible BT	P 10,5 SIMPLE
FALSO AMARRE ANG. HASTA 12° ( $\beta = 67^\circ$ )	Pinzas de amarre preensamblado BT	P10,5 C/1 RIENDA SIMPLE
AMARRE EN LÍNEA O EMPALME EN APOYO ( $\beta = 76^\circ$ )	Grapa de amarre MT	P10,5 C/2 RIENDAS SIMPLES
AMARRE EN ANGULO ( $\beta = 75^\circ$ )	Grapa de amarre MT	P10,5 C/2 RIENDAS SIMPLES
TRANSICION ( $\beta = 76^\circ$ )	Grapa de amarre MT	P10,5 C/2 RIENDAS SIMPLES
TERMINAL ( $\beta = 76^\circ$ )	Grapa de amarre MT	P 10,5 C/1 RIENDA SIMPLE

NOTA : - En lo posible las riendas deben formar un ángulo de 45° con la horizontal .

-  $\beta$  = máximo ángulo de rienda con la horizontal

- Para las suspensiones y falsos amarres las riendas se deben colocar según la bisectriz del ángulo que forman los conductores.

- Para los amarres, las riendas se deben colocar según la dirección de los conductores.

	<b>CONDUCTOR</b>	<b>3X95 + 50</b>
	<b>APOYOS</b>	<b>Poste 10.5m CL4</b>
<b>VANO MAXIMO</b>	<b>45</b>	
	<b>ACCESORIOS</b>	<b>COLUMNA</b>
SUSPENSIÓN EN LINEA	Pinza Suspensión BT C/ eslabón fusible	P 10,5 SIMPLE
FALSO AMARRE ANG. HASTA 12° ( $\beta = 67^\circ$ )	Pinzas de amarre preensamblado BT	P10,5 C/1 RIENDA SIMPLE
AMARRE EN LÍNEA O EMPALME EN APOYO ( $\beta = 76^\circ$ )	Grapa de amarre MT	P10,5 C/2 RIENDAS SIMPLES
AMARRE EN ANGULO ( $\beta = 75^\circ$ )	Grapa de amarre MT	P10,5 C/2 RIENDAS SIMPLES
TRANSICIÓN ( $\beta = 76^\circ$ )	Grapa de amarre MT	P10,5 C/2 RIENDAS SIMPLES
TERMINAL ( $\beta = 76^\circ$ )	Grapa de amarre MT	P 10,5 C/1 RIENDA SIMPLE

NOTA : - En lo posible las riendas deben formar un ángulo de 45° con la horizontal .

-  $\beta$  = máximo ángulo de rienda con la horizontal

- Para las suspensiones y falsos amarres las riendas se deben colocar según la bisectriz del ángulo que forman los conductores.

- Para los amarres, las riendas se deben colocar según la dirección de los conductores.

**4.15.2.- CUADRO DE APLICACIÓN COLUMNAS DE HORMIGON H=9.50m**

	CONDUCTOR	3X70 + 50
	APOYOS	Columnas 9.5m
<b>VANO MAXIMO</b>	<b>55</b>	
	ACCESORIOS	COLUMNA
SUSPENSIÓN EN LINEA	Pinza Suspensión C/ eslabón fusible BT	300/9.5m**
FALSO AMARRE ANG. HASTA 11°	Pinzas de amarre preensamblado BT	500/9.5m **
FALSO AMARRE ANG. HASTA 26°	Pinzas de amarre preensamblado BT	800/9.5m **
FALSO AMARRE ANG. HASTA 48°	Pinzas de amarre preensamblado BT	1200/9.5m **
AMARRE EN LÍNEA O EMPALME EN APOYO	Grapa de amarre MT	1200/9.5m *
AMARRE EN ANGULO (TERMINAL Y ANTENA)	Grapa de amarre MT	1200/9.5 *
TRANSICION	Grapa de amarre MT	1200/9.5m *
TERMINAL	Grapa de amarre MT	1200/9.5m *

\* Dirección principal de la columna en el sentido de la línea (perpendicular a la bisectriz del ángulo formado por los conductores)

\*\* Dirección principal de la columna según la bisectriz del ángulo formado por los conductores

NOTA:

Gálibo considerado: 6,00m

Las derivaciones deben ser tales de no comprometer mecánicamente la línea principal.

	<b>CONDUCTOR</b>	<b>3X95 + 50</b>
	<b>APOYOS</b>	<b>Columnas 9.5m</b>
<b>VANO MAXIMO</b>	<b>50</b>	
	<b>ACCESORIOS</b>	<b>COLUMNA</b>
SUSPENSIÓN EN LINEA	Pinza Suspensión C/ eslabón fusible BT	300/9.5m**
FALSO AMARRE ANG. HASTA 12º	Pinzas de amarre preensamblado BT	500/9.5m **
FALSO AMARRE ANG. HASTA 29º	Pinzas de amarre preensamblado BT	800/9.5m **
FALSO AMARRE ANG. HASTA 54º	Pinzas de amarre preensamblado BT	1200/9.5m **
AMARRE EN LÍNEA O EMPALME EN APOYO	Grapa de amarre MT	1200/9.5m *
AMARRE EN ANGULO (TERMINAL Y ANTENA)	Grapa de amarre MT	1200/9.5m *
TRANSICION	Grapa de amarre MT	1200/9.5m *
TERMINAL	Grapa de amarre MT	1200/9.5m *

\* Dirección principal de la columna en el sentido de la línea (perpendicular a la bisectriz del ángulo formado por los conductores)

\*\* Dirección principal de la columna según la bisectriz del ángulo formado por los conductores

NOTA:

Gálbo considerado: 6,00m

Las derivaciones deben ser tales de no comprometer mecánicamente la línea principal.

**4.15.3.- CUADRO DE APLICACIÓN COLUMNAS DE HORMIGON H=12m**

	CONDUCTOR	3X70 + 50
	APOYOS	Columnas 12m
VANO MAXIMO	60	
	ACCESORIOS	COLUMNA
SUSPENSIÓN EN LINEA	Pinza Suspensión C/ eslabón fusible BT	500/12m**
FALSO AMARRE ANG. HASTA 11°	Pinzas de amarre preensamblado BT	500/12m **
FALSO AMARRE ANG. HASTA 28°	Pinzas de amarre preensamblado BT	800/12m **
FALSO AMARRE ANG. HASTA 54°	Pinzas de amarre preensamblado BT	1200/12m **
FALSO AMARRE ANG. HASTA 90°	Pinzas de amarre preensamblado BT	2000/12m **
AMARRE EN LÍNEA O EMPALME EN APOYO	Grapa de amarre MT	1200/12m *
AMARRE EN ANGULO HASTA 28°	Grapa de amarre MT	1200/12m *
AMARRE EN ANGULO HASTA 54°	Grapa de amarre MT	2000/12m **
AMARRE EN ANGULO 54° < ANG < 90° (TERMINAL Y ANTENA)	Grapa de amarre MT	1200/12m *
TRANSICION	Grapa de amarre MT	1200/12m *
TERMINAL	Grapa de amarre MT	1200/12m *

\* Dirección principal de la columna en el sentido de la línea (perpendicular a la bisectriz del ángulo formado por los conductores)

\*\* Dirección principal de la columna según la bisectriz del ángulo formado por los conductores

NOTA:

Gálibo considerado: 7,70m

Las derivaciones deben ser tales de no comprometer mecánicamente la línea principal.

	<b>CONDUCTOR</b>	<b>3X95 + 50</b>
	<b>APOYOS</b>	<b>Columnas 12m</b>
<b>VANO MAXIMO</b>	<b>60</b>	
	<b>ACCESORIOS</b>	<b>COLUMNA</b>
SUSPENSIÓN EN LINEA	Pinza Suspensión C/ eslabón fusible BT	500/12m**
FALSO AMARRE ANG. HASTA 9°	Pinzas de amarre preensamblado BT	500/12m **
FALSO AMARRE ANG. HASTA 25°	Pinzas de amarre preensamblado BT	800/12m **
FALSO AMARRE ANG. HASTA 47°	Pinzas de amarre preensamblado BT	1200/12m **
FALSO AMARRE ANG. HASTA 90°	Pinzas de amarre preensamblado BT	2000/12m **
AMARRE EN LÍNEA O EMPALME EN APOYO	Grapa de amarre MT	1200/12m *
AMARRE EN ANGULO HASTA 25°	Grapa de amarre MT	1200/12m *
AMARRE EN ANGULO HASTA 47°	Grapa de amarre MT	2000/12m **
AMARRE EN ANGULO 47° < ANG < 90° (TERMINAL Y ANTENA)	Grapa de amarre MT	1200/12m *
TRANSICION	Grapa de amarre MT	1200/12m *
TERMINAL	Grapa de amarre MT	1200/12m *

\* Dirección principal de la columna en el sentido de la línea (perpendicular a la bisectriz del ángulo formado por los conductores)

\*\* Dirección principal de la columna según la bisectriz del ángulo formado por los conductores

NOTA:

Gálbo considerado: 7,70m

Las derivaciones deben ser tales de no comprometer mecánicamente la línea principal.





## **5.- REGISTROS**

## **6.- ANEXOS**

**ÍNDICE**

<b>0.- TRÁMITE Y REVISIONES .....</b>	<b>2</b>
0.1.- TRÁMITE .....	2
0.2.- REVISIONES .....	2
<b>1.- MARCO GENERAL .....</b>	<b>3</b>
1.1.- INTRODUCCIÓN .....	3
1.2.- OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	3
1.3.- ALCANCE .....	3
1.4.- VIGENCIA .....	3
1.5.- INVOLUCRADOS .....	3
<b>2.- DEFINICIONES / ABREVIATURAS .....</b>	<b>3</b>
<b>3.- REFERENCIAS NORMATIVAS .....</b>	<b>4</b>
<b>4.- DESARROLLO .....</b>	<b>4</b>
4.1.- ELECCIÓN DEL TRAZADO .....	4
4.2.- SERVIDUMBRES .....	4
4.3.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD .....	4
4.4.- SEÑALIZACIÓN .....	5
4.5.- MATERIALES .....	5
4.6.- CONSTRUCCIÓN Y ARMADO DE ESTRUCTURAS. ....	5
4.7.- TENDIDO Y TENSADO .....	7
4.8.- PUESTAS A TIERRA .....	8
4.9.- INSTALACIÓN DE DESCARGADORES .....	8
4.10.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS .....	8
4.11.- TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO .....	10
4.12.- TABLAS DE TENDIDO .....	17
4.13.- FUNDACIONES .....	39
4.13.1.- TIPOS DE SUELO .....	39
4.13.2.- FUNDACIONES PARA POSTES DE MADERA .....	39
4.13.3.- FUNDACIONES PARA COLUMNAS DE HORMIGON .....	40
4.14.- ESQUEMAS DE APOYO .....	42
4.14.1.- PROYECTO EN POSTES DE MADERA .....	42
4.14.2.- PROYECTO EN COLUMNAS DE HORMIGON 9.50M .....	42
4.14.3.- PROYECTO EN COLUMNAS DE HORMIGON 12M .....	42
4.14.4.- PUESTAS A TIERRA .....	42
4.15.- GUIA DE ESTRUCTURAS SEGÚN FUNCION DE APOYO .....	43
<b>5.- REGISTROS .....</b>	<b>49</b>
<b>6.- ANEXOS .....</b>	<b>49</b>