	Proyecto: LAT 132 kV Colón – C. del Uruguay		
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Montaje de Grapería, Aisladores, PAT, Conductores y Cable de Guardia	Rev.	A
		Fecha	
	Hoja	10/ 15	



- \* Sólo se autorizará una (1) reparación por conductor y por vano y no más de dos (2) en un mismo conductor en 2500 m de línea.
- \* Se admitirá su uso en el conductor cuando se hubieran roto hasta tres (3) alambres de la última capa o se hubieran dañado severamente hasta seis (6) alambres.

Para daños mayores en el conductor o cuando se hubiera cortado un (1) alambre del cable de guardia, se deberá cortar y empalmar los mismos.

Previamente al inicio del tendido, el Contratista efectuará una muestra de empalme sobre el conductor para su aprobación. Para la ejecución se seguirán las indicaciones de su fabricante.

Los manguitos de reparación de conductores no se colocarán a una distancia menor de un (1) metro de la grapa del amortiguador o menor de diez (10) metros del punto de sujeción de los conductores.

La decisión de autorizar reparaciones y en qué extensión, corresponderá a la Inspección de Obra. En el caso que los daños sean mayores que los descritos anteriormente, la sección dañada deberá ser cortada y aún podrá ocurrir que toda la longitud del conductor de ese tendido deba ser removida, por cuenta y cargo del Contratista.

### 6.3.5 Cruces

El Contratista deberá cumplimentar todos los requisitos, condiciones y medidas de seguridad que impongan los Entes u Organismos responsables o Propietarios, de los FFCC, caminos, líneas eléctricas, líneas telefónicas, etc. para efectuar el cruce de la Línea.

Esto incluye también las ejecuciones de obras sobre las instalaciones a cruzar necesarias para su adecuación según lo dispuesto por los Entes Oficiales o Propietarios titulares del dominio.


Asimismo, estarán a su exclusivo cargo todos los costos que estas operaciones impliquen y será de su responsabilidad la obtención de las autorizaciones pertinentes y la elaboración de la documentación correspondiente.

- **Cruce con líneas eléctricas**

Con la suficiente antelación, el Contratista solicitará a la Inspección de Obra la desenergización de las líneas eléctricas a cruzar. Se planificarán las tareas con métodos confiables y seguros, de manera tal de efectuar el corte durante el menor tiempo posible.

En el caso que no fuera posible obtener el corte, el Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para el cruce sobre la línea energizada.

Antes de efectuar tareas sobre una línea energizada, el Contratista deberá presentar para su aprobación la metodología y equipos a utilizar.

	Proyecto: LAT 132 kV Colón – C. del Uruguay		
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Montaje de Grapería, Aisladores, PAT, Conductores y Cable de Guardia	Rev.	A
		Fecha	
		Hoja	11/ 15



Antes de efectuar el cruce, sea tanto sobre líneas energizadas ó no energizadas, el Contratista deberá construir estructuras que permitan tender la cordina y los conductores sin que éstos toquen en ningún momento a la línea a cruzar.

- Cruce con rutas

El Contratista elaborará los planos de cruce de rutas y tramitará los permisos en las reparticiones respectivas con la antelación necesaria. El original y copias de dichos permisos, una vez obtenidos, deberán ser entregados a la Inspección de Obra.

No se podrá iniciar ningún tipo de tarea en los cruces sin contar con el permiso respectivo.

Los aranceles por permiso de cruce que deban abonarse estarán a cargo del Contratista.

Las estructuras auxiliares de cruce deberán ser construidas en forma tal que en ningún momento la cordina o conductores queden dentro del gálibo de los vehículos que transitan. Deberán agregarse además los carteles indicadores y el personal de señalización necesario a fin de evitar accidentes.

#### **6.4. Tensado y Flechado de Conductores**

##### **6.4.1. Generalidades**


Las operaciones de flechado se iniciarán inmediatamente después de finalizadas las operaciones de tendido y de acuerdo con los valores contenidos en las tablas de flechado para montaje. La tolerancia prevista para su realización es de 24 horas como mínimo y 48 horas como máximo, después de finalizado el tendido de cada fase del mismo tramo. De no cumplirse lo especificado anteriormente, el Contratista deberá presentar una nueva tabla de flechado ajustándose a las nuevas condiciones.

El flechado se efectuará en tramos entre estructuras de retención y se realizará con teodolitos o instrumental equivalente.

El tiro y ajuste de los conductores se hará con aparejos o cabrestantes, pero nunca con vehículos.

Las grapas de sujeción que transfieren el tiro del cabrestante al conductor no deberán permitir ningún tipo de deslizamiento.

La temperatura de flechado se controlará mediante un termómetro cuya menor división sea 1°C. Este termómetro será contrastado en laboratorio oficial autorizado por la Inspección de Obra, dentro de los 30 días como máximo antes y después del tendido. El termómetro será suspendido a no menos de ocho (8) metros del suelo y expuesto a las condiciones ambientales del momento (viento, sol, etc.), durante un tiempo no menor de quince (15) minutos. Su bulbo estará ubicado en la cavidad practicada en un trozo de conductor de un (1) metro de longitud.

	Proyecto: LAT 132 kV Colón – C. del Uruguay		
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Montaje de Grapería, Aisladores, PAT, Conductores y Cable de Guardia	Rev.	A
		Fecha	
	Hoja	12/ 15	



Para asegurar un buen contacto del bulbo con el conductor, se podrá retirar parte del cable de acero y rellenar los espacios vacíos con limaduras de acero y de aluminio.

Las lecturas de temperatura se harán cada hora.

La Inspección de Obra podrá ordenar la suspensión de las tareas si, a su juicio, las condiciones climáticas fueran adversas y pudieran provocar errores en las operaciones o riesgos para las personas y/o equipos.

No se permitirá flechar con vientos superiores a 25 km/h.

Las mediciones se realizarán en el centro del vano elegido.

Los vanos a elegir para controlar el flechado de cada tramo deberán cumplir con los siguientes requisitos, en orden decreciente de prioridad:

- a) Largos y horizontales.
- b) Distribuidos a lo largo del tramo.
- c) Vanos extremos del tramo.

Siguiendo con las prioridades establecidas los vanos elegidos serán preferentemente, aquellos de longitud próxima a la de cálculo, (vano regulador ó equivalente) del tramo.

Los vanos de control serán definidos por la Inspección de Obra, conjuntamente con la aprobación del plan de tendido.

Una vez aprobada la flecha en un tramo determinado, y con el objeto de evitar modificaciones en la misma, se colocarán grapas de madera en los conductores en todas las estructuras del tramo de flechado para impedir que los cables se deslicen.

Concluido el flechado de la fase se procederá a marcar en cada estructura el punto del conductor ubicado en un plano vertical, normal al eje de la línea y que pasa por el punto de sujeción de la cadena del aislador.

El marcado de los conductores se realizará dentro de las dos (2) horas subsiguientes al flechado y se realizará con cinta de aislar.

Se admitirá una diferencia máxima de temperatura de dos (2) grados centígrados, entre las operaciones de flechado y marcado. Si esto no se cumple se iniciará nuevamente el flechado del tramo.

El plazo máximo entre la finalización del flechado y el engrapado (aún los provisorios) será de cuarenta y ocho (48) horas, para cada fase.



Proyecto: LAT 132 kV Colón – C. del Uruguay		
Titulo: Especificaciones Técnicas Particulares Montaje de Grapería, Aisladores, PAT, Conductores y Cable de Guardia	Rev.	A
	Fecha	
	Hoja	13/ 15



**6.4.2. Tolerancias**

Se aceptará una tolerancia por defecto de los valores de flechas medidos, de hasta el uno por ciento (1%), respecto de las flechas definidas por las tablas de flechado.

**6.5. Engrapado**

Antes de ejecutarse el engrapado se deberá verificar que los conductores estén puestos a tierra. La elevación de los mismos para retirar las roldanas, deberá ser hecha con un dispositivo que no los dañe o doble excesivamente.

Dentro del plazo fijado en el Apartado anterior, se procederá a engrapar los conductores a las cadenas de aisladores.

Durante el montaje de los elementos de sujeción se respetarán las instrucciones dadas por el Proveedor de la morsetería y preformados, poniendo especial cuidado en los torques de apriete máximos admisibles. A tal fin el Contratista utilizará exclusivamente llaves torquimétricas con traba mecánica. No se permitirá el engrapado si el Contratista no contara con dichas herramientas. Diariamente se verificarán en presencia de la Inspección de Obra los torques correspondientes.

El engrampado del cable de guardia se efectuará antes, o simultáneamente con el de conductores.

Durante las operaciones de engrapado, el personal deberá trabajar sobre escaleras o plataformas colgadas de las crucetas de las estructuras o desde plataformas móviles.

En todos los casos deberá utilizar cinturones de seguridad fijados a un punto firme.

**6.6 Puentes de Conexión**

Los puentes de conexión (cuellos muertos) de conductores en las estructuras de retención se ejecutarán sin empalmes de ningún tipo.


**7. VERIFICACIÓN DE FLECHA**

El Contratista efectuará las verificaciones de flecha en presencia de la Inspección del Comitente.

Las mediciones de verificación deberán realizarse entre los 30 y 60 días posteriores a la finalización de las operaciones de tendido entre estructuras de retención. Deberán tenerse en cuenta las variaciones de flechas debidas al "creep" de los conductores y del cable de guardia.

Para la aprobación de las mediciones de verificación valen las tolerancias del punto 6.4.2 de la presente Especificación.

Las mediciones se realizarán utilizando teodolito, distanciómetro y miras con plomada óptica, que aseguren una determinación con un nivel de precisión acorde a

	Proyecto: LAT 132 kV Colón – C. del Uruguay		
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Montaje de Grapería, Aisladores, PAT, Conductores y Cable de Guardia	Rev.	A
		Fecha	
		Hoja	14/ 15



las tolerancias establecidas.

Las determinaciones incluirán el desnivel y la longitud real del vano medido entre los ejes de giro de los cuerpos de las morsas de suspensión.

## 8. REVISIÓN FINAL

### 8.1 Generalidades

Las tareas consistirán en una revisión a fondo de la obra realizada, en conjunto con la Inspección de Obra, a fin de detectar eventuales fallas de ejecución o inconvenientes que pudieran haber surgido *a posteriori*.

Tales fallas o inconvenientes serán volcados en "Planillas de Revisión por Piquete", cuyo formato será acordado con la Inspección de Obra.

Las observaciones que efectúe la Inspección de Obra resultantes de dichas planillas serán obligatoriamente salvadas por el Contratista dentro del período de "Revisión Final" previsto en el cronograma de trabajos.

Antes de la iniciación de la revisión final, el Contratista deberá presentar a la aprobación de la Inspección de Obra la metodología que utilizará para la misma.

### 8.2 Revisión del Terreno Afectado

Se realizará un recorrido por toda la traza de la línea verificando:

- Limpieza del terreno.
- Estado de los alambrados.
- Retiro de escombros y/o sobrantes de obra.
- Retiro de obstáculos dentro de la Franja de Servidumbre.

### 8.3 Revisión desde el Nivel del Suelo


Para cada estructura se controlará el terreno en proximidades de las fundaciones verificando que no haya asentamientos.

También se verificará la integridad de los elementos visibles de puesta a tierra en las estructuras.

Por medio de largavistas se revisarán los conductores, verificando morsetería y amortiguadores en conductores y cable de guardia. Además se realizarán mediciones de verificación de Puesta a Tierra.

### 8.4 Revisión en Altura

Se revisará la totalidad de las estructuras.

 <b>ENERSA</b> Energía de Entre Ríos S.A.	Proyecto: LAT 132 kV Colón – C. del Uruguay		
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Montaje de Grapería, Aisladores, PAT, Conductores y Cable de Guardia	Rev.	A
		Fecha	
		Hoja	15/ 15



Esta operación será realizada por personal especialmente entrenado y equipado con los elementos de seguridad correspondientes.

Se revisará:


- Grapería y sistema amortiguante: control de estado y torque de bulones, en especial, de las morsas de suspensión y retención.
- Aisladores: control de estado, limpieza y chavetas.
- Control de flechas en tramos y de altura libre en cruce de obstáculos.

De no detectarse inconvenientes, una vez terminada la revisión de un tramo se procederá a retirar las puestas a tierra transitorias de conductores.

### 8.5 Actas de Revisión

Una vez corregidas las observaciones indicadas en las Planillas de Revisión por Piquete, se procederá a elaborar por cada tramo entre retenciones un Acta de Revisión por piquete en la que constarán los eventuales problemas pendientes aceptados por la Inspección de Obra y su corrección exigida. Dicha Acta deberá ser conformada por la Inspección y el Contratista, siendo requisito previo para poder proceder a la Recepción Provisoria de los trabajos, contar con las Actas de Conformidad conformadas de toda la línea.



 Energía de Entre Ríos S.A.	<b>Dirección Técnica</b>	
	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12


## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA GI-026-003

# DISEÑO Y CÁLCULO DE LÍNEAS AÉREAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA

### TABLA DE CONTENIDO

1	ALCANCES .....	3
2	MARCO NORMATIVO .....	3
3	CONDUCTORES .....	3
4	CABLE DE GUARDIA .....	4
5	TENSIONES Y DEFORMACIONES .....	4
6	ELEMENTOS A CONSIDERAR PARA EL CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES, CABLES DE GUARDIA Y SOPORTES .....	4
6.1	Viento .....	4
6.1.1	Carga dinámica .....	4
6.1.2	Carga del viento sobre conductores .....	5
6.1.3	Carga del viento sobre soportes .....	5
6.1.4	Variación de la velocidad del viento con la altura .....	6
6.1.5	Carga del viento, peso propio, y longitudes de cadenas de aisladores .....	7
6.2	DISTANCIAS .....	8
6.2.1	Entre conductores de energía entre sí, entre conductores de energía y neutro, y entre conductores de energía y cable de guardia .....	8
6.2.2	Distancia entre conductor de energía e instalaciones puestas a tierra (excluido conductor neutro y cable de guardia, ya tratado en Punto 3.2.1) .....	9
6.3	Diseño geométrico de una estructura soporte: conductores en un solo plano y en distintos planos .....	12
7	HIPÓTESIS DE CARGAS PARA EL CÁLCULO DE ESTRUCTURAS .....	13
7.1	Estructura de suspensión simple .....	13
7.1.1	Carga normal .....	13
7.1.2	Carga extraordinaria .....	13
7.2	Estructura de suspensión angular Y ANGULAR .....	13
7.2.1	Carga normal .....	13
7.2.2	Carga extraordinaria .....	14
7.3	Estructura de retención .....	14
7.3.1	Carga normal .....	14
7.3.2	Carga extraordinaria .....	15
7.4	Estructura de retención angular .....	15
7.4.1	Carga normal .....	15
7.4.2	Carga extraordinaria .....	16
7.5	Estructura de terminal .....	16
7.5.1	Carga normal .....	16
7.5.2	Carga extraordinaria .....	16
7.6	Estructura de empalme y distribución .....	17
7.6.1	Carga normal .....	17
7.6.2	Carga extraordinaria .....	17




	<b>Dirección Técnica</b>	
	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12

7.7	Construcciones utilizadas como punto de apoyo .....	17
7.7.1	Carga normal .....	17
7.8	Aclaraciones generales.....	17
8	AISLADORES DE PORCELANA O VIDRIO TEMPLADO .....	18
9	ESTRUCTURAS DOBLES – UBICACIÓN DE VÍNCULOS .....	19
10	DISTANCIAS ADMISIBLES MÍNIMAS .....	20
10.1	Distancia entre conductores de líneas que se cruzan .....	20
10.2	Distancia al suelo, lagos, etc. (Excluidas otras líneas).....	20
	DENOMINACIÓN DE SOPORTES.....	21
10.3	Abreviaturas .....	21
10.3.1	Principal.....	21
10.3.2	Particular .....	21
10.4	Configuración de la abreviaturas.....	21
11	FUNDACIONES .....	22
11.1	Postes de madera.....	22
11.2	Postes de hormigón armado o metálicos.....	22
11.3	Cálculo de fundaciones.....	23
11.3.1	Métodos de cálculo – Formas más comunes .....	23
11.3.2	Dimensiones mínima para fundaciones sin armar.....	24
12	GRÁFICO Y TABLAS .....	25
12.1	Gráfico 1.....	25
12.2	TABLA 1 .....	26
12.3	TABLA 2 .....	27

Nº Modificación	Fecha	Descripción	Autor
	1985	Emisión	EPEER
001	11/12/02	Revisión general	Claudio Prete
002	01/08/05	Emisión ENERSA	ENERSA
003	20/04/12	Adecuación a Reglamentación AEA	Daniel Arlettaz





	Procedimiento: GI-026-003		Revisión Nro.:003
	Título: Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.		
	Fecha de Vigencia: 1985	Fecha de Revisión: 20/04/12	

## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA GI-026-002

### DISEÑO Y CÁLCULO DE LÍNEAS AÉREAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA

#### 1 ALCANCES

La presente Especificación rige para líneas aéreas de transmisión en 132 kV y de subtransmisión en 33 kV a proyectarse en el ámbito de ENERSA.

#### 2 MARCO NORMATIVO

Para el diseño y cálculo de las líneas aéreas se cumplirán las condiciones establecidas en la "Reglamentación de líneas aéreas exteriores de media tensión y alta tensión" N° 95301 de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA).

Las especificaciones contenidas en este documento complementan a los requerimientos mínimos de la Reglamentación mencionada.

#### 3 CONDUCTORES

Los conductores de energía de las líneas aéreas serán de aluminio con alma de acero fabricados según la norma IRAM 2187, con relación de secciones igual a 6.


En la siguiente tabla se indican las características mecánicas de los cables de aluminio-acero según su formación.

	Formación 6/1	Formación 26/7
Módulo de elasticidad del alambre de acero.	$E_{ac} = 20000 \text{ daN/mm}^2$	$E_{ac} = 18000 \text{ daN/mm}^2$
Módulo de elasticidad de la cubierta de aluminio.	$E_{al} = 6000 \text{ daN/mm}^2$	$E_{al} = 5700 \text{ daN/mm}^2$
Coefficiente de dilatación lineal del acero	$\alpha_{ac} = 11 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$\alpha_{ac} = 11 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Coefficiente de dilatación lineal del aluminio	$\alpha_{al} = 23 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$\alpha_{al} = 23 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Tensión máxima admisible para la cubierta de aluminio	$\sigma_{al \text{ máx}} = 8,00 \text{ daN/mm}^2$	$\sigma_{al \text{ máx}} = 8,00 \text{ daN/mm}^2$
Módulo de elasticidad para todo el cable	$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$	$E = 7700 \text{ daN/mm}^2$
Coefficiente de dilatación lineal para todo el cable	$\alpha = 19,1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$\alpha = 18,9 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Tabla: Características mecánicas de cables de aluminio-acero

En las líneas aéreas de ENERSA se utilizarán preferentemente las siguientes secciones de cables: 50/8 mm<sup>2</sup> (formación 6/1), 120/20 mm<sup>2</sup> (formación 26/7) y 300/50 mm<sup>2</sup> (formación 26/7).



	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003		<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.		
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12	

#### 4 CABLE DE GUARDIA

El cable de guardia de las líneas de transmisión será del tipo OPGW de 24 FO y deberá cumplir con la especificación técnica GI-202. Todos los accesorios del cableado, tales como elementos de sujeción, empalmes, elementos antivibratorios, etc., deberán ser provistos junto con el cable OPGW de manera de garantizar su correcta instalación y operación.

#### 5 TENSIONES Y DEFORMACIONES

Las tensiones de tendido de los conductores se determinarán a partir del cálculo mecánico, adoptándose para el mismo las tensiones máximas para cada Estado que se indican en la Tabla 1 de esta especificación.

Para el cálculo de las deformaciones máximas en el cable y determinación de alturas libres y distancias de seguridad, deberá considerarse una temperatura de 75°C en el conductor.

Además, el cálculo mecánico de conductor y cable de guardia deberá considerar el efecto de fluencia lenta o "creep" en los cables, de manera que la determinación de las deformaciones máximas y las distancias de seguridad consideren la situación final de la línea (al final de su vida útil), además de la inicial.

Para el cable de guardia se tomarán las tensiones y flechas límite que indique el proveedor.

#### 6 ELEMENTOS A CONSIDERAR PARA EL CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES, CABLES DE GUARDIA Y SOPORTES

##### 6.1 VIENTO

##### 6.1.1 Carga dinámica


La carga del viento por unidad de superficie se calculará mediante la expresión:

$$F_v = k \frac{v^2}{16} \text{sen } \theta \text{ (daN/m}^2\text{)} \quad (1)$$

En donde k es el coeficiente de presión dinámica según la siguiente tabla

ELEMENTO CONSIDERADO	COEFICIENTE k
ESTRUCTURAS	



 <b>ENERSA</b> Energía de Entre Ríos S.A.	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12

Caras reticuladas planas de perfiles	1,6
Estructuras reticuladas de perfiles o rectangulares	2,8
Caras reticuladas planas de tubos	1,2
Postes tubulares de acero, hormigón armado o madera de sección circular simples, dobles o triples	0,7
Postes tubulares de acero y postes de hormigón armado de sección poligonal	1,0

<b>CONDUCTORES</b>	<b>COEFICIENTE <i>k</i></b>
Conductores con diámetro menor que $\Phi < 12,5$ mm	1,2
Conductores con diámetro entre $12,5 \text{ mm} < \Phi < 15,8$ mm	1,1
Conductores con diámetro mayor que $\Phi < 15,8$ mm	1,0

$v_{16}^2$ : presión dinámica en daN/m<sup>2</sup>

$v$ : velocidad del viento, en m/seg.

$\theta$ : ángulo determinado por la dirección del viento y el plano que contiene al elemento de superficie considerado.

### 6.1.2 Carga del viento sobre conductores

La carga del viento sobre un metro de conductor, para un vano de longitud  $a_m$ , se calculará mediante la fórmula:

$$F_c = 0,76 F_v d \left( 0,6 + \frac{80}{a_m} \right) \quad (\text{daN/m}) \quad (2)$$

Siendo:

$d$  : diámetro del conductor en metros

$a_m$ : vano de cálculo en metros

$\theta$  : ángulo determinado por la dirección del viento y el eje del conductor


Para valores de  $a_m$  menores a 200 m, el factor  $\left( 0,6 + \frac{80}{a_m} \right)$  se tomará igual a uno.

### 6.1.3 Carga del viento sobre soportes

La carga del viento sobre postes simples, dobles y triples, de caños de acero, hormigón armado o de madera, de sección circular, se calcularán según las siguientes expresiones:

Poste simple:



	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12

$$F_p = \frac{F_v(2d + D)h}{6} \quad (\text{daN})$$

Poste doble, viento paralelo al plano de la estructura:

$$F_p = \frac{F_v(2d + D)h}{4} \quad (\text{daN})$$

Poste doble, viento perpendicular al plano de la estructura:

$$F_p = \frac{F_v(2d + D)h}{3} \quad (\text{daN})$$

Poste triple, cualquier dirección del viento:

$$F_p = \frac{F_v(2d + D)h}{2} \quad (\text{daN})$$

Donde:

- $F_p$ : fuerza reducida a la cima, que ejerce el viento sobre la estructura (no incluye fuerza sobre vínculos, crucetas, etc.) en daN
- $F_v$ : presión dinámica del viento dada por la expresión (1) en daN/m<sup>2</sup>.
- $d$ : diámetro en la cima del poste en metros
- $D$ : diámetro en la base del poste en metros
- $h$ : altura del poste por encima de la fundación en metros

#### 6.1.4 Variación de la velocidad del viento con la altura


##### a) Conductores

Las velocidades del viento consideradas en las hipótesis de cálculo, tienen validez hasta una altura sobre el nivel del terreno no mayor de 20 m. Para alturas comprendidas entre 20 m y 30 m, se adoptarán los mismos valores mencionados anteriormente, incrementados en un 5 %.

Para la determinación de la carga del viento sobre un conductor mediante la expresión (2), se adoptará la velocidad "v" que corresponda a la altura de su punto de sujeción en la cadena de aisladores (conductor de energía), o en la estructura (hilo de guardia), conforme a lo establecido en el párrafo anterior. Si los conductores de energía no estuvieran a un mismo nivel, se adoptará para todos ellos la velocidad de viento que corresponda al nivel del centro de gravedad del conjunto en los mencionados puntos de sujeción.

##### b) Soportes



	PROCEDIMIENTO	
	Procedimiento: GI-026-003	Revisión Nro.:003
	Título: Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	Fecha de Vigencia: 1985	Fecha de Revisión: 20/04/12

**Estructuras Metálicas:** para el cálculo de la carga del viento, las estructuras que sobrepasan los 20 m de altura se dividirán en dos franjas horizontales al nivel mencionado y eventualmente a los 30 m. A cada franja se le asignará la velocidad que le corresponde según lo expuesto en el apartado a) de este numeral.

**Estructuras de hormigón armado o de madera:** para toda la estructura se adoptará la misma velocidad del viento que resulte para los conductores de energía.

### 6.1.5 Carga del viento, peso propio, y longitudes de cadenas de aisladores

Para el cálculo de la carga del viento sobre una cadena de aisladores, se considerará la misma velocidad de viento adoptada para los conductores de energía. Para las cadenas de porcelana o vidrio se utilizarán en el cálculo mecánico los valores siguientes:

Descripción	Peso (daN)	Fuerza del viento máx. (daN)	Longitud (m)
Cadena Suspensión 33 kV (tres elementos)	20	6	0,71
Cadena Suspensión Doble 33 kV (2 x 4 elementos)	81	19	1,15
Cadena retención 33 kV (4 elementos)	29	8	1,15
Cadena Suspensión 132 kV (9 elementos)	69	12	1,80
Cadena Suspensión Doble 132 kV (2 x 10 elementos)	151	30	2,04
Cadena Retención 132 kV (2 x 10 elementos)	151	30	2,04

En el caso de que se utilicen en lugar de cadenas de aisladores de porcelana o vidrio aisladores del tipo poliméricos, se considerarán para el cálculo los valores dados en la tabla precedente, en correspondencia con su nivel de tensión y características de la cadena a utilizar.

Cuando la aislación sea del tipo "Line Post" se definirán los valores de cálculo a utilizar para cada caso particular.



	<b>Dirección Técnica</b>	
	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12

## 6.2 DISTANCIAS

### 6.2.1 Entre conductores de energía entre sí, entre conductores de energía y neutro, y entre conductores de energía y cable de guardia

En un vano los conductores de energía e hilos de guardia, pertenecientes a una misma terna o a diferentes ternas, deberán estar distanciados entre sí de modo tal que no sea posible un acercamiento que pueda provocar la perforación del espacio disruptivo.

La separación en el cabezal para conductores del mismo material, e igual sección y flecha, no deberá ser menor que:

$$D = K\sqrt{f + l_a} + \frac{U_n}{150} \quad (\text{m}) \quad (3)$$

Siendo:

- $K$  = factor determinado en función del material y sección del conductor y de su disposición geométrica, según Tabla 1 - Columnas 13, 14 y 15
- $f$  = flecha del conductor a temperatura máxima, en metros
- $l_a$  = longitud de la cadena de aisladores de suspensión, incluidos los accesorios móviles, en metros
- $U_n$  = tensión nominal de la línea, en kV.

Para aisladores de perno, cadenas de anclaje, o "Line Post" se tomará  $l_a = 0$ .

La distancia a adoptar no podrá ser menor que el valor  $K$  en metros.

Para conductores de materiales, y/o secciones, y/o flechas diferentes, la determinación de la distancia mínima se hará mediante la misma expresión (3), debiendo adoptarse los valores de " $K$ " y " $f$ " que resulten mayores.

Además, deberá verificarse la aproximación de los conductores inclinados desigualmente por la acción de ráfagas de viento de igual dirección y sentido, y cuyas velocidades difieran entre sí en el 20 %.


El cable de guardia debe cumplir adicionalmente con las condiciones siguientes:

- En el caso de disposición de conductores protegidos con un solo cable de guardia, el ángulo de protección será de 30° como máximo, para todos los conductores.
- Cuando la protección se realice con dos cables de guardia, el ángulo de protección de los conductores exteriores será preferentemente de 20° como máximo. Cuando esta protección resultare excesivamente onerosa, se admitirá un ángulo máximo de protección de 30°.

Los conductores interiores se consideran protegidos cuando:

$$a \leq 4h$$



	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12

Donde:

$a$  : es la distancia entre ambos cables de guardia

$h$  : su altura con respecto al plano horizontal de los conductores en el plano de la estructura

Los cables de guardia estarán formados por alambres de acero galvanizado.

La flecha del cable de guardia en la mitad del vano, deberá ser por lo menos un 10 % menor que la de los conductores en el Estado 5.

### 6.2.2 Distancia entre conductor de energía e instalaciones puestas a tierra (excluido conductor neutro y cable de guardia, ya tratado en Punto 3.2.1)

Los conductores y sus accesorios bajo tensión deberán guardar distancias mínimas a las instalaciones puestas a tierra.

Con el conductor en reposo, o inclinado por la acción del viento de 70 km/h. (velocidad típica durante las tormentas eléctricas), la distancia será la que se obtiene mediante el Gráfico 1 Curva B, correspondiente a sobretensiones de origen atmosférico, pero no menor de 0,15 m.

Con el conductor inclinado por la acción del viento máximo, la distancia será  $Un/150$  metros (Gráfico 1 - Curva A,); expresando  $Un$  en kV, pero no menor de 0,15 m.

El ángulo de inclinación de una cadena de aisladores de suspensión se determinará mediante la expresión:

$$\tan \varphi = \frac{W_c + \frac{1}{2} W_a}{P_c + \frac{1}{2} P_a} \quad (4)$$


Siendo:

$W_c$ : carga del viento sobre el conductor en ambos semivanos adyacentes a la estructura, en daN. Donde  $W_c = F_c \frac{a_{m1} + a_{m2}}{2}$

$W_a$ : carga del viento sobre la cadena de aisladores, incluidos elementos móviles de la morsetería, en daN.

$P_c$ : peso del conductor gravante sobre la cadena de aisladores, en daN.




	PROCEDIMIENTO	
	Procedimiento: GI-026-003	Revisión Nro.:003
	Título: Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	Fecha de Vigencia: 1985	Fecha de Revisión: 20/04/12

$P_a$ : peso de la cadena de aisladores, incluidos elementos móviles de la morsetería en daN.

En las estructuras con cadenas de aisladores de retención se considerará que los puentes de conexión, bajo la acción del viento, alcanzan un ángulo de inclinación que es función de las características del conductor y de la velocidad del viento. El siguiente cuadro da los valores de dicho ángulo  $\phi_{m\acute{a}x}$ , así como también el ángulo  $\phi_{20}$  correspondiente al viento de 20 m/s.





	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12


### ÁNGULOS DE INCLINACIÓN EN PUENTES DE CONEXIÓN PARA ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN RECTAS Y RETENCIÓN ANGULAR

Conductor Al/Ac (mm <sup>2</sup> )	Ángulo
300 / 50	$\varphi_{\text{máx}} = 32^\circ$ $\varphi_{20} = 10^\circ$
240 / 40	$\varphi_{\text{máx}} = 39^\circ$ $\varphi_{20} = 13^\circ$
120 / 20	$\varphi_{\text{máx}} = 54^\circ$ $\varphi_{20} = 22^\circ$

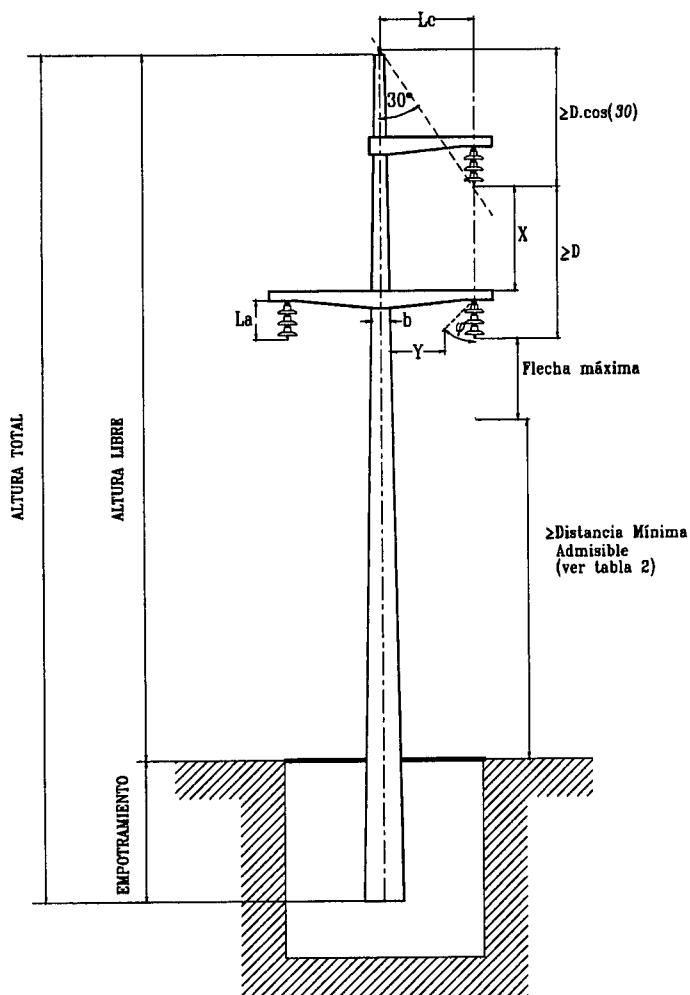
Siendo:

$\varphi_{\text{máx}}$  : inclinación, en grados, del puente sometido a viento de 140 km/h.

$\varphi_{20}$  : inclinación, en grados, del puente sometido a viento de 72 km/h ( 20 m/s)

 <b>ENERSA</b> Energía de Entre Ríos S.A.	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12

### 6.3 DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA ESTRUCTURA SOPORTE: CONDUCTORES EN UN SOLO PLANO Y EN DISTINTOS PLANOS



$$L_c = L_a \cdot \text{sen } \varphi + Y + \frac{b}{2} \text{ (m) donde } L_c \geq \frac{D}{2}$$

$D$  = distancia eléctrica mínima según (3)


$\varphi$  = Inclinación del conductor y cadena para vientos máximos según (4)

$X$  = según Gráfico 1 - Curva B

$Y$  = según Gráfico 1 - Curva A

$$X + L_a \geq D \text{ (m)}$$



	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12

La altura total del soporte estará dada por la siguiente expresión:

$$H_T = D \cos(30) + (X + La) + FlechaMáxima + DistanciaMínimaAdmisible + Empotramiento \quad (m) \quad (5)$$

Donde el empotramiento estará generalmente comprendido entre el 8 % y el 12 % de la altura total, para soportes de hormigón armado.

De acuerdo al resultado dado por (5), se elige la columna de altura normalizada inmediata siguiente según tablas de fabricantes, procediéndose luego al redimensionado definitivo del soporte, teniendo presente que el diseño geométrico del cabezal permanece invariable.

## 7 HIPÓTESIS DE CARGAS PARA EL CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

### 7.1 ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN SIMPLE

#### 7.1.1 Carga normal

##### 7.1.1.1 Hipótesis A

- Peso propio y cargas permanentes.
- Carga del viento máximo, perpendicular a la dirección de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes.

#### 7.1.2 Carga extraordinaria

##### 7.1.2.1 Hipótesis A

- Peso propio y cargas permanentes.
- Disminución unilateral de la tracción de un conductor a la mitad de la tensión, según norma VDE 0210/12.85, párrafo 9, apartado b) 2.1.2. La carga de tracción será calculada con el valor máximo de tensión del conductor, excluida la hipótesis de hielo.


### 7.2 ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN ANGULAR Y ANGULAR

#### 7.2.1 Carga normal

##### 7.2.1.1 Hipótesis A

- Peso propio y cargas permanentes.



	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12

- Carga del viento máximo sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes, en dirección de la resultante total de las tracciones de los conductores.
- Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores.

#### **7.2.1.2 Hipótesis B**

- Peso propio y cargas permanentes.
- Carga del viento máximo en dirección normal a la bisectriz del ángulo de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes.
- Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores.

#### **7.2.2 Carga extraordinaria**

##### **7.2.2.1 Hipótesis A**

- Peso propio y cargas permanentes.
- Anulación de la tracción de un conductor, según norma VDE 0210/12.85, párrafo 9, apartado b) 2.1.2. Las cargas de tracción serán calculadas con el valor máximo de tensión del conductor, excluida la hipótesis de hielo.
- Fuerzas resultantes de las tracciones máximas de los conductores.

#### **7.3 ESTRUCTURA DE RETENCIÓN**


##### **7.3.1 Carga normal**

###### **7.3.1.1 Hipótesis A**

- Peso propio y cargas permanentes.
- Carga del viento máximo perpendicular a la dirección de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes.
- Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores.

###### **7.3.1.2 Hipótesis B**

- Peso propio y cargas permanentes.

 Energía de Entre Ríos S.A.	<b>Procedimiento:</b> GI-026-003	<b>Revisión Nro.:</b> 003
	<b>Título:</b> Diseño y Cálculo de Líneas Aéreas de Transmisión de Energía.	
	<b>Fecha de Vigencia:</b> 1985	<b>Fecha de Revisión:</b> 20/04/12

- Carga del viento máximo perpendicular a la dirección de la línea, sobre la estructura y los elementos de cabecera.
- Dos tercios de las tracciones unilaterales de los conductores, consideradas actuando en el eje de la estructura.

### **7.3.2 Carga extraordinaria**

#### **7.3.2.1 Hipótesis A**

- Peso propio y cargas permanentes.
- Anulación de la tracción de un conductor, según norma VDE 0210/12.85, párrafo 9, apartado b) 2.1.2. La carga de tracción será calculada con el valor máximo de tensión del conductor, excluida la hipótesis de hielo.
- Fuerzas resultantes de las tracciones máximas de todos los demás conductores.

### **7.4 ESTRUCTURA DE RETENCIÓN ANGULAR**

#### **7.4.1 Carga normal**

##### **7.4.1.1 Hipótesis A**

- Peso propio y cargas permanentes.
- Carga del viento máximo sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes, en dirección de la resultante total de las tracciones de los conductores.
- Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores.

##### **7.4.1.2 Hipótesis B**

- Peso propio y cargas permanentes.
- Carga del viento máximo en dirección normal a la bisectriz del ángulo de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes.
- Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores.

##### **7.4.1.3 Hipótesis C**

- Peso propio y cargas permanentes.

