

ET1003

Lineas aéreas de alta tensión

[IMPRIMIR](#)

[VOLVER AL INDICE](#)





1 ALCANCE

2 DEFINICIONES

2.1 CONDUCTOR

2.1.1 conductor homogéneo

2.1.2 conductor compuesto

2.1.3 alambre heterogéneo

2.2 TIRO

2.3 APOYO

2.3.1 Apoyo de alineación

2.3.2 Apoyo de desvío

2.3.3 Apoyo de retención

2.3.4 Apoyo de cruce

2.3.5 Apoyo terminal

2.3.6 Apoyo combinado y/o especial

2.3.7 Apoyo de acometida

2.3.8 Apoyo nominal

2.4 AISLACIÓN

2.4.1 Aislación suspendida

2.4.2 Aislación especial

2.5 DISPOSITIVOS O ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS

2.5.1 Dispositivos o elementos antivibratorios pasivos o de refuerzo

2.5.2 Dispositivos o elementos antivibratorios activos o amortiguadores

2.6 VANO

2.7 FLECHA

2.8 ALTURA LIBRE

2.9 ZONAS

2.9.1 Zona urbana

2.9.2 Zona rural

2.10 TEMPERATURA CRÍTICA

3 CONDICIONES PARA EL PROYECTO Y CALCULO

3.1 PLANOS

3.1.1 Planos de conjunto

3.1.2 Planos de subconjuntos

3.1.3 Planimetría general

3.1.4 Planialtimetría

3.2 SISTEMA

3.3 TENSIONES NOMINALES

3.4 NIVEL DE AISLACIÓN

3.5 CAÍDAS DE TENSIÓN

3.6 TRAZADO

3.7 RETENCIONES

3.8 TRANSPOSICIONES

3.8.1 Transposiciones de conductores de energía

3.9 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

3.10 TENSIONES ADMISIBLES

3.11 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES



3.12 HIPÓTESIS DE CÁLCULO

3.12.1 Condiciones climáticas

3.12.2 Sobrecarga de hielo

3.12.3 Sobrecarga por viento en la condición de viento máximo

3.12.4 Esfuerzo sobre los apoyos

3.12.4.1 Apoyo de alineación (A)

3.12.4.2 Apoyo de desvío (D)

3.12.4.3 Apoyo de retención (R)

3.12.4.4 Apoyo de cruce ©

3.12.4.5 Apoyo terminal (T)

3.12.4.6 Apoyo combinado y/o especial

3.12.4.7 Apoyo de acometida

3.12.5 Postes compuestos

3.13 DISEÑO DE LOS APOYOS

3.14 VANO MÁXIMO

3.15 ALTURA LIBRE MÍNIMA

3.16 UBICACIÓN RELATIVA

3.17 DISTANCIAS MÍNIMAS

3.17.1 Entre conductores de energía de la misma línea

3.17.2 Entre conductores de energía de líneas distintas y paralelas

3.17.3 Entre conductores de energía o piezas sometidas a tensión y elementos no sometidos a tensión pertenecientes a la línea u otra instalación eléctrica

3.17.4 Horizontal entre conductores a distinto nivel

3.17.5 Entre puntos fijos de dos conductores

3.17.6 Entre conductor de protección y demás conductores

3.17.7 Entre conductores de líneas que se cruzan

3.17.8 Entre conductores de energía y edificios, estructuras no pertenecientes a la línea o a accidentes del terreno accesibles a personas

3.17.9 Construcciones edilicias próximas a líneas eléctricas aéreas

3.17.10 Entre conductores de líneas de energía y líneas pertenecientes a prestatarios de servicio telefónico que corren paralelas.

3.18 FLECHAS DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

4 NORMAS CONSTRUCTIVAS

4.1 CONDUCTOR DE PROTECCIÓN

4.2 UBICACIÓN DE LOS APOYOS

4.3 ARMADO DE LOS APOYOS

4.4 DISPOSITIVO

4.5 FUNDACIONES

4.6 EMPOTRAMIENTO

4.7 PROTECCIÓN DE LOS POSTES DE MADERA EN EL EMPOTRAMIENTO

4.8 RIENDAS

4.9 PUESTAS A TIERRA

4.9.1 Conexión a tierra

4.9.2 Electrodo de puesta a tierra

4.10 TIPO DE AISLACIÓN

4.11 PROTECCIÓN DE LA AISLACIÓN

4.12 TENDIDO DE LOS CONDUCTORES



- 4.13 VIBRACIONES
- 4.14 NUMERACIÓN DE LOS APOYOS
- 4.15 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE ENERGÍA
- 4.16 CRUCES AÉREOS
 - 4.16.1 Cruces ferroviarios
 - 4.16.2 Cruces carreteros y fluviales
- 4.17 DESPEJE DE LA ZONA AFECTADA POR LA LÍNEA

5 MATERIALES

- 5.1 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN
- 5.2 CONDUCTORES DE ENERGÍA
 - 5.2.1 Normas
 - 5.2.2 Formación
- 5.3 AISLADORES
- 5.4 ACCESORIOS METÁLICOS
- 5.5 POSTES, CRUCETAS Y MÉNSULAS
 - 5.5.1 De hormigón armado
 - 5.5.2 De madera
 - 5.5.3 Metálicos



1 ALCANCE

Esta especificación se refiere a las condiciones generales para el proyecto, cálculo y montaje de líneas trifásicas de energía eléctrica de 66 y 132 kV.

Cuando por razones justificables sea necesario alterar esta especificación, las modificaciones serán determinadas o aprobadas por EPEC y se incorporarán a las especificaciones particulares, prevaleciendo entonces sobre lo aquí consignado.

2 DEFINICIONES

2.1 CONDUCTOR:

La denominación genérica de "conductor" incluye conductores de energía y conductores de protección.

2.1.1 Conductor homogéneo: Es el conductor constituido por alambre/s de un solo metal o aleación.

2.1.2 Conductor compuesto: Es el conductor constituido por un alma de acero y una cubierta de alambres de cobre, aluminio o aleación de aluminio.

2.1.3 Alambre heterogéneo: Es el alambre constituido por un alambre de acero recubierto totalmente por una vaina adherida y continua de otro material conductor.

2.2 TIRO:

El tiro de un conductor es el producto de su sección real por la tensión mecánica de tracción a que se encuentra sometido:

$$T = \sigma . S$$

Donde: T: Tiro del conductor, en kg
 σ : Tensión de trabajo del conductor, en kg/mm²
S: Sección del conductor en mm²

2.3 APOYO:

Es todo conjunto formado por uno o más postes con sus crucetas, ménsulas, vínculos estructurales y accesorios, o estructura reticulada, que soporta a los conductores. No incluye la aislación, la fundación, ni los elementos de puesta a tierra no incorporados.

2.3.1 Apoyo de alineación: Es el apoyo que soporta a los conductores en los tramos rectos de la línea. Se lo designará con la letra A. (Ver Item 2.3.8 Nota).

2.3.2 Apoyo de desvío: Es el apoyo que soporta a los conductores en los puntos en los cuales la línea cambia de dirección. Se lo designará con la letra D agregándole el ángulo de desvío. (Ver Item 2.3.8 Nota)

2.3.3 Apoyo de retención: Es el apoyo que constituye un punto de refuerzo de la línea. Se lo designará con la letra R. (Ver Item 2.3.8 Nota).



- 2.3.4 Apoyo de cruce: Es el apoyo que soporta a los conductores en los vanos de cruce con vías de tránsito (carreteras, férreas o fluviales) y vías de telecomunicación. Se lo designará con la letra C. (Ver Item 2.3.8 Nota).
- 2.3.5 Apoyo Terminal: Es el apoyo que constituye el punto inicial o final de la línea o de un tramo de la misma. Se lo designará con la letra T y con las letras Td cuando además tenga alguna derivación a otras instalaciones. (Ver Item 2.3.8 Nota).
- 2.3.6 Apoyo Combinado y/o Especial: Es el apoyo destinado a cumplir dos o más de las funciones de los apoyos anteriores. Se lo designará con el conjunto de letras correspondientes a las funciones simples. Ej.: Apoyo de retención y desvío: RDxE (Ver Item 2.3.8 Nota). Es un apoyo destinado a alguna otra función no comprendida en los tipos de apoyos anteriores.
- 2.3.7 Apoyo de acometida: Es el apoyo destinado a terminal de línea y acometida a la Estación Transformadora.
- 2.3.8 Apoyo Nominal: Es el apoyo, de dimensiones y características mecánicas determinadas, que se adopta en cada proyecto como resultado del cálculo del vano más conveniente.
NOTA : A continuación de la letra que identifica el tipo de poste se agregará una letra **u** cuando corresponda a zona urbana y una letra **r** cuando corresponda a zona rural. Al final de la designación se consignará la diferencia de longitud en metros, en más o en menos, con la del apoyo adoptado como nominal. (Ej.: Au + 0,5; Dr8 + 1,0; Rr - 0,5).
- 2.4 AISLACIÓN:
Es el conjunto de aisladores con sus pernos, grampas y accesorios, pertenecientes a un apoyo, que sostiene los conductores de energía.
- 2.4.1 Aislación suspendida: Es el tipo de aislación que soporta fundamentalmente esfuerzos de tracción, podrá ser para amarre o para suspensión vertical. (Cuando no se exprese lo contrario esta denominación se aplicará a la aislación suspendida y articulada). Se la designará con la letra **s** cuando se trate de aislación suspendida para suspensión vertical y con la letra **r** cuando se refiera a la aislación suspendida para amarre. Cuando la aislación sea doble se la designará con las letras **ss** o con **rr** respectivamente.
- 2.4.2 Aislación especial: Es todo tipo de aislación no comprendida en la denominación anterior. Se la designará con la letra **e**.
- 2.5 DISPOSITIVOS O ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS:
- 2.5.1 Dispositivos o elementos antivibratorios pasivos o de refuerzos: Son aquellos dispositivos o elementos destinados a disminuir o evitar los efectos perjudiciales de las vibraciones del conductor, sobre sí mismo y el resto de los elementos (varillas para refuerzo de los puntos de sujeción, grampas especiales, etc.).
- 2.5.2 Dispositivos o elementos antivibratorios activos o amortiguadores: Son aquellos dispositivos o elementos que impiden que las vibraciones alcancen magnitudes peligrosas (amortiguadores tipo Stockbridge, neumáticos, a pistón, a palanca oscilante, a pesa y resorte, etc.).



- 2.6 VANO:
Es la distancia horizontal entre dos apoyos consecutivos.
- 2.7 FLECHA:
Es el segmento comprendido entre el conductor y la recta que une dos puntos consecutivos de su fijación, tomado sobre el plano vertical normal a la traza de la línea y en el punto que se considere de la misma.
- 2.8 ALTURA LIBRE:
Es la distancia medida verticalmente entre el nivel del suelo y el conductor más bajo, en el punto que se considere de la traza de la línea. No podrá considerarse como nivel del terreno el de cualquier depresión susceptible de ser modificada (cunetas, canales, etc.).
- 2.9 ZONAS:
- 2.9.1 Zona urbana: Es la zona correspondiente a una población que así se considere en las especificaciones particulares. Si su límite no fuera expresamente consignado se lo entenderá trazado a 200 m más allá del cruce con la última calle abierta o proyectada.
- 2.9.2 Zona rural: Es toda zona exterior a las zonas urbanas e incluye las poblaciones que expresamente no sean consideradas como zonas urbanas en las especificaciones particulares.
- 2.10 TEMPERATURA CRITICA (para conductor compuesto):
Es la temperatura a partir de la cual el material de menor coeficiente de dilatación habrá de soportar toda la tensión mecánica de tracción del conductor.

3 CONDICIONES PARA EL PROYECTO Y CALCULO

- 3.1 PLANOS:
- 3.1.1 Planos de conjuntos: Los planos de los apoyos incluirán circuito de puesta a tierra, fundación, aislación y detalles de los elementos y accesorios: Aislación (conjunto), todas las cotas se indicarán con respecto al nivel de empotramiento, además se deberá consignar, cargas de rotura y pesos aproximados de los postes, crucetas y ménsulas, la aislación, circuito de puesta a tierra y la fundación en forma esquemática. Se los representará tal como se los observa al avanzar según las progresivas crecientes o sentido de descripción de la traza de la línea. Se consignará su denominación según se establece en la ET4 en vigencia y, a continuación, como así también el o los números de apoyo que les correspondan en coincidencia con los de la planialtimetría.
- 3.1.2 Planos de subconjuntos: Aislación, aisladores, herrajes, elementos para la puesta a tierra y para la fijación de los conductores y los diferentes tipos de amortiguadores a utilizar.
- 3.1.3 Planimetría general: En la planimetría general se indicarán, además de la poligonal del trazado, las calles, caminos, sendas, vías férreas, líneas de energía, y/o de telecomunicaciones, gasoductos, acueductos y accidentes topográficos de importancia existentes, que sirvan de referencia y orientación para ubicar el trazado en el terreno.



La escala podrá ser 1:20.000; 1:25.000 ó 1:50.000, dependiendo de la longitud y del formato a utilizar. Se marcarán en forma objetiva los distintos tramos en que se halle dividida la planialtimetría de detalles, con los correspondientes números.

- 3.1.4 Planialtimetría: La planialtimetría incluirá todos los accidentes topográficos, obstáculos relacionados con la traza de la línea y demás detalles importantes (caminos, ríos, ferrocarriles, líneas de telecomunicaciones, eléctricas, acueductos y gasoductos, etc). Será ejecutada a escala y con los signos cartográficos del Instituto Geográfico Militar. La escala vertical de la altimetría (salvo en detalles) será siempre 1:500.

La escala horizontal se cambiará de acuerdo con las características de la zona recorrida por la línea, adoptándose 1:2500 para terrenos llanos o sin accidentes importantes y frecuentes y 1:2000 para terrenos accidentados o zonas urbanas. Para los detalles la escala vertical será 1:250 y la horizontal 1:500.

En su carátula se indicará el número del tramo (o "tramo único") en caracteres destacados, las progresivas límites del mismo, el cómputo de apoyos por tipos, aislación y fundaciones que a ese tramo corresponden. Además se dibujará en forma esquemática la poligonal completa del trazado, remarcando la parte correspondiente a cada tramo.

En el dibujo de la planialtimetría se realizará la vista en planta y el corte longitudinal de toda la traza. En la vista en planta se representará el trazado de la línea proyectada y los accidentes y/o obstáculos existentes en una franja de 10 m. Hacia ambos lados se emplearán para representar las líneas proyectadas y existentes, los símbolos indicados en la ET20. En el corte longitudinal se indicarán esquemáticamente y a escala, los apoyos, dibujándose como mínimo la curva del conductor inferior en el estado de máxima flecha en reposo, de manera tal que permita verificar a escala la distancia mínima a puntos significativos. En los casos que sean necesarios, se dibujarán además las curvas correspondientes a los otros conductores, en el mismo o distintos estados. El trazado de las curvas se efectuará con una tolerancia en exceso de 1 mm. Además se representarán todos los cortes transversales y se harán los planos de detalles que sean necesarios para justificar el dimensionamiento de la obra (zanjas, vados, depresiones inundables o no, canales, acequias, niveles de calzada, erosiones, taludes, etc.).

Al pie de la planialtimetría y a todo lo largo de la traza se consignarán los siguientes datos: N° de piquete; Cotas de terreno; Distancias: Parciales y progresivas (del relevamiento); Ángulo poligonal y desvío; Distancia entre apoyos con aislación suspendida para amarre; N° y Tipo de apoyo; Tipo de aislación; Terreno: Tipo y propietario:

Cuando el terreno sea de propiedad privada, se indicará si es "cultivable" o "no cultivable" y el nombre correcto del propietario actual. Si es público, su denominación correcta así como la de la repartición a que pertenece. Todos los accidentes significativos de la traza, naturales o no, los apoyos de la línea y los límites de propiedades o de tipo de terreno, deben tener indicados su correspondiente progresiva y cotas.

También se indicará en forma esquemática en la altimetría, la disposición de los conductores de energía en el primer apoyo y en todos aquellos en que se realice un cambio en la posición de los mismos (por cambio en la configuración de las ternas o por rotación de los conductores). A cada fase se le asignará una letra o número y se indicará el número de apoyo en que se hará el próximo cambio (salvo que sea el inmediato siguiente).



3.2 SISTEMA:

El sistema será trifásico de tres conductores, con neutro conectado directamente a tierra, con una frecuencia de 50 Hz.

3.3 TENSIONES NOMINALES:

Las tensiones nominales serán 66 kV y 132 kV.

3.4 NIVEL DE AISLACIÓN:

Para los aparatos serán según norma IRAM 2211 (el mayor allí consignado) y para las líneas el que se indique en el pliego.

3.5 CAÍDAS DE TENSIÓN:

La caída de tensión máxima será igual al 5 %. Para los cálculos eléctricos en el caso de conductores compuestos se tendrá en cuenta únicamente la sección de la cubierta.

3.6 TRAZADO:

El trazado será el más corto posible, procurando seguir a la vera de los caminos transitables o hacer un recorrido próximo a ellos, que requiera el menor número de permisos de paso y que facilite el acceso a las líneas para su mantenimiento.

3.7 RETENCIONES:

Las retenciones se realizarán cada 4 (cuatro) km, o fracción mayor de 2 (dos) km, mediante el tipo de apoyo respectivo. Cuando los apoyos de retención se ubiquen uno a continuación de otro, todos ellos se computarán como una sola retención.

3.8 TRANSPOSICIONES:

3.8.1 Transposiciones conductores de energía: Cuando la disposición de los conductores sea coplanar el ciclo helicoidal completo de las transposiciones se realizará cada 25 km o fracción mayor de 15 km.

Para cualquier otra disposición se realizará cada 50 km o fracción mayor de 30 km. Se entenderán como coplanares, aún aquellas disposiciones que formen triángulo, siempre que la altura no sea mayor que el 15% de la base, tomando para ésta el lado mayor del triángulo.

La distancia entre dos transposiciones consecutivas cualesquiera será igual a $0,33 \pm 0,33$ de la longitud del ciclo helicoidal completo.

Se realizará por lo menos un ciclo helicoidal completo en cada tramo de línea comprendido entre dos Estaciones transformadoras, cualquiera sea su longitud y la disposición de conductores.

Salvo indicación expresa del Pliego Particular de Especificaciones, el ciclo helicoidal de las transposiciones tendrá sentido dextrógiro según las progresivas ascendentes o sentido de descripción de la traza de la línea



3.9 COEFICIENTE DE SEGURIDAD:

Los coeficientes de seguridad referidos a la carga de rotura de los distintos elementos, excepto conductores, serán como mínimo los que se consignan en la tabla I siguiente.

Para los elementos no consignados se adoptará como mínimo 3. Para los conductores se aplicarán las tensiones máximas admisibles según el punto 3.10. Se podrán aceptar otros coeficientes de seguridad en zonas y casos que se consignent expresamente en las especificaciones particulares.

TABLA I

ELEMENTOS	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
Aislación de apoyo	2
Postes y elementos de madera	3,5
Postes y elementos de hormigón armado común	2,5
Postes y elementos de hormigón armado precomprimido	2,1

3.10 TENSIONES ADMISIBLES:

Las *tensiones admisibles máximas*, admisibles para apoyos metálicos reticulados serán las consignadas en la Norma VDE (210/5.85).

Las tensiones máximas admisibles para los conductores, según nota al pie, serán las consignadas en la tabla II siguiente:

TABLA II - TENSIONES MÁXIMAS ADMISIBLES (kg/mm²)

Tipos de cables	Parámetros de los cables	
	Tensión máxima admisible	Tensión admisible en la condición d) del punto 3.12.1
Cable de cobre duro (IRAM 2004)	19	10
Cable de aleación de aluminio (IRAM 2212)	8	7,5
Cable de aluminio con alma de acero (IRAM2187 - Alma de acero tipo B)		R/4
Formaciones normales	8	R/4
Formaciones especiales (relac.4,3)	8	R/4
Formaciones especiales (relac. 3)	8	
Cable de acero para conductor de protección (IRAM 722)	39	R/4
Cable de otros materiales	R/3	R/4
Alambres de cualquier material	R/3	R/4

R= tensión de rotura del cable o del alambre



Nota: Los valores consignados se refieren a la componente horizontal de la tensión en el punto de fijación de mayor cota. En los cables tendidos la tensión en los puntos de fijación no debe exceder en un 5% los valores consignados en la tabla II, pero no será necesaria su verificación cuando la flecha o el desnivel, entre dos puntos de fijación contiguos, resulte inferior al 4% de la longitud del vano.

3.11 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES:

Para los cálculos mecánicos se adoptarán los valores de la tabla III siguiente:

TABLA III

Tipo de cable	Parámetros del cable		
	Peso específ. (g/cm ³)	Módulo de Elasticidad (kg/mm ²) (x10 ³)	Coefficiente de dilatación lineal (1/°C) (x10 ⁻⁶)
Cable de cobre duro (IRAM 2004)	8,89	12	17
Cable de aleación de aluminio (IRAM 2212)	2,70	6	23
Cable de aluminio con alma de acero (IRAM 2187):			
Formaciones normales:		7,70	18,7
Formaciones especiales (relación 4,3):		8,35	17,7
Formaciones especiales (relación 3):		9,20	16,9
Cable de acero (IRAM 722)	7,8	20	11,5
Alambre de acero (IRAM 580)	7,8	22	11,5

Nota: Las secciones reales, diámetro exterior y peso por unidad de longitud serán los consignados en las normas IRAM respectivas. Para las secciones que las normas IRAM consignent más de una formación se adoptará la de mayor número de alambres.

3.12 HIPÓTESIS DE CALCULO:

3.12.1 Condiciones climáticas: Las condiciones climáticas extremas para el cálculo mecánico de los conductores serán:

Condiciones climáticas	Temperatura t = (°C)	Pres. del viento P = (kg/m ²)
a	50	0
b	10	59
c	-10	0
d	16	0



3.12.2 Sobrecarga por hielo: Cuando así se lo consigne en las especificaciones particulares, se considerará la sobrecarga producida por la formación de un manguito de hielo en los conductores, de peso específico 0,9 kg/dm³ y cuyo espesor será el que en aquellas se establezca.

3.12.3 Sobrecarga por viento en la condición de viento máximo: Sobre los conductores, apoyos, aislación y demás elementos la presión del viento (P) se supondrá uniforme en todo el tramo que se considere y en particular igual sobre todos los conductores, cualquiera sea su disposición.

La sobrecarga (F) producida por el viento se calculará con las siguientes fórmulas:

a) Para superficies o elementos planos:

$$F = P \times S_n \quad \text{con } P = 118 \text{ kg/m}^2$$

b) Para superficies o elementos cilíndricos:

$$F = P \times S_n \quad \text{con } P = 59 \text{ kg/m}^2$$

S_n : Proyección normal a la dirección del viento de las superficies o elementos expuestas, planas o cilíndricas, en m². En las superficies cilíndricas S_n = diámetro x longitud.

NOTA: Para tales estructuras como postes dobles, pórticos y reticulados, las superficies de partes ocultas por otras, en dirección del viento, se considerarán según su área total si la separación entre ambos elementos fuera mayor que 4 veces el ancho de la superficie anterior y según la mitad de su área total si la separación fuera 4 veces o menor.

3.12.4 Esfuerzos sobre los apoyos: Los apoyos se calcularán para las hipótesis consignadas en 3.12.4.1 a 3.12.4.7 considerando simultáneamente los esfuerzos resultantes del peso propio de los componentes del apoyo y de los elementos que soporta.

Para apoyos simples y/o compuestos de hormigón armado que estén sometidos a esfuerzos permanentes de torsión se deberá presentar: planos del conjunto con la indicación del máximo momento torsor al que se encuentra sometido y su punto de aplicación, acompañando memoria de cálculo de flexotorsión del conjunto, cálculos y planos de la armadura a emplearse en dichos apoyos a los efectos de ser oportunamente inspeccionada en fábrica.

3.12.4.1 Apoyo de alineación (A):

I Esfuerzo del viento en dirección normal a la línea.

II Esfuerzo del viento en dirección de la línea.

En los casos de aislación suspendida para suspensión vertical se satisfarán además las hipótesis siguientes:

III 1/3 del tiro del conductor de energía que produzca el esfuerzo más desfavorable sobre el apoyo en la condición b) del punto 3.12.1 y esfuerzo simultáneo del viento en dirección normal a la línea.



IV 1/3 del tiro máximo del conductor de energía que produzca el esfuerzo más desfavorable sobre el apoyo.

En los casos de aislación suspendida para amarre se satisfarán, además, las hipótesis siguientes:

V Tiro del conductor de energía que produzca el esfuerzo más desfavorable sobre el apoyo en la condición b) del punto 3.12.1 y esfuerzo simultáneo del viento en dirección normal a la línea.

VI Tiro máximo del conductor de energía que produzca el esfuerzo más desfavorable sobre el apoyo.

3.12.4.2 Apoyo de Desvío (D):

Se plantearán todas las hipótesis para determinar la resultante máxima debida al tiro de los conductores y a los esfuerzos simultáneos que produzca la acción del viento y se satisfará la más desfavorable. Con aislación suspendida para amarres ubicados en zona rural se satisfarán además las hipótesis siguientes:

I Mayor tiro unilateral de los dos conductores de energía que produzcan el esfuerzo más desfavorable en la condición b) del punto 3.12.1 y esfuerzo simultáneo del viento en la dirección más desfavorable.

II Mayor tiro máximo unilateral de los dos conductores de energía que produzcan el esfuerzo más desfavorable.

3.12.4.3 Apoyo de Retención(R):

I Esfuerzo del viento en dirección normal a la línea.

II Mayor tiro unilateral de los dos conductores de energía que produzcan el esfuerzo más desfavorable en la condición b) del punto 3.12.1 y esfuerzo simultáneo del viento en la dirección más desfavorable.

III Mayor tiro máximo unilateral de los dos conductores de energía que produzcan el esfuerzo más desfavorable.

3.12.4.4 Apoyo de Cruce (C):

Se satisfarán las exigencias de las reparticiones oficiales correspondientes: Ferrocarril, Vialidad, etc. En todos los casos el apoyo será del tipo que corresponda según la traza de la línea. Los apoyos para cruce de ferrocarril serán además de retención.

3.12.4.5 Apoyo Terminal (T):

I Tiro total de los conductores en la condición b) del punto 3.12.1 y esfuerzo simultáneo del viento en la dirección normal a la línea.



II Tiro total de los conductores en la condición b) del punto 3.12.1 y esfuerzo simultáneo del viento en la dirección de la línea.

III Tiro máximo total de los conductores.

3.12.4.6 Apoyo Combinado y/o Especial:

Se satisfarán simultáneamente las hipótesis para los apoyos correspondientes a las distintas funciones que deba cumplir el apoyo combinado, tales como Retención y Desvío (RD), Retención y Cruce (RC). Se lo calculará de acuerdo con la función a que esté destinado, teniendo en cuenta las hipótesis establecidas para los demás tipos.

3.12.4.7 Apoyo de Acometida a Pórtico de Estación Transformadora:

Se lo calculará como Terminal en ambos sentidos y se plantearán todas las hipótesis para determinar la resultante máxima debida al tiro de los conductores y a los esfuerzos simultáneos que produzca la acción del viento y se satisfará la más desfavorable.

3.12.5 Postes compuestos : Todos los apoyos constituidos por postes dobles, según la ET4 de EPEC, se considerarán con una resistencia en el plano de los ejes de los postes igual a 6 veces la resistencia individual de cada poste y en el plano normal al de los ejes igual a 2 veces la resistencia de cada poste. Los constituidos por postes triples se considerarán con una resistencia en cualquier dirección igual a 7 veces la resistencia individual de cada poste. Se aceptarán otros valores de resistencia si se lo demuestra experimentalmente mediante ensayos representativos.

3.13 DISEÑO DE LOS APOYOS:

En zona rural y para líneas de una terna el conductor de protección se ubicará en el eje del apoyo y los conductores de energía se soportarán por tres ménsulas iguales orientadas alternativamente en sentido opuesto y separadas la intermedia de las extremas por igual longitud.

En zona urbana, el conductor de protección se ubicará en el lugar que el cálculo lo determine, mientras que los conductores de energía irán dispuestos en napa vertical soportados por ménsulas iguales. Estos apoyos serán pretensados (ver 5.5.1).

Cuando la línea se desarrolle por caminos, las ménsulas superior a inferior se orientarán hacia la calzada.

En los cambios de zona, urbana-rural (o viceversa), no se permitirán, siempre que exista otra solución técnica, apoyos cuya disposición de conductores origine esfuerzos permanentes de torsión.

En los apoyos con aislación suspendida para amarre las ménsulas serán de igual longitud que las adoptadas en los apoyos más próximos con aislación suspendida para suspensión vertical. En el vano de conexión de la línea con cada Estación Transformadora los conductores se dispondrán en dos napa horizontales.

Los de energía estarán paralelos y dispuestos de forma que la fase S quede en el centro y, a ambos lados indistintamente las fases R o T, según el caso particular; para ello el apoyo de línea, que será terminal y derivación, deberá permitir la rotación de conductores que resulte necesaria. Los de protección que serán dos, convergerán en el apoyo de la línea.



3.14 VANO MÁXIMO:

En a zona urbana el vano máximo será de 80 m. para zona rural no se establecen límites del vano.

3.15 ALTURA LIBRE MÍNIMA:

La altura libre mínima de los conductores, en metros será la que se consigna en la tabla IV siguiente:

TABLA IV

TIPO DE ZONA	ALTURAS LIBRES	
	66 kV	132 kV
ZONA URBANA	8,50 m	9,00 m
ZONA RURAL		
a) - A través de propiedad privada. - Cruce o borde de camino rural. - Borde de ruta o camino nacional o provincial a más de 15m del borde de la calzada.	6,20 m	7,00 m
b) - Cruce de ruta o de camino nacional o provincial. - Borde de ruta o camino nacional o provincial a 15m (o menos) del borde de la calzada.	7,20 m	8,00 m

Notas : - En los caminos no pavimentados los bordes de la calzada se supondrán a 3,65 m a cada lado del eje del camino.

- En caso de superposición de criterios, se tomará la altura mayor.

Para cruce de ferrocarril la altura libre mínima sobre el nivel de los rieles, medida en ese punto, será de 11,75 m, salvo autorización en contrario de la administración ferroviaria.

Para cruces de rutas proyectadas (Nacionales y/o Provinciales) se deberá considerar 0,5 m adicionales a lo indicado en la tabla anterior.

Para cruces de lagos la altura libre mínima de los conductores sobre el nivel máximo del agua, será de 20 m. Esta altura permitirá la navegación de embarcaciones (veleros) cuyos mástiles, medidos desde sus respectivas líneas de flotación (embarcación vacía), no superen los 16 m de altura. Los 4 m restantes corresponden a la distancia de seguridad que debe respetarse entre conductores de energía y estructuras a tierra no pertenecientes a líneas eléctricas.

3.16 UBICACIÓN RELATIVA:

Cuando dos líneas sean montadas sobre los mismos apoyos o se crucen, la de mayor tensión cruzará por arriba. En caso de tensiones iguales cruzará por arriba la línea proyectada y por debajo la existente, pero cuando una sola de ellas lleve conductor de protección éste cruzará por arriba. EPEC podrá admitir lo contrario en casos especialmente considerados.



3.17 DISTANCIAS MÍNIMAS:

Las distancias mínimas entre conductores en reposo, medidas en cualquier punto del vano (salvo indicación en contrario), o entre conductor y elemento no sometido a tensión, serán las que resulten de aplicar las fórmulas y datos que se indican en los puntos 3.17.1 a 3.17.9 para cada caso en particular. Los símbolos utilizados en los mismos son los siguientes:

d: distancia mínima, en metros

U: tensión entre fases en los conductores de energía en kV

fm: flecha máxima del conductor en reposo, en metros

ha: longitud de la distancia suspendida, en metros

k: coeficiente según la tabla V siguiente:

TABLA V
COEFICIENTE K

Disposición de los conductores	Ángulo de inclinación del conductor			
	$\alpha \leq 40^\circ$	$\alpha > 40^\circ - 55^\circ$	$\alpha > 55^\circ - 65^\circ$	$\alpha > 65^\circ$
Todos en un mismo nivel	0,60	0,62	0,65	0,70
En triángulo equilátero con dos en un mismo nivel	0,62	0,65	0,70	0,75
Cualquier otra disposición	0,70	0,75	0,85	0,95

3.17.1 Entre conductores de energía de la misma línea: La distancia mínima, según 3.17, será:

$$d = k \sqrt{fm + ha} + (U/150)$$

pero no menor de 0,5 m.

Cuando la aislación sea suspendida en amarre, ha=0

Cuando todos los conductores de energía estén dispuestos en un mismo nivel se deberá verificar además que las separaciones en los puntos de mayor flecha no sean menores de $d=U/150$ para oscilaciones opuestas de los conductores, con una inclinación igual a 0,2 del valor de la máxima inclinación que puedan experimentar por acción del viento.

3.17.2 Entre conductores de energía de líneas distintas y paralelas: Cuando las trazas de dos o más líneas de energía sean paralelas (sobre los mismos o distintos apoyos) o aproximadamente paralelas, la distancia mínima, según 3.17, entre los conductores de ambas líneas serán:

$$d' = k' \sqrt{f'm + h'a} + (U/150)$$

pero no menor de 0,5 m en la cual:

k': mayor coeficiente de los dos que correspondan según la tabla V.

fm': mayor de las dos flechas máximas de los conductores en reposo de ambas líneas, en metros.



ha': mayor de las dos longitudes de aislación, en metros. (Con aislación de suspensión en amarre ha'=0)

Us: suma de las dos tensiones nominales de ambas líneas en kV.

Se deberá verificar además que las separaciones de los conductores de cada línea no sean menores de $d=Us/150$ para oscilaciones opuestas con una inclinación igual a 0,2 del valor de la máxima inclinación que puedan experimentar por el viento.

- 3.17.3 Entre Conductores de energía o piezas sometidas a tensión y elementos no sometidos a tensión pertenecientes a la línea u otra instalación eléctrica: La distancia mínima, según 3.17, será:

$$d = 0,1 + (U/150)$$

pero no menor de 0,2 m.

Se deberá verificar además que las distancias no sean menores de $d=U/150$ para la máxima inclinación del conductor. Para los puentes de los amarres se considerará el ángulo de máxima inclinación igual a 1/3 del correspondiente a los conductores de los vanos adyacentes.

- 3.17.4 Horizontal entre conductores a distinto nivel: Cuando se considere la formación de hielo, la distancia horizontal mínima, según 3.17, será:

$$d = (U/150)$$

- 3.17.5 Entre puntos fijos de dos conductores: La distancia mínima entre puntos fijos de dos conductores o sus accesorios sometidos a tensión será:

$$d = (U's/100)$$

pero no menor de 0,3m en la cual:

Us': suma de las dos tensiones de fase de ambos conductores.

- 3.17.6 Entre conductor de protección y demás conductores: La distancia mínima será la que resulte de considerar un ángulo máximo de protección con respecto al conductor de energía superior o más alejado, medido a partir de la vertical que pasa por el conductor de protección, de 30° o 20°, según se utilicen respectivamente uno o dos conductores de protección. En este último caso, se deberá verificar que la distancia horizontal entre los dos conductores de protección no resulte mayor que cuatro veces la distancia vertical entre cualquiera de ellos y el conductor de energía superior.

La distancia resultante entre conductor de protección y de energía no será menor que la calculada de acuerdo a 3.17.1 para los conductores de energía, según el tipo de aislación que corresponda.



En los apoyos de desvío, con aislación suspendida para suspensión vertical, esta distancia se verificará para la posición de la aislación en la condición b) del punto 3.12.1.

3.17.7 Entre conductores de líneas que se cruzan: La distancia mínima en **metros** entre conductores de energía y telecomunicación, será la consignada en la tabla VI. Si el cruce se produjera en un mismo apoyo los valores de la tabla VI se reducirán al 40% de los mismos, con un mínimo de 0,3 m. Esta reducción se aplica también para derivaciones y desvíos en el mismo apoyo en los que los conductores de un vano se dispongan a distintas alturas con respecto al vano contiguo.

TABLA VI

Tensión de línea	Tipo de línea contigua				
	Telec.	13,2 kV	33 kV	66 kV	132 kV
66 kV	2,8	1,5	1,9	2,5	3,8
132 kV	3,8	2,8	3,2	3,8	5,0

Si los conductores de telecomunicación estuvieran protegidos por un blindaje metálico conectado a tierra, entonces la distancia mínima no será la consignada en la tabla VI sino la siguiente:

$$d = 0,1 + (U/150)$$

pero no menor de 0,4 m

En los cruces de líneas de cualquier tensión con líneas eléctricas de baja tensión (220/380 V) y las derivaciones domiciliarias de líneas telefónicas, la separación mínima será de 1,5 m.

Cuando una o ambas líneas que se cruzan tengan conductor de protección, las distancias de los conductores de energía de una al conductor de protección de la otra, será:

$$d = 0,1 + (U/150)$$

pero no menor de 0,4 m

Los valores anteriores se adoptarán siempre que la suma de las distancias del punto del cruce a los apoyos más cercanos de cada una de las líneas sea menor de 30 m. Si la suma fuera mayor de 30 m, la distancia vertical se incrementará en 1 cm por metro en exceso.

3.17.8 Entre conductores de energía y edificios, estructuras no pertenecientes a la línea o accidentes del terreno accesibles a personas: (ver FIGURA 1)

La distancia (a) mínima en la condición a) del punto 3.12.1, será de 4 m. La distancia horizontal (b) mínima en la condición de máxima inclinación por efecto del viento será de 2,5 m para líneas de 66 kV y de 3 m para líneas de 132 kV.



uando la línea ocupa zonas públicas pertenecientes a calles o caminos, en zona urbana se mantendrá la distancia "b" respecto a un plano vertical que pase por la línea de separación entre la vía pública y la propiedad privada (línea municipal o límite de camino) y cumplirá con ambas distancias para cualquier parte, de lo indicado en el título, que sobresalga de ese plano e invada el espacio aéreo de la zona pública. En zona rural los conductores no invadirán el espacio aéreo correspondiente a propiedad privada, en la condición a) del punto 3.12.1.

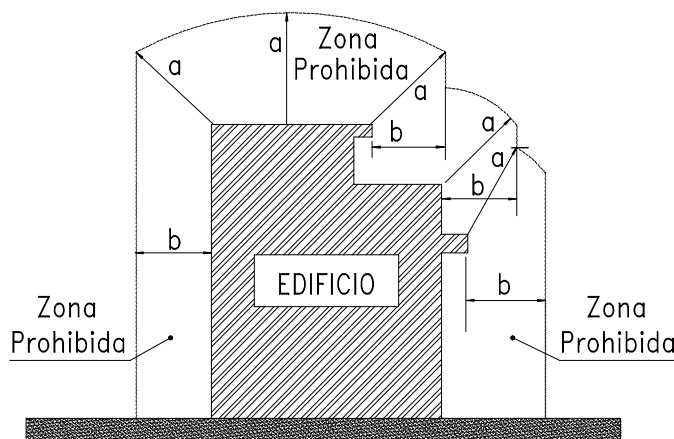


FIGURA 1

La distancia vertical mínima en la condición a) del punto 3.12.1 a molinos y alumbrado público, será de 3,00 m para cualquier tensión de la línea, y la horizontal en la condición de máxima inclinación por viento será de 2,50 m para líneas de 66 kV y de 3,00 m para las de 132 kV.

3.17.9 Construcciones edilicias próximas a líneas eléctricas aéreas: Los edificios a construir en proximidades de líneas eléctricas aéreas, deberán cumplir con las exigencias de la **Ley Provincial N°8484** cuyo texto principal expresa: "Toda habilitación para la ejecución de construcciones o instalaciones de cualquier tipo, públicas o privadas, con una altura superior a los cuatro metros, ubicadas en proximidades de líneas eléctricas ya existentes, o sobre los límites de propiedad con la vía pública deberá - previo a su autorización - ser comunicada al ente prestador del servicio de energía eléctrica por los mecanismos que la institución autorizante de las obras disponga; quedando a cargo del ente prestador del servicio eléctrico, verificar que se cumplan las disposiciones y normativas vigentes y realizando las correcciones que correspondan, a fin de adecuar la ubicación de los conductores o instalaciones a esas normativas.

3.17.10 Entre conductores de líneas de energía y líneas pertenecientes a prestatarios de servicio telefónico que corren paralelas: Cuando la traza de una línea de energía sea paralela o aproximadamente paralela a la de una línea perteneciente a prestatarios de servicio telefónico, las distancias mínimas, según 3.17, entre los conductores de ambas líneas serán las siguientes:

Con líneas de energía de:	<u>66 kV</u>	<u>132 kV</u>
Distancia mínima en general:	4,70 m	5,50 m
Distancia mínima horizontal:	2,70 m	3,50 m

Además, cuando la distancia horizontal fuera menor que la altura de la línea más baja de las dos se deberá mantener una distancia vertical (diferencia de alturas) mínima de 1 m.



3.18 FLECHA DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN:

Para las hipótesis c) del punto 3.12.1 la flecha máxima del conductor de protección será el 10% menor que la de los conductores de energía.

4 NORMAS CONSTRUCTIVAS

4.1 CONDUCTOR DE PROTECCIÓN:

Las líneas llevarán uno o más conductores de protección conectados a tierra en todos los apoyos.

No se admitirán suplementos para aumentar la longitud de los soportes de la grampa de suspensión para fijación del conductor de protección.

4.2 UBICACIÓN DE LOS APOYOS:

En ZONA URBANA: Los apoyos se ubicarán en veredas o lugar previsto para las mismas, a 0,50m del borde de calzada y preferentemente sobre la continuación de la línea divisoria de los lotes. Se dejarán libres las entradas para vehículos y los triángulos correspondientes a ochavas fijadas por cada municipio, se evitarán en lo posible detalles salientes de edificios. La mayor dimensión de la sección de empotramiento del apoyo se orientará paralelamente al cordón de vereda (existente o previsto). En ningún caso entorpecerán la normal circulación peatonal y/o vehicular. En las calles, pavimentadas o no, con cordón de vereda definitivo, el nivel de la cara superior del bloque de fundación coincidirá con el nivel inferior del cordón de vereda; en caso contrario, la cara superior del bloque de fundación estará a 0,50 m debajo del nivel del terreno en el lugar de emplazamiento y a nivel más bajo que el de la acequia o cuneta más próximo si la hubiera.

En ZONA RURAL: En todos los apoyos que se instalen en zona rural, la cara superior del bloque de fundación se ubicará a 0,50 m por debajo del nivel natural del terreno excepto en terreno rocoso (nunca apto para cultivos) en los cuales, la cara superior de las fundaciones estará a nivel del terreno, mientras que en los demás terrenos esta cara se instalará a 0,50 m por debajo del nivel de los mismos. Los que se instalen en proximidad de desmontes o depresiones del suelo y a una distancia horizontal del borde superior del talud más próximo menor que el doble del valor del desnivel del terreno, la cara superior de la fundación estará a igual nivel que la cota inferior del terreno circundante. Cuando se instalen en laderas o faldeos con pendientes naturales mayores de 1:5 ó próximos a éstos, cualquier punto de la excavación, a partir del nivel superior de la base, estará a más de 5,00 m de la ladera medido horizontalmente.

En terreno inundado, inundable y/o cuando la napa freática se encuentre como máximo a 1,00m por debajo del nivel natural del terreno se permitirá la ejecución de fundaciones cuyo fuste emerja del citado nivel, sólo cuando así lo exprese el Pliego Particular de Especificaciones.

En ambas zonas y en todos los casos al ubicar los apoyos se debe tener en cuenta el posible deterioro del terreno ante la eventual acción de agentes naturales (desmoronamientos, torrentes, desagües, etc.), evitando aquellos emplazamientos que no permitan asegurar la estabilidad de los apoyos dentro de las hipótesis formuladas o, en su defecto, proponiendo la solución más adecuada para cada caso particular.

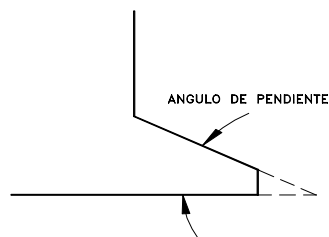


FIGURA 2

Cuando la cara superior de las fundaciones se instale por debajo del nivel del suelo la altura de los conductores se medirá desde la superficie del terreno, mientras que para el cálculo de los esfuerzos actuantes y de la resistencia del apoyo se considerará totalmente libre la longitud del apoyo que sobresalga de la fundación.

4.3 ARMADO DE LOS APOYOS:

En los casos de apoyos de hormigón armado en los cuales los conductores de energía se dispongan en napa vertical y montados sobre ménsulas, éstas se instalarán después del izamiento del poste. En los demás casos se permitirá el izamiento de los postes conjuntamente con las crucetas y/o ménsulas y/o vínculos, siempre que los momentos flectores referidos a cualquier sección del conjunto, que se originen como consecuencia de las operaciones de izamiento, no excedan los valores admisibles respectivos para los coeficientes de seguridad indicados. A tal efecto, se indicará en los planos los puntos en que será tomado el apoyo para su izamiento y se deberá demostrar que los esfuerzos no superarán los valores admisibles.

Cuando se utilicen apoyos constituidos por postes de hormigón armado de sección anular, se efectuará el sellado del extremo superior del mismo con una capa de mortero de cemento de 0,20 m de espesor mínimo. Este sellado estará perfectamente nivelado con la cara superior del poste. Los postes podrán colocarse en sus respectivas bases después de diez días de la construcción de éstas debiendo previamente practicarse una perfecta limpieza del alojamiento. Una vez izado y acuñado el poste se sellará inmediatamente o en su defecto se colocará una protección adecuada que impida el ingreso de elementos extraños. El sellado se realizará mediante capas sucesivas de 0,20 m de arena de grano mediano (1 a 2 mm), totalmente saturada y compactada con vibrador de aguja, agregando finalmente otra capa de hormigón de igual espesor.

4.4 DISPOSITIVO DE SEGURIDAD:

Se aplicarán dispositivos aprobados por EPEC que impidan el escalamiento sin elementos especiales en todos los apoyos que por sus características así lo requieran. En su reemplazo EPEC podrá aceptar carteles adecuados indicadores de peligro.

4.5 FUNDACIONES:

Todos los apoyos de hormigón armado o metálicos serán empotrados en fundaciones de hormigón simple u hormigón armado.

La fundación tendrá como mínimo 200 mm de espesor entre el agujero y la superficie lateral externa y entre el fondo del agujero y la superficie inferior, sin considerar el espesor de la colada final para fijación del poste.

Cuando la distancia entre la base del apoyo y la superficie de asiento del bloque de fundación sea mayor del 25% de la longitud de empotramiento, el bloque deberá ser reforzado mediante una armadura de hierro a determinar para que la tensión de trabajo del hormigón, en el plano de la base del apoyo no supere los límites admisibles.



Las zapatas, plateas o expansiones de las fundaciones serán reforzadas con armadura metálica cuando el ángulo de la pendiente en la zona de trabajo (plano que pasa por la arista de unión entre el cuerpo y la zapata, platea o expansión y la arista inferior de la base, del mismo lado que la primera, (ver Fig. 2) sea menor que los valores consignados en la TABLA VII. En ambos casos se justificará, mediante los cálculos respectivos, la armadura adoptada. Cuando por la naturaleza del terreno, de los esfuerzos actuantes o por cualquier otra circunstancia no sea aconsejable dimensionar las fundaciones por el método Sulzberger, se aplicará el más conveniente, debiendo incluirse los fundamentos del mismo y citar la bibliografía que justifique su empleo. Cualquiera sea el método de cálculo empleado deberá verificarse que la presión ejercida por la base sobre el suelo, para un estado de máxima carga, resulte compatible con su capacidad portante.

Se adoptará como valor de la capacidad portante de los suelos, de partículas finas, el que resulte de dividir el número de golpes obtenido en el ensayo de penetración normal por 8, 10 ó 12, según corresponda respectivamente a terrenos protegidos de las variaciones de humedad, terrenos con humedad variable (caso normal) y aquellos cuya superficie pueda quedar anegada.

TABLA VII

Capacidad portante del suelo (kg/cm ²)	<2,0	2,1 a 3,0	3,1 a 4,0	4,1 a 5,0
Ángulo de las pendientes	58°	62°	66°	68°

En las fundaciones de hormigón calculadas por el método Sulzberger, el coeficiente de seguridad al vuelco no deberá ser menor de 1,5. Antes de volcar el hormigón en la excavación, ésta deberá estar perfectamente limpia, con el fondo compactado y recubierta en todas sus caras con un castigado de concreto relación 1:3 para evitar deshidratación del hormigón. Durante la operación de llenado se deberá efectuar un compactado uniforme e ininterrumpido rechazándose las bases que contengan oquedades. Cuando el hormigón haya endurecido lo suficiente, se sacará el molde camisa y se cubrirá la base con una membrana estanca de polietileno o similar asegurada en su contorno con tierra para lograr a un correcto curado del hormigón.

4.6 EMPOTRAMIENTO:

El empotramiento mínimo de los apoyos en las fundaciones de hormigón será igual al 10% de la longitud total del apoyo. El empotramiento de los apoyos sin fundación (postes de madera) será como mínimo igual al 10% de la longitud total del poste más 80 cm en terrenos con resistencia de hasta 2 kg/cm², e igual al 10% más 60 cm en terrenos de mayor resistencia.

4.7 PROTECCIÓN DE LOS POSTES DE MADERA EN EL EMPOTRAMIENTO:

No se admitirá el pintado de los postes con alquitrán.



4.8 RIENDAS:

La EPEC, por razones de seguridad, no admite ningún tipo de **riendas** ni **postecillos** en las líneas, sean urbanas o rurales. En líneas en madera, de ser necesario un refuerzo, se admitirá el uso de **contraposte** (TC1101).

4.9 PUESTA A TIERRA:

Todas las piezas metálicas no sometidas a tensión, pertenecientes a líneas con apoyos metálicos o de hormigón armado, o ubicadas en una zona limitada a 10 m (en líneas de 66 kV) y a 15m (en líneas de 132 kV) a ambos lados de los conductores extremos, deberán conectarse a tierra. En zona urbana los elementos que se pondrán a tierra serán considerados especialmente. El conductor de protección se conectará a tierra en todos los apoyos. La resistencia del circuito de puesta a tierra no será mayor de 10 Ohm. La ejecución de las puestas a tierra podrán ser en forma conjunta para los elementos metálicos no sometidos a tensión y para el conductor de protección. El circuito de puesta a tierra estará constituido por la "conexión a tierra" (conductor y elementos de unión) y por los "electrodos de puesta a tierra" (dispersores).

Todos los apoyos llevarán una toma de tierra especial: Los de hormigón armado, según ET4. Los metálicos tendrán también, a igual altura, una toma de tierra especial de características similares a las de los postes de hormigón armado.

- 4.9.1 Conexión de tierra: El conductor de conexión a tierra seguirá el recorrido más corto posible hasta el respectivo dispersor y será cable de cobre de 25 mm² de sección mínima. Parte del conductor de conexión a tierra podrá ser la armadura de los postes de hormigón armado o las estructuras metálicas, con sección mínima de 25 mm², siempre que se asegure una continuidad eléctrica correcta por medio de soldaduras, remaches o bulones y de modo que el desmontaje de alguna parte de la estructura no interrumpa la continuidad eléctrica a tierra. Las uniones del conductor de conexión a tierra se efectuarán utilizando terminales a presión o conectores del tipo bifilar con bulones o vástagos de diámetro mínimo 12,5 mm, no admitiéndose soldaduras con estaño o bronce. El conductor de conexión a tierra, cuando sea independiente de armaduras o estructuras, no será alojado dentro de tubos u otras armaduras metálicas salvo que se lo conecte eléctricamente por lo menos en ambos extremos del tubo o armadura. La parte inferior del conductor de conexión a tierra, hasta 2,7 m del suelo, se protegerá convenientemente. Esta protección podrá ser un listón de madera dura de 50 x 25 mm con un canal de 10 x 15 mm, sujeto a poste de madera con clavos cincados de 50 mm de largo insertados por pares cada 120 mm, o sujeto de otras manera igualmente efectiva en postes o estructuras que no sean de madera. En todo el tramo de la conexión a tierra, enterrado y/o colocado en la fundación, el conductor será de cobre, recubierto por una vaina adherida y continua de cobre de espesor medio igual a un milímetro; y los elementos de unión serán totalmente de bronce. Los contactos de las uniones deberá estar previamente estañados; y todo el conjunto se protegerá con una capa de masa aislante asfáltica según IRAM 2028. El conductor entre la toma de tierra inferior del apoyo y el dispersor se pasará a través de un caño de PVC o polietileno incorporado en el hormigón de la base. Las puestas a tierra de los alambrados (TC1207) que se ubiquen paralelos a las líneas de alta tensión, deberá efectuarse en correspondencia con cada apoyo de la línea como



mínimo, utilizando para la conexión de los diferentes hilos las adecuadas grampas metálicas galvanizadas. En caso de líneas que crucen alambrados, éstos llevarán una puesta a tierra por cruce siempre al cuando exista continuidad eléctrica en un tramo no menor de 15,00 m a ambos lados del eje de la línea.

4.9.2 Electrodos de puesta a tierra: Los electrodos o dispersores serán jabalinas de acero recubiertas con cobre.

La jabalina normalizada según norma IRAM 2309 es una barra de acero con punta cónica y recubierta con una película de cobre adherida electrolíticamente, mientras que la otra jabalina es también de acero pero entubada con un caño de cobre electrolítico de 1 mm de espesor adherido firmemente al alma de acero por repujado mecánico. Ambas jabalinas llevarán un ojal desmontable y adecuado para la fijación del conductor. Las jabalinas se hincarán hasta 50 cm por debajo del nivel del terreno en forma perpendicular y debajo de la traza de la línea separadas 6m entre sí cuando se coloquen más de una. Su elección dependerá de lo que se indique en el pliego particular.

4.10 TIPO DE AISLACIÓN:

Será suspendida para suspensión vertical en apoyos de alineación o de desvío de hasta 3° (medido sobre la poligonal correspondiente a los ejes de los conductores). En este último caso el apoyo será considerado como desvío, debiendo satisfacer lo expresado en el punto 3.12.4.2.

En todos los puntos de fijación de los conductores con aislación suspendida para suspensión vertical, el peso actuado no deberá ser inferior a 20 kg para cualquiera de las hipótesis del punto 3.12.1.

4.11 PROTECCIÓN DE LA AISLACIÓN:

La aislación con aisladores de porcelana:

En las líneas de 66 kV: En amarre y suspensión llevarán puntas simples y dobles, respectivamente, ubicadas en ambos extremos y en el plano vertical del conductor orientándose, para el caso de los amarres, hacia arriba.

En las líneas de 132 kV: Se colocarán semianillos (raquetas) en ambos extremos, los que estarán orientados hacia afuera en la aislación suspendida para suspensión vertical y hacia arriba en la aislación suspendida para amarre.

Para los aisladores orgánicos no será necesario el uso de estos elementos.

4.12 TENDIDO DE LOS CONDUCTORES:

El tendido de los conductores se efectuará teniendo en cuenta la variación que experimentará el módulo de elasticidad inicial y las variaciones de temperatura.

4.13 VIBRACIONES:

Cuando así se lo consigne en las especificaciones particulares se proveerán elementos o dispositivos antivibratorios o se satisfarán otras condiciones que al respecto en ellas se especifiquen.



4.14 NUMERACIÓN DE LOS APOYOS:

Los apoyos de cada tramo de línea, ubicados entre dos estaciones transformadoras sucesivas, llevarán una numeración correlativa con caracteres de 300 mm de altura y 50 mm de ancho ubicados sobre el poste en sentido vertical, entre 4 a 5 m sobre el nivel del suelo, impresos con pintura sintética semimate color negro sobre fondo blanco, apta para usar en la intemperie.

4.15 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES DE ENERGÍA:

En todos los apoyos con aislación en amarre, se identificarán las fases R, S y T con los colores naranja, verde y violeta respectivamente. En los apoyos donde se efectúen transposiciones o los conductores cambian de disposición, la identificación se realizará en ambos lados del mismo.

Para materializar los colores, se agregará en el perno de la grampa de retención y del lado del pasador, una chapa de 100 x 150 mm con agujero de 16 mm (MN81 enderezada), con la cara visible pintada con el color correspondiente a cada fase, mediante pintura reflectante, Tipo I-IRAM 1221.

4.16 CRUCES AÉREOS:

Los cruces aéreos de vías de tránsito (rutas nacionales y provinciales, ferrocarriles y vías fluviales), y de líneas de telecomunicación que se indiquen en las especificaciones particulares, se efectuarán de acuerdo con los puntos 4.16.1 y 4.16.2.

4.16.1 Cruces ferroviarios: Los cruces aéreos de ferrocarril se ajustarán además a las respectivas normas en vigencia de la empresa responsable del Ferrocarril.

4.16.2 Cruces de Rutas, Vías fluviales y líneas de telecomunicación: Los cruces aéreos de rutas, vías fluviales o líneas de telecomunicación se efectuarán con apoyos calculados para la función normal que deban cumplir (alineación, desvío, etc.). La aislación por cada fase, si fuera aislación de apoyo, será doble en paralelo; si fuera aislación suspendida llevará doble cadena de aisladores en paralelo. Las líneas telefónicas se cruzarán por arriba con las alturas libres correspondientes, según 3.17.7.

4.17 DESPEJE DE LA ZONA AFECTADA POR LA LINEA:

En la zona afectada por la línea el talado y poda de las especies de lento crecimiento se efectuará conforme al gráfico representado en la FIGURA 3.

Desmonte, limpieza y alisado del terreno para circulación de vehículos en una franja longitudinal de cuatro metros de ancho, ubicada debajo de la línea, en todas las zonas con vegetación natural.

Construcción de tranqueras o similares para el paso de vehículos, en todos los alambrados, cercas, etc., excepto los pertenecientes al ferrocarril, que resulten cruzados por la línea. Sus características serán acordes con las cercas correspondientes.

5 MATERIALES

5.1 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN:



El de protección será cable de acero cincado según IRAM 722 y de las siguientes características: Formación 1x7, diámetro nominal 10,5 mm, 120 daN/mm² de resistencia a la tracción del alambre y una carga de rotura efectiva mínima del cordón de 7396 daN.

5.2 CONDUCTORES DE ENERGÍA:

Los conductores de energía serán cables de cobre duro, aleación de aluminio o compuesto con un alma de acero y una cubierta de cobre, aluminio o aleación de aluminio, o cables que incluyan alambres heterogéneos, con una sección mínima que equivalga mecánicamente a la de un cable de cobre duro de 10 mm² de sección.

5.2.1 Normas: Los conductores de cobre responderán a la norma IRAM 2004, los de aleación de aluminio a la norma IRAM 2212 y los de aluminio y aleación de aluminio con alma de acero a la norma IRAM 2187.

5.2.2 Formación: Cuando para una misma sección las normas citadas establezcan dos formaciones, se adoptará la de mayor número de alambres.

5.3 AISLADORES:

Los aisladores serán preferentemente los normalizados por EPEC, salvo que se consigne lo contrario en las especificaciones particulares. En los casos que se requieran otros tipos con el objeto de satisfacer los niveles de aislación exigidos, la resistencia mecánica u otras condiciones especiales, tales aisladores deberán satisfacer las normas IRAM o, en su defecto, las normas IEC correspondientes.

Los aisladores no normalizados por EPEC, deberán ser aprobados por la misma antes de su utilización.

5.4 ACCESORIOS METÁLICOS (Bulonería, herrajes, etc.):

Los accesorios metálicos serán preferentemente los normalizados por EPEC, salvo que se consigne lo contrario en las especificaciones particulares. Todos los elementos que lo requieran, en especial los roscados, deberán tener trabas que impidan el aflojamiento. Todas las piezas de materiales ferrosos serán cincadas según la especificación técnica ET10 de EPEC.

Los accesorios no normalizados por EPEC deberán ser aprobados por la misma antes de su utilización. Todos los accesorios metálicos de la aislación serán aptos para efectuar trabajos de mantenimiento y reparaciones con la línea en servicio.

Las grampas de suspensión para conductores de energía de aleación de aluminio o de aluminio con alma de acero serán de aleación de aluminio.

La longitud máxima del estribo de suspensión, que vincula cruceta o ménsula con la cadena de aislación suspendida para suspensión vertical, será la mínima necesaria para evitar el contacto del aislador más próximo con la cruceta o ménsula y para obtener la distancia entre piezas con tensión eléctrica y elementos no sometidos a tensión según el punto 3.17.3.

En el caso de conductor de protección montado sobre grampa de suspensión, la distancia entre el eje del conductor y el nivel superior de la cruceta, ménsula o poste sobre el que está montado, no será menor de 0,08 m ni mayor de 0,12 m. En apoyos metálicos reticulados,



cuando se usen bulones para fijación de los distintos elementos componentes, las tuercas se asegurarán contra aflojamiento mediante una arandela elástica partida, intercalada entre la arandela plana y la tuerca de ajuste, y finalmente otra tuerca rápida (tuerca de chapa de acero) o tuerca seguro, que actuará como contratuerca, la que podrá tener un espesor mínimo de hasta la mitad de la primera.

5.5 POSTES, CRUCETAS Y MÉNSULAS:

5.5.1 De hormigón armado: Los postes, crucetas, ménsulas y otros elementos de hormigón armado, vibrado o centrifugado, pretensado o común, responderán a la especificación técnica ET4 de EPEC.

Los apoyos formados por un solo poste (monoposte) que soporten esfuerzos permanentes de flexión, tales como apoyos de desvío, terminales o aquellos en los cuales los conductores de energía estén dispuestos en napa vertical y montados sobre ménsulas, serán pretensados con una flecha máxima del 2% de la longitud total.

5.5.2 De madera: Los postes de madera responderán a la especificación técnica ET17.1 de EPEC con tratamiento preservador. Las crucetas de madera responderán a la especificación técnica ET18 de EPEC y serán del tipo A de la misma.

5.5.3 Metálicos: El acero para perfiles y chapas de apoyos metálicos reticulados, tendrán las siguientes características mecánicas mínimas, en kg/mm².

Límite elástico:	20,73
Límite de fluencia:	24
Tensión de rotura:	37

Los valores indicados serán complementados con los consignados en la Norma VDE 0210/5.85, párrafo 9, apartado c, punto 2 (Estructuras de acero) siempre que no estén en contradicción con los establecidos en los pliegos de especificaciones (General y/o Particular).

Los postes, crucetas, ménsulas y elementos de materiales ferrosos serán cincados según la especificación técnica ET10 de EPEC.



DESPEJE DE LA ZONA AFECTADA POR LA LÍNEA PARA ESPECIES FORESTALES
DE LENTO CRECIMIENTO (de ítem 4.17)
CORTES TRANSVERSALES A LA TRAZA

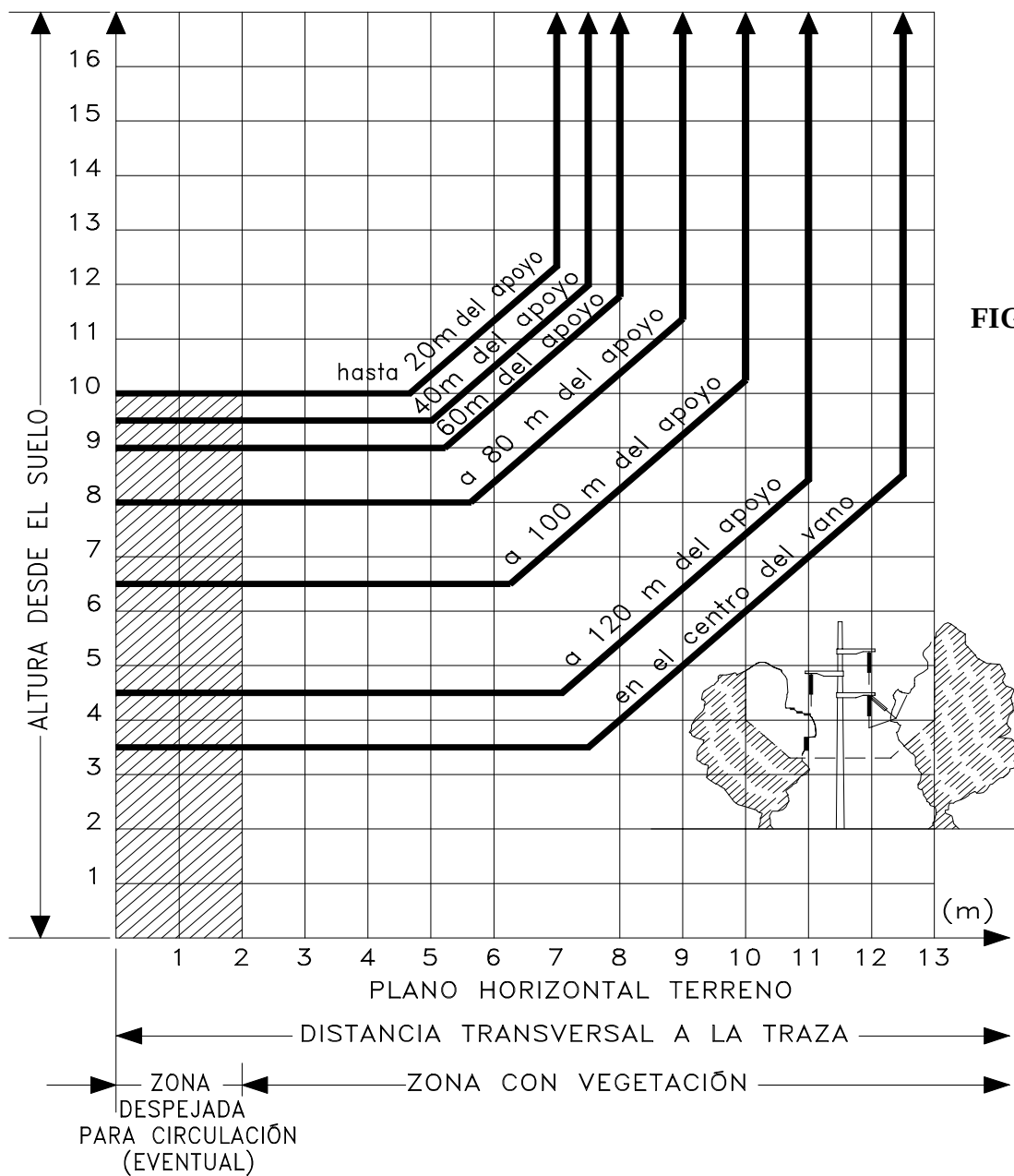


FIGURA 3