



DEPARTAMENTO INGENIERÍA

NORMATIVA TÉCNICA

NT 008/01

ALCANCE :

**CAPITULO 8 DEL REGLAMENTO TECNICO Y NORMAS
GENERALES PARA EL PROYECTO Y EJECUCION DE OBRAS DE
DISTRIBUCIÓN**

**ACCIONES A CONSIDERAR EN EL CALCULO
MECÁNICO DE LINEAS ELÉCTRICAS DE BAJA
Y MEDIA TENSIÓN**

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

CAPITULO VIII

8.1 CARGAS Y SOBRECARGAS A CONSIDERAR

El cálculo mecánico de los elementos constituyentes de la línea cualquiera que sea la naturaleza de éstos, se efectuará bajo la acción de las cargas y sobrecargas que a continuación se indican, combinadas en la forma y en las condiciones que se fijan en los apartados siguientes.

En el caso de que puedan preverse acciones de todo tipo más desfavorables que las que a continuación se prescriben, deberá el proyectista adoptar de modo justificado valores distintos a los establecidos, sometiéndose en todo caso a lo dispuesto en el CAPITULO I, apartado 1.1, último párrafo.

8.2 ESTADOS ATMOSFERICOS

En la Provincia de Río Negro se consideran dos zonas climáticas. Una de ellas es la denominada Andina y Línea Sur, mientras que la otra es la que comprende todo el valle del Río Negro y la región atlántica.

Zona D1(Andina y Línea Sur): Incluye las Localidades de San Carlos de Bariloche, El Bolsón, Ñorquincó, Pilcaniyeu, Comallo, Ing° Jacobacci, Clemente O'Nelli, Maquinchao, Los Menucos, Sierra Colorada, Ramos Mexía y Valcheta y toda la zona de influencia de cada una de estas Ciudades.

Zona D2 (Valle del Río Negro y Atlántica): Incluye los valles Alto, Medio e Inferior del Río Negro y las Localidades bañadas por el Océano Atlántico.

Las condiciones de carga para cálculo de cada zona, caracterizadas por distintas combinaciones de temperatura, velocidad de viento y eventuales sobre cargas de hielo, se resumen en la tabla 8.2.

Las condiciones climáticas dentro de las zonas son válidas hasta una elevación sobre el nivel del mar de 750 m.

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

Tabla 8.2

Zona	Estados	Temperatura	Velocidad Viento	Espesor Manguito Hielo mm
D1	1) T. Máx.	+ 35° C	0	0
	2) T. mín.	- 20° C	0	0
	3) T.	+ 10° C	130 km/h.	0
	4) T.h.	- 5° C	50 km/h.	10 (m.m.)
	5) T.m.a.	+ 8° C	0	0
D2	1) T. Máx.	+ 40° C	0	0
	2) T. mín.	- 15° C	0	0
	3) T.	+ 10° C	140 km/h.	0
	4) Th.	- 5° C	50 km/h.	0
	5) T.m.a.	+ 14° C	0	0

8.3 CARGAS PERMANENTES

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso propio de los distintos elementos: conductores, crucetas, aisladores, herrajes, hilo de guardia –si los hubiere- Apoyos y fundaciones –si las hubiera-.

8.4 PRESIONES DEBIDAS AL VIENTO. –TABLA 8.4- COEFICIENTE DE PRESION DINAMICA

•A los fines de considerar el efecto del viento sobre los cables, crucetas, aisladores, soportes y accesorios, se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$V = K.C.q.F \quad (\text{Kg/m})$$

Donde:

V= Fuerza del viento en dirección horizontal (kg/m).

K= Coeficiente que contempla la desigualdad de la velocidad del viento a lo largo del vano:

Si $V < 30\text{m/seg.}$ (110 km/hora)..... $k = 0.85$

Si $V > 30\text{m/seg.}$ (110 km/hora)..... $k = 0.75$

Se toma $K = 1$ para determinar la presión del viento sobre las estructuras de soporte.

C= Coeficiente de presión dinámica, que se tomará de la tabla 8.4.

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

v = Velocidad del viento, en m/seg.

$q = v^2/16$ = presión dinámica debida al viento, en kg/m^2 .

F = Superficie expuesta normalmente al viento (m^2).

• La presión anteriormente indicada se considerará aplicada sobre las proyecciones de las superficies reales en un plano normal a la dirección del viento.

TABLA 8.4

COEFICIENTE DE PRESION DINAMICA = C

Elemento estructural		Coeficiente C
Conductores	$d < 12,5$ mm	1,2
	$12,5$ mm $< d < 15,8$ mm	1,1
	$d > 15,8$ mm	1
Elementos cilíndricos de estructura		0.7
Postes dobles de madera, de caños tubulares de acero, de hormigón armado de sección circular		
a) En el plano de la estructura:		
Parte de la estructura expuesta al viento		0.7
Parte de la estructura en la sombra del viento:		
1. Para $a < 2$ dm		---
2. Para $a = 2$ d. Hasta $a = 6$ dm.		0.35
3. Para $a > 6$ dm.		0.7
b) Normal al plano de la estructura, siendo la distancia al eje $a < 2$ dm.		0,8
Elementos planos de estructuras		1.4

(x) dm. – diámetro medio

a. – distancia entre lados internos de los postes

En el caso de poste A deberá medirse “a” en la mitad de la altura del poste sobre el terreno.

8.5 SOBRECARGAS MOTIVADA POR HIELO. –MAPA- DE ZONAS CLIMATICAS DE LA PROVINCIA DE RÍO NEGRO PARA CALCULOS DE LINEAS AEREAS DE TRANSMISION DE ENERGIA.

En las zonas donde se forma manguito de hielo sobre el conductor deberán verificarse, además, las flechas con la hipótesis de cálculo de manguito de hielo y temperatura mínima

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

con el viento que se produce a dicha temperatura. Situación esta para aplicar además en el dimensionado del poste.

CALCULO MECANICOS DE LINEAS AEREAS

8.6 CONDUCTORES

- Para el cálculo mecánico de los cables, se aplicarán las ecuaciones de cambio de estado, basadas en la parábola.
- Para todos los cálculos se hará intervenir la sección real y no la nominal del conductor.
- Las condiciones límites de temperaturas y de viento se encuentran en TABLA 8.2.

8.6.1 Coeficiente de presión dinámica: C

Se utilizarán los indicados en la tabla 8.4.

8.6.2 Tensiones de tracción específica máxima de trabajo

En las hipótesis de cálculo establecidas, las tensiones mecánicas máximas admisibles de los conductores y de los cables de guardia no deben superar los siguientes límites:

a.- Con temperatura media anual sin carga adicional: El 25% de la carga de rotura en condiciones de cable asentado.

b.- En el estado atmosférico para el cual se verifica la tensión máxima: El 70% de la carga de rotura.

8.6.3 Tensiones de tracción específica máxima a temperatura media anual.

- Sin elementos antivibratorios.

Deberá verificarse además el conductor adoptándose la condición de no superar los valores que a continuación figuran para la hipótesis de cálculo de temperatura media anual sin viento.

Tipo de Conductor	Tensión (tracción máx. admisible)
Cables de cobre	8,6 Kg/mm ²
Cables de aleación de aluminio	4,6 kg/mm ²
Cables de aleación de aluminio con alma de acero	5,7 kg/mm ²
Cables de aluminio con alma de acero	5,7 kg/mm ² .

- Con elementos antivibratorios : Cuando estos se utilicen, se admitirán las tensiones de tracción específica máxima de trabajo, las que a continuación se indican para la hipótesis de cálculo mencionada precedentemente:

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

Tipo de Conductor	Tensión (kg/mm ²)
Cables de cobre	9,4
Cables de aleación de aluminio	5,0
Cables de aleación de aluminio con alma de acero	7,8
Cables de aluminio con alma de acero	6,5

8.7 HILO DE GUARDIA

- El coeficiente de seguridad del cable será igual o mayor que 2.
- La flecha será para cualquier estado igual o menor de 0,90 de la flecha del conductor para ese mismo estado.
- Deberá proveer en el soporte un ángulo de protección mínimo 30°.

8.8 FLECHAS MAXIMAS DE LOS CABLES

Se considerará la flecha máxima de los cables las que se alcancen a la temperatura máxima sin viento considerada en las hipótesis de cálculo indicadas en el CAPITULO VII, apartado 7.2.

8.9 EMPALMES CONEXIONES Y GRAPAS DE RETENCION**Características mecánicas**

Los empalmes, conexiones y grapas de retención solicitadas a la tracción deberán resistir los valores indicados en la tabla siguiente:

TIPO DE HERRAJE	TIPO DE ENSAYO	Resistencia Mecánica en % de la carga de rotura del conductor
Suspensión simple	Rotura	60
Suspensión doble o múltiple	Rotura	80
Retención simple	Rotura	110
Retención doble o múltiple	Rotura	130
Empalme para cables de energía y de guardia	Deslizamiento	85
Grapas para conexiones no sometidas a tracción	Deslizamiento	20

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

NOTA. Para todos los ensayos se admitirá una tolerancia de + - 5%.

8.10 COORDINACION MECANICA DE AISLADORES

Para la coordinación mecánica de aisladores a perno rígido, de suspensión solicitados a la acción mecánica de los conductores; rigen las normas IRAM.

8.11 SOPORTES**8.11.1 Condiciones de cargas para efectuar cálculo de soportes**

- El cálculo se efectuará con los datos e hipótesis suministrado por esta Normativa.
- Para la tracción de los conductores, se tomará la tensión de tracción específica máxima de trabajo que se obtiene en el cálculo mecánico de los mismos.

8.11.2 Puntos fijos de la línea (soportes de retención)

Cuando la línea hubiere sido estructurada básicamente en postes de madera, los soportes de retención tendrán entre si una separación máxima de 1.500 m. Si hubiera sido estructurada en postes de hormigón, la separación máxima entre soportes de retención será de 3.000 m.

8.11.3 Clasificación de los soportes según su aplicación

1. Soportes sostén (S). Destinados para fijar los conductores en línea recta.
2. Soportes sostén angular (SA). Cumplen la función d soportes de sostén simples en vértices de una línea.
3. Soportes de retención en tramos rectos (R). Destinados para amarrar los conductores en puntos intermedios en tramos rectos de una línea.
4. Soportes de retención angular (RA). Destinados para amarrar los conductores en vértices de una línea.
5. Soportes terminales (T). Destinados para amarrar los conductores unilateralmente.
6. Soportes sostén y terminal (ST). Destinados para fijar los conductores de una línea recta y para amarrar los conductores de una línea terminal.
7. Soportes de retención y terminal (RT). Destinados para amarrar los conductores en un punto intermedio de un tramo recto y la de los conductores de una línea terminal.
8. Soportes sostén y sostén (SS). Destinados para fijar simultáneamente los conductores de dos líneas rectas que se cruzan.

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

9. Soportes sostén y retención (SR). Destinados para fijar y amarrar los conductores de dos líneas que se cruzan respectivamente.

10. Soportes no contemplados en la presente clasificación. Se calcularán siguiendo los lineamientos generales establecidos para los soportes mencionados precedentemente.

8.11.4 Hipótesis de cálculo de soportes

Las diferentes hipótesis que se tendrán en cuenta en el cálculo de los soportes, serán las que se especifican en los cuadros adjuntos, según el tipo de soportes.

Agregar en todas las hipótesis de cálculos las cargas permanentes.

TIPO DE SOPORTES		Denominación	Hipótesis normales	Hipótesis extraordinaria
1. Sostén		(S)	1a;1b	
2. Sostén angular		(SA)	2.a; 2.b	
3. Retención en tramos rectos	Tiros equilibrados y desequilibrados.	(Re)	3.1.a	3.1.b
		(Rd)	3.2.a; 3.2.b	3.2.c
4. Retención angular	Tiros equilibrados y desequilibrados.	(RAe)	4.1.a; 4.1.b	4.1.c
		(RAd)	4.2.a; 4.2.b	4.2.c
5. Terminal		(T)	5.a; 5.b	
6. Sostén y terminal		(ST)	6.a; 6.b; 6.c	
7. Retención y terminal	Retención equilibrada Retención desequilibrados.	(Re.T)	7.1a; 7.1b; 7.1c	7.1.d
		(Rd.T)	7.2a; 7.2b; 7.2c	7.2.d
8. Sostén y sostén		(S.S)		
9. Sostén y retención	Retención equilibrada. Retención desequilibrada.	(S.Re)	8.6a; 8.6.b	8.6.c
		(S.Rd)	9.2a; 9.2b; 9.2c	9.2.d

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

1. Soportes Sostén (S)

Hipótesis 1^a. Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la línea, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios.

Hipótesis 1b. En caso de suspensión: carga horizontal igual a la mitad del tiro máximo unilateral del conductor que dé el esfuerzo más desfavorable.

2. Soportes Sostén angular (SA)

Hipótesis 2^a. La resultante del tiro máximo de todos los cables y simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios, en la dirección de esa resultante.

Hipótesis 2.b. La resultante del tiro de todos los cables correspondientes al estado de viento máximo y simultáneamente carga del viento máximo, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta. Aisladores y accesorios en la dirección de esa resultante.

NOTA: Si el vano es mayor que crítico las hipótesis 2^a. Y 2b. son coincidentes.

3. Soporte de retención en tramos recto (R)

3.1. Con tiros equilibrados

Hipótesis 3.1.a. Cargas del viento máximo en dirección perpendicular a la línea sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios.

Hipótesis 3.1.b. Dos tercios del tiro máximo unilateral de todos los cables y simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular.

3.2. Con tiros desequilibrados

Se presenta este caso cuando se produce cambio de sección y/o números de conductores. O cuando las tensiones de los cables a ambos lados del soporte son desiguales.

Hipótesis 3.2.a. Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la línea sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios, y simultáneamente diferencia entre tiros unilaterales a ambos lados del soporte correspondiente al estado de viento máximo.

Hipótesis 3.2.b. Considerar la mayor diferencia entre los tiros unilaterales y simultáneamente carga del viento correspondiente al estado donde ello se produzca, sobre

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.

NOTA: Si esta mayor diferencia de tiros se produce para el estado de máximo viento, las hipótesis 3.2.a y 3.2.b son coincidentes.

Hipótesis 3.2.c. Dos tercios del mayor tiro máximo unilateral de todos los cables y simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores sobre pose, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.

4. Soporte de retención angular (RA)

4.1. Con tiros equilibrados

Hipótesis 4.1.a. La resultante del tiro máximo de todos los cables y simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en la dirección de esa resultante.

Hipótesis 4.1.b. La resultante del tiro de todos los cables, correspondiente al estado de viento máximo y simultáneamente cargar del viento máximo, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en la dirección de esa resultante.

Hipótesis 4.1.c. Dos tercios del tiro máximo unilateral de todos los cables, considerando sus componentes en el sentido de la bisectriz del ángulo de desalineación y en el sentido perpendicular a la bisectriz; simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores sobre postes y sobre cruceta, aisladores y accesorios en dirección normal a la bisectriz del ángulo de desalineación.

4.2. Con tiros desequilibrados.

Hipótesis 4.2.a. Resultante del tiro de todos los cables correspondiente al estado de viento máximo y simultáneamente carga del viento máximo, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección normal a la bisectriz del ángulo de desalineación.

Hipótesis 4.2.b. Resultante del tiro de todos los cables correspondientes al estado de temperatura mínima y simultáneamente carga del viento correspondiente a ese estado,

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en la misma dirección prevista en la hipótesis anterior.

Hipótesis 4.2.c. Dos tercios del mayor tiro máximo unilateral de todos los cables, simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en la dirección considerada en las dos hipótesis anteriores.

5. Soporte Terminal (T)

Hipótesis 5.a. Tiro máximo de todos los cables, simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores, sobre cables en el semivanos adyacente, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.

Hipótesis 5.b. Tiro de todos los cables correspondientes al estado del viento máximo y simultáneamente carga del viento máximo sobre cables en el servicio adyacentes, sobre postes, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.

NOTA: Si el vano es mayor que el crítico, las hipótesis 5.a. y 5.b son coincidentes.

6. Soporte Sostén y Terminal (ST)

Hipótesis 6.a. Tiro máximo de todos los cables de la línea terminal, simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores, sobre cables en el semivano adyacente, sobre postes, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea terminal.

Hipótesis 6.b. Tiro de todos los cables de la línea terminal correspondiente al estado del viento máximo y simultáneamente carga del viento máximo y simultáneamente carga del viento máximo sobre cables en el semivano adyacente, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea terminal.

NOTA: Si el vano es mayor que el crítico, las hipótesis 6.a. y 6.b son coincidentes.

Hipótesis 6.c. Carga del viento máximo en dirección perpendicular a ala línea suspendida sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste cruceta, aisladores y accesorios, y simultáneamente, tiro de los cables terminales a la temperatura del estado de viento máximo sin considerar la acción de éste sobre la línea terminal.

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

7. Soporte retención y terminal (RT)

7.1.Caso en que la retención es equilibrada.

Hipótesis 7.1a.Tiro máximo unilateral de todos los cables de la línea terminal simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores, sobre cables en el semivano adyacente, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea terminal.

Hipótesis 7.1b.Tiro de todos los cables de la línea terminal correspondiente al estado del viento máximo y simultáneamente carga del viento máximo sobre cables en el semivano adyacente, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios, en dirección perpendicular a la línea terminal.

Hipótesis 7.1c.Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la línea retenida sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios; simultáneamente, tiro de los cables terminales, a la temperatura del estado del viento máximo, sin considerar la acción de éste sobre la línea terminal.

Hipótesis 7.1d. Dos tercios del tiro máximo unilateral de todos los cables de la línea retenida, y simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea retenida.

NOTA: Si el vano es mayor que el crítico, las hipótesis 7.1a y 7.1.b. son coincidentes.

7.2 Caso en que la retención es desequilibrada

Hipótesis 7.2a.Tiro máximo unilateral de todos los cables de la línea terminal simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores, sobre cables en el semivano adyacente, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea terminal y diferencia de tiros unilaterales a la temperatura del estado considerando sin tener en cuenta la acción del viento sobre la línea retenida.

Hipótesis 7.2b. Tiro de todos los cables de la línea terminal correspondiente al estado del viento máximo y simultáneamente carga del viento máximo sobre cables en el semivano adyacente, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios, en dirección perpendicular a la línea terminal y diferencia de tiros unilaterales a la temperatura del estado considerado sin tener en cuenta la acción del viento sobre la línea retenida.

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

Hipótesis 7.2.c Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la retenida sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre el poste, cruceta, aisladores y accesorios; simultáneamente diferencia entre tiros unilaterales a ambos lados del soporte y tiro de los cables terminales a la temperatura del estado del viento máximo sin tener en cuenta la acción de éste sobre la línea terminal.

Hipótesis 7.2d. Dos tercios del mayor tiro máximo unilateral de la línea retenida; simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.

8. Soporte Sostén y Sostén (SS)

Hipótesis 8.a. Carga del viento máximo en dirección perpendicular a una línea, sobre los cables de la misma en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios.

Hipótesis 8.b. Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la otra línea, sobre sus cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios.

9. Soporte Sostén y retención (SR)**8.6. Caso en que la retención es equilibrada**

Hipótesis 8.6^a. Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la línea suspendida, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios.

Hipótesis 8.6b. Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la línea retenida, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios.

Hipótesis 8.6c. Dos tercios del tiro máximo unilateral de todos los cables de la línea retenida y simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los conductores sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea retenida.

9.2. Caso en que la retención es desequilibrada

Hipótesis 9.2^a. Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la línea suspendida, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios y simultáneamente diferencia entre tiros unilaterales de la línea retenida que se

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

produce a la temperatura del estado de viento máximo, sin considerar la acción del mismo sobre esta última.

Hipótesis 9.2b. Carga del viento máximo en dirección perpendicular a la línea retenida, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios y simultáneamente diferencia entre tiros unilaterales producida en la línea retenida con la dirección del viento considerada.

Hipótesis 9.2c. Máxima diferencia entre los tiros unilaterales de la línea retenida y simultáneamente carga del viento correspondiente al estado en que se produce la circunstancia señalada, en dirección perpendicular a la línea retenida, sobre cables en ambos semivanos adyacentes, sobre poste, cruceta, aisladores y accesorios.

Hipótesis 9.2d. Dos tercios del mayor tiro máximo unilateral de todos los cables de la línea retenida y simultáneamente carga del viento correspondiente al estado de solicitud máxima de los mismos sobre postes, cruceta, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea retenida. Simbología

V_{vmx}	=	Esfuerzo correspondiente a viento máximo
V_{tmx}	=	Esfuerzo correspondiente al estado de solicitud máxima
T_m	=	Tiro máximo
T_{vmx}	=	Tiro con viento máximo (con sus índices si son de distintos tramos)
t'	=	Tiro máximo de la derivación con viento paralelo a la misma
ΔT	=	Resultante de tiro máximo en caso de tiro desequilibrado en rectas.
Δt	=	Resultante en caso de tiro desequilibrado en rectas en estado de viento máximo.
$\Delta t'$	=	Resultante en caso de tiro desequilibrado en rectas en estado de viento paralelo a la línea.
R	=	Resultante de los tiros máximos
R	=	Resultante de los tiros en el estado de viento máximo
$\Delta t \text{ máx}$	=	Mayor resultante en el caso de tiros desequilibrados en rectas en el estado con viento máximo
$T \text{ máx}$	=	El mayor tiro unilateral (estado de tiro máximo)

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

8.11.5 Dimensionamiento de Estructuras

Las estructuras en su conjunto y en sus partes componentes deberán resistir las cargas de proyecto que establece la presente Normativa en las condiciones detalladas en el punto anterior.

El proyecto de las estructuras se basará en la aplicación del “Método de factorización de cargas y resistencias” debiéndose cumplir con la siguiente condición:

$$K_{e_i} * K_c * S = \text{Solicitud última factorizada} < \varphi * R_c$$

Donde:

K_{e_i} : Factor de carga:

Factor que tiene en cuenta el apartamiento de la estructura real, respecto al modelo ideal de cálculo y los recaudos constructivos (excentricidades no previstas en nudos y empalmes, falta de alineación de los elementos componentes, excentricidades en la aplicación de las cargas, etc.).

K_c : Factor de carga que tiene en cuenta el tipo de estructura:

Factor que tiene en cuenta el tipo de estructura, y el daño que produciría la falla de dicha estructura.

S : Solicitud máxima actuante:

Es la solicitud última que resulta la solicitud máxima actuante (correspondiente a cargas aleatorias con un período de retorno T , a cargas de montaje, o a cargas especiales) calculada según se detalla en la presente Sección, en función del destino y condiciones de exposición de la obra, y de acuerdo con las hipótesis de proyecto.

φ : “Factor global de resistencia” dependiente del tipo de solicitud y del elemento estructural”:

Factor global de resistencia”, que depende del tipo de solicitud a que está sometido el elemento estructural, y del material con el que está construido el mismo. Este coeficiente siempre menor que la unidad, tiene en cuenta la dispersión de la resistencia debido a las calidad de fabricación y montaje de la estructura.

R_c : Resistencia nominal establecida como carga límite mínima por las Normas IRAM de aplicación:

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

Resistencia característica ó nominal de los elementos componentes y el de sus uniones. Esta resistencia será determinada por cálculo, a partir de los resultados de una serie de ensayos, ó establecida como carga límite mínima por las Normas IRAM de aplicación.

TABLA 8.5

Concepto	Sostén		Retención		Terminal		Terminal
	Madera	Hormigón	Madera	Hormigón	Madera	Hormigón	SETA
Ke1: Factor de carga (con ensayo)	1	1	1	1	1	1	1
Ke2: Factor de carga (sin ensayo)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Kc: Factor de carga que tiene en cuenta el tipo de estructura	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3
ϕ : "Factor global de resistencia" dependiente del tipo de sollicitación y del elemento estructural.	0,5	0,9	0,5	0,9	0,5	0,9	0,9
		0,75		0,75		0,75	0,75
		0,7		0,7		0,7	0,7

En casos especiales en donde se requiera una mayor confiabilidad, se deberá aplicar los siguientes coeficientes de seguridad de los soportes los cuales serán diferentes según el carácter de la hipótesis de cálculo a que han de ser aplicados.

Soportes de madera

Los coeficientes de seguridad para el cálculo de soportes de madera serán los siguientes:

- Para régimen de cargas normales: coeficiente 2,5
- Para régimen de cargas extraordinarias (emergencia): coeficiente 2.

Soportes de hormigón armado

Los coeficientes de seguridad para el cálculo de Soportes de hormigón armado serán los siguientes:

- Para cargas normales:

De hormigón común = 3

De hormigón precomprimido = 2,5

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

- Para cargas extraordinarias (emergencia):

De hormigón común = 1,65 (IRAM 1.603 D 17)

De hormigón precomprimido = 1,65

Los postes de hormigón precomprimido tendrán una resistencia transversal del 60 al 100% de su resistencia longitudinal máxima.

8.11.6. Empotramiento y fundación de los soportes

8.11.6.1 Método de cálculo

- Las longitudes de los soportes simplemente empotrados y las dimensiones de las fundaciones serán calculadas para terrenos blandos por el método de POHL y MOHR terrenos rígidos por el método de SULZBERGER.

- Las estructuras de madera tipo A, cuyas patas con o sin muertos de madera dura, empotradas independientes entre sí, serán calculadas al arrancamiento, debiendo verificarse la presión máxima ejercida sobre el terreno.

8.11.6.2 Coeficiente de seguridad al vuelco

- En los soportes simplemente empotrados o fundados, se comprobará el coeficiente de seguridad al vuelco, que es la relación entre los momentos estabilizadores mínimos y el momento volcador máximo motivado por las reacciones externas. El coeficiente de seguridad no será inferior a los prescritos por el método de SULZBERGER para terrenos rígidos y para los restante métodos los siguientes valores:

Hipótesis normales..... 1,5

Hipótesis excepcionales..... 1,2

8.11.6.3 Angulo de giro de los soportes simplemente empotrados o fundados

- En los soportes simplemente empotrados o fundados cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno, no se admitirá un ángulo de giro del soportes o de fundación cuya tangente sea superior a 0,01 para

- alcanzar el equilibrio de las acciones volcadoras máximas con las reacciones del terreno.

8.11.6.4 Cargas máximas sobre el terreno

- Se comprobará que la carga máxima que el soporte simplemente empotrado o fundado transmite al terreno, no exceda los valores fijados en la tabla suministrada por esta Normativa, teniendo en cuenta las características del mismo.

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

8.11.6.5 Características del terreno

▪ A título informativo, en la siguiente tabla, se indican las características físicas de diferentes tipos de suelos:

Naturaleza del terreno	Peso Específico	Presión Admisible	Índice de Compresibilidad		Angulo de la tierra gravante		Angulo de fricción	Coeficiente de fricción terreno - hormigón	
Laguna, aguazal, pantano	650	0,5	0,5	1	5	3		0,05	0,1
Terrenos muy blandos	1700	0,8	0,5	1	5	3	20	0,2	0,2
Arena fina húmeda	1700	0,8	1	2	5	3	30	0,3	0,5
Arcilla blanda	1700	0,8	2	4	5	3	25	0,3	0,4
Arcilla semidura seca	1700	1,8	4	8	8	6	25	0,4	0,5
Arcilla fina seca	1700	1,8	8	9	8	6	30	0,6	0,7
Arcilla rígida	1700	3		10	12	10	25	0,4	0,5
Arena gruesa y pedregullo	1700	3	11	13	12	10	35	0,4	0,5
Arcilla gruesa dura	1700	4	13	16	15	12	37	0,4	0,5
Rígido pedregullo canto rodado	1700	5	13	16	20	20	40	0,4	0,5

De no existir parámetros del suelo obtenidos por los estudios correspondientes, se adoptará, para el cálculo de las fundaciones, un índice de compresibilidad, a dos (2) metros de profundidad, $C_b = C_t = 4 \text{ Kg/cm}^3$.

8.11.7 Soportes de Madera

8.11.7.1 Dimensión de los postes

- Los diámetros en la cima no podrán ser menores que los fijados en la norma IRAM correspondientes.
- Las longitudes totales se tomarán de acuerdo a lo ya normalizado.

8.11.7.2 Cargas admisibles de rotura a la flexión

- Para postes de eucaliptos se tomarán como cargas de rotura las establecidas en norma IRAM número 9.531, Tabla 1.

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

- Para las especies de madera que no hayan sido normalizadas por el IRAM, las cargas de rotura se fijarán experimentalmente, adoptándose para el muestreo y el ensayo la norma IRAM.

8.11.7.3 Detalles del Empotramiento de postes de madera

- Los postes de madera se empotrarán directamente en la tierra.
- Las longitudes de Empotramiento no serán menores de: $H/10 + 0,60$ m. (Siendo H= longitud total del soporte en metros).
- Los postes de madera no serán pintados con pintura asfáltica en la superficie empotrada.

8.11.8 Soportes de hormigón armado

Las columnas de hormigón armado o precomprimido de forma troncocónica anular, utilizadas como soportes de líneas aéreas de media tensión responderán a las siguientes Normas IRÁN:

- Para las columnas de hormigón armado IRAM 1603 en vigencia.
- Para las columnas de hormigón precomprimido IRAM 1605 – Tipo III en vigencia.

Para las siguientes cargas de rotura, los diámetros mínimos en la cima serán:

Rotura	Diámetro en la cima (cm)
R300	12
R400	13,5
R600	16,5
R750	18
R900	18
R1050	21
R1200	22,5
R1500	24
R1800	25,5
R2100	27
R2400	27
R2700	30
R3000	30
R3300	30
R3600	33

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

Los diámetros, a partir de la cima, se incrementarán con una conicidad de 1,5cm/m.

8.11.8.1 Detalles de las fundaciones

▪ Las fundaciones serán normalmente de hormigón simple.

Cuando las tensiones de tracción superen los límites admisibles se utilizarán fundaciones de hormigón armado.

▪ En lo que respecta a las dimensiones de las fundaciones de hormigón se tendrán en cuenta las siguientes limitaciones:

a) Empotramiento mínimo del soporte de hormigón armado de cualquier clase, dentro del macizo; 1/10 de la longitud total.

b) Espesor de la pared de las fundaciones, será como mínimo de 0,20 m; no se considerará como espesor útil el sello de hormigón que se introduce entre el poste y la fundación.

c) Espesor del fondo (zócalo): cuando se utilice hormigón simple, la parte del macizo que excede los 1/10 de Empotramiento del soporte tendrá como mínimo 0,20 m. y como máximo 25% del Empotramiento. Si se excede el valor máximo, la fundación deberá tener armadura de hierro.

d) Armaduras: Cuando las fundaciones, deban armarse, esto se realizará en toda su longitud con barras longitudinales y estribos horizontales cerrados. Estas armaduras tienen la finalidad de resistir las sollicitaciones de flexión y corte producidas por las cargas horizontales de la columna.

En las fundaciones, cuando el zócalo supere el 25% del empotramiento, si el espesor del recubrimiento lateral es mayor ó igual al espesor del recubrimiento de fondo no se requerirá el empleo de armaduras. Los recubrimientos, lateral y de fondo, tendrán un espesor mínimo de 20 cm.

8.12 Modelos de presentación de cálculos

A continuación se detallan los modelos de como deberán ser presentadas las planillas de los cálculos correspondientes:

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION**9.2 Estados Climáticos**

CARACTERISTICAS DE LA ZONA CLIMATICA (ALTO VALLE-VALLE MEDIO-ATLANTICA)				
ESTADO	TEMP.	VIENTO	HIELO	DENS.
1	40	0	0	0
2	-15	0	0	0
3	10	140	0	0
4	-5	50	0	0
5	14	0	0	0
CARACTERISTICAS DE LA ZONA CLIMATICA (ZONA CORDILLERANA Y LINEA SUR)				
ESTADO	TEMP.	VIENTO	HIELO	DENS.
1	35	0	0	0
2	-20	0	0	0
3	10	130	0	0
4	-5	50	10	900
5	8	0	0	0

9.3 Ecuación Cambio de Estado

$$\sigma_i^3 - \sigma_i^2 \left[\sigma_b - \alpha E (t_i - t_b) - \frac{g_b^2 a^2 E}{24 S_t \sigma_b} \right] = \frac{a^2 g_i E}{24 S_t}$$

Constantes:

$$A = \sigma_b - \alpha E (t_i - t_b) - \frac{g_b^2 a^2 E}{24 S_t \sigma_b} \quad B = \frac{a^2 g_i E}{24 S_t}$$

$$\sigma_i^3 - A \sigma_i^2 = B$$

9.4. Vano de Regulación.

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos de anclaje, ángulo o fin de línea, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$a_r = \sqrt{\left(\frac{\sum a^3}{\sum a} \right)}$$

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

CONDUCTOR PREENSAMBLADO CON UN PILOTO AP SECCION COMERCIAL 3x95/50+25 mm²

Característica	Simb	Unidad	Valor
Sección resistente	S	mm ²	50,14
Diámetro exterior	D	mm	43,30
Peso por metro	Gc	Kg/m	1,34
Tensión de rotura		Kg/mm ²	1401
Tensión máxima admisible		Kg/mm ²	980,7
Tensión admisible para Tma		Kg/mm ²	350,25
Coefficiente de dilatación lineal		1/°C	0,000023
Módulo de elasticidad	E	Kg/mm ²	6000

VANO DE CÁLCULO 30 m			
C		k	
D<12,5	1,20	V<30m/s	0,85
12,5<D<15,8	1,10	V>30m/s	0,75
15,8<D	1,00		
FUERZA DEL VIENTO = k.C.V ² .S/16			

Estado Básico de Verificación	5
Tensión Específica Base	4,6
Temperatura Base	14
Carga Específica Base	0,02665

ESTADO	VIENTO	D'	K	C	Fviento	Propio	Ghielo	Gespecific
1	0,00	43,30	0,00	1,00	0,00	1,34	0,00	0,0266
2	0,00	43,30	0,00	1,00	0,00	1,34	0,00	0,0266
3	38,89	43,30	0,75	1,00	3,07	1,34	0,00	0,0668
4	13,89	43,30	0,85	1,00	0,44	1,34	0,00	0,0281
5	0,00	43,30	0,00	1,00	0,00	1,34	0,00	0,0266

ESTADO	Gi	Fvc	Gc-h	A	B	Tension
1	1,336	0,00	40,08	-6,5374	159,7448	3,91
2	1,336	0,00	40,08	1,0526	159,7448	5,80
3	3,348	92,09	40,08	-2,3974	1003,0298	9,27
4	1,408	13,31	40,08	-0,3274	177,3669	5,51
5	1,336	0,00	40,08	-2,9494	159,7448	4,60

ESTADO	TEMP.	VIENTO	TIRO	fi	Fvert	Fhor
1	40	0	196,06	0,00	0,77	0,00
2	-15	0	290,84	0,00	0,52	0,00
3	10	140	464,87	66,48	0,32	0,74
4	-5	50	276,35	18,37	0,54	0,18
5	14	0	230,64	0,00	0,65	0,00

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

TABLA DE TENDIDO PARA EL TRAMO 01 - 10

CONDUCTOR		3x95/50+25 mm ²		Vanos		Cantidad	
Vano Regulador		25,76	m	18	1		
Cantidad de Vanos del Tramo		9		24	4		
Longitud del Tramo		226	m	27	3		
				31	1		
Temp.	Tensión	Tiro	Vanos				
			18	24	27	31	
°C	Kg/mm ²	Kg	Flechas en metros				
-10	5,74	288,02	0,20	0,35	0,44	0,58	
-5	5,46	273,93	0,21	0,37	0,46	0,61	
0	5,21	261,05	0,22	0,38	0,49	0,64	
1	5,16	258,61	0,22	0,39	0,49	0,65	
2	5,11	256,22	0,22	0,39	0,50	0,65	
3	5,06	253,87	0,22	0,39	0,50	0,66	
4	5,02	251,56	0,22	0,40	0,50	0,66	
5	4,97	249,29	0,23	0,40	0,51	0,67	
6	4,93	247,06	0,23	0,41	0,51	0,68	
7	4,88	244,88	0,23	0,41	0,52	0,68	
8	4,84	242,73	0,23	0,41	0,52	0,69	
9	4,80	240,63	0,23	0,42	0,53	0,69	
10	4,76	238,56	0,24	0,42	0,53	0,70	
11	4,72	236,52	0,24	0,42	0,54	0,71	
12	4,68	234,53	0,24	0,43	0,54	0,71	
13	4,64	232,57	0,24	0,43	0,55	0,72	
14	4,60	230,64	0,24	0,43	0,55	0,72	
15	4,56	228,75	0,25	0,44	0,55	0,73	
16	4,53	226,90	0,25	0,44	0,56	0,74	
17	4,49	225,07	0,25	0,45	0,56	0,74	
18	4,45	223,28	0,25	0,45	0,57	0,75	
19	4,42	221,52	0,25	0,45	0,57	0,75	
20	4,38	219,79	0,26	0,46	0,58	0,76	
21	4,35	218,09	0,26	0,46	0,58	0,77	
22	4,32	216,42	0,26	0,46	0,59	0,77	
23	4,28	214,78	0,26	0,47	0,59	0,78	
24	4,25	213,17	0,26	0,47	0,60	0,78	
25	4,22	211,58	0,27	0,47	0,60	0,79	
26	4,19	210,02	0,27	0,48	0,60	0,80	
27	4,16	208,49	0,27	0,48	0,61	0,80	
28	4,13	206,99	0,27	0,48	0,61	0,81	
29	4,10	205,51	0,27	0,49	0,62	0,81	
30	4,07	204,05	0,28	0,49	0,62	0,82	
31	4,04	202,62	0,28	0,49	0,63	0,83	
32	4,01	201,21	0,28	0,50	0,63	0,83	
33	3,99	199,83	0,28	0,50	0,63	0,84	
34	3,96	198,47	0,28	0,50	0,64	0,84	
35	3,93	197,13	0,29	0,51	0,64	0,85	
36	3,91	195,81	0,29	0,51	0,65	0,85	
37	3,88	194,51	0,29	0,52	0,65	0,86	
38	3,85	193,24	0,29	0,52	0,66	0,87	
39	3,83	191,98	0,29	0,52	0,66	0,87	
40	3,80	190,75	0,30	0,53	0,67	0,88	

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

ESTRUCTURA TERMINAL DE LÍNEA

TIPO -T -

CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DESNUDO
POSTACIÓN DE HORMIGÓN ARMADO
VANO DE VERIFICACION

AlAl-35 mm²
12R2400
74,4 m

Altura total de la estructura
Diámetro en la cima
Diámetro en el Empotramiento
Empotramiento
Altura Util de la columna
Altura de aplicación esfuerzo conductor 1
Altura de aplicación esfuerzo conductor 2
Altura de aplicación esfuerzo conductor 3
Conductores equivalentes en la cima
Cantidad de postes expuestos al viento

A
H
D
De
p
Hu
h1
h2
h3
He
Npv

12 m
27 cm
43,2 cm
1,2 m
10,8 m
10,650 mts
10,650 mts
10,650 mts
2,96 m
1,00

Sección efectiva
Diámetro del conductor
Peso por metro
Coeficiente dilatación lineal
Módulo de elasticidad
Carga de rotura

34,91 mm²
7,56 mm
0,10 Kg/m
2,3E-05 1/°C
6000,00 Kg/mm²
976,00 Kg

Estado Básico de Verificación
Tensión Específica Base
Temperatura Base
Carga Específica Base

5
4,6 Kg/mm²
14 °C
0,00275 Kg/mm²rr

Estado Climático
1 Temperatura Máxima
2 Temperatura Mínima
3 Temperatura con Viento Máximo
4 Temperatura con Viento Medio
5 Temperatura Media Anual

Tº	V	T [Kg]
40	0	82,88
-15	0	288,38
10	140	339,65
-5	50	248,79
14	0	160,59

HIPOTESIS 5.a Resultante del tiro máximo de todos los conductores y simultaneamente carga del viento correspondiente al estado de sollicitación máxima sobre cables en el semivano adyacente, sobre postación, crucetas, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.

Velocidad del viento para tiro máximo

Vtmax 140,00 Km/Hs

Viento Sobre los conductores

Coef. de desigualdad del viento
Coeficiente de presión dinámica
Presión del viento
Fuerza del viento

K.C.V²/16
A * D * Pvc * cosa/2

K
C
Pvc
Fvc

0,75
1,20
85,07 Kg/m²
47,85 Kg

Fuerza del viento sobre conductores en la cim:Fvc.He

Fvco 70,78 Kg

Viento Sobre la Postación, Cruceta y Aisladores

Coef. de desigualdad del viento
Coeficiente de presión dinámica
Fuerza del Viento sobre Aislación
Fuerza del Viento sobre Cruceta
Superficie expuesta al viento
Presión del viento sobre postación

(de+2.dc).Hu / 6
k.C.V² / 16

K
C
Fva
Fvcc
Sv
Pvp

1,00
0,70
5,40 Kg
2,35 Kg
1,75 m²
66,17 Kg/m²

Fuerza del viento sobre postación reducida a la cima
Pvp.Sv + Fva + Fvcc

Fvcp 123,51 Kg

Tiro máximo de l conductor
Tiro de los conductores reducido a la cima

Tco.He

Tmax
Tcoc

339,65 Kg
1004,81 Kg

TIRO EN LA CIMA DEL POSTE $[(Fvco + Fvcp)^2 + (Tcoc)^2]^{1/2}$

1023 Kg

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

HIPOTESIS 5.b Tiro máximo de todos los conductores correspondiente al estado de viento máximo y simultáneamente carga del viento máximo sobre cables en el semivano adyacente, sobre postación, crucetas, aisladores y accesorios en dirección perpendicular a la línea.

Velocidad máxima del viento	Vmax	140 Km/Hs
Tiro del conductor para máxima velocidad del viento	Tvmax	339,7 Kg

Viento Sobre los conductores

Coef. de desigualdad del viento	K	0,75
Coeficiente de presión dinámica	C	1,20
Presión del viento	$K.C.V^2/16$	Pvc 85,07 Kg/m ²
Fuerza del viento	$A * D * Pvc$	Fvc 47,85 Kg
Fuerza del viento sobre conductores en la cima	Fvc.He	Fvco 141,55 Kg

Viento Sobre la Postación

Coef. de desigualdad del viento	K	1
Coeficiente de presión dinámica	C	0,70
Fuerza del Viento sobre Aislación	Fva	5,40 Kg
Fuerza del Viento sobre Cruceta	Fvcc	2,35 Kg
Superficie expuesta al viento de la postación	$(de+2.dc).Hu / 6$	Sv 1,75 m ²
Presión del viento sobre postación	$k.C.V^2 / 16$	Pvp 66,17 Kg/m ²
Fuerza del viento sobre postación reducida a la cima	Pvp.Sv + Fva + Fvcc	Fvcpc 123,51 Kg

Tiro de los conductores reducido a la cima	Tco.He	Tcoc 1004,81 Kg
--	--------	-----------------

TIRO EN LA CIMA DEL POSTE	$[(Fvco + Fvcpc)^2 + (Tcoc)^2]^{1/2}$	T 1039 Kg
----------------------------------	---	------------------

RESUMEN DE HIPOTESIS

HIPOTESIS 5.1.a	1023,00 Kg
HIPOTESIS 5.1.b	1039,00 Kg

VALOR DIMENSIONANTE

Carga Nominal de Diseño de la Columna	960,00 Kg
Carga de Rotura	2400,00 Kg
Carga de Rotura Mínima (95%Cr)	2280,00 Kg
Carga Límite Periodo Elástico (60% Crm)	1368,00 Kg
Coeficiente de Seguridad Límite Elástico	1,32 Kg
Coeficiente de Seguridad a la Rotura Mínima	2,19 Kg
Coeficiente de Seguridad a la Rotura Nominal	2,31 Kg

$Ke Kc S =$ Solicitación última factorizada $< \phi Rc$

Ke: Factor de carga

Como no se realizan ensayos sobre un prototipo a escala natural el factor de carga adoptado es

Ke	1,1
----	-----

Kc: Factor de carga que tiene en cuenta el tipo de estructura

Para estructuras Terminales de Líneas y apoyo de subestaciones transformadoras

Kc	1,3
----	-----

Solicitación máxima actuante.	S	1039,00 Kg
-------------------------------	---	------------

ϕ "Factor global de resistencia" dependiente del tipo de sollicitación y del elemento estructural.

Flexión o Flexo-Tracción en Postes simples Patas traccionadas de pórticos	ϕ	0,9
---	--------	-----

Rc : Resistencia nominal de la postación establecida como carga limite minima por las Normas IRAM 9531.

Estructura adoptada 12R2400	Rc	2400,00 Kg
-----------------------------	----	------------

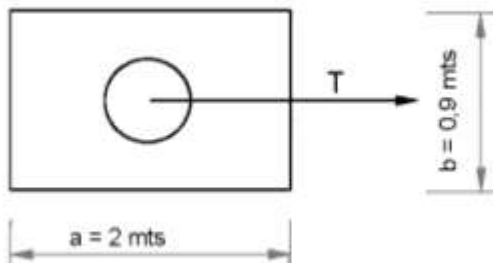
Ke.Kc.S	1485,77 Kg
---------	------------

ϕRC	2160,00 Kg
-----------	------------

La postación elegida cumple mecánicamente ya que la Solicitación última factorizada es menor que la Resistencia equivalente de la columna $1485,77 < 2160$

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

CALCULO DE FUNDACIONES PARA ESTRUCTURAS MONOPOSTE



ESFUERZO EN LA CIMA	T	900 Kg
COLUMNA A FUNDAR		12R2400
Peso de la estructura	Ge	1759 Kg
Diametro en la cima	Dc	27 cm
Diametro en la base	Db	45 cm
huelgo	hg	0,05 m
Altura aplicación del Tiro	Hf	10,8 m

VALORES DEL TERRENO

Indice de compresibilidad lateral	C = Ct _{2m}	4,00
Indice de compresibilidad de fondo	Cb _{2m}	4,00
Coef. De friccion suelo Hormigon	μ	0,40
Angulo tierra gravante	β	10,00
Peso especifico del suelo	γt	1700,00
Peso especifico del Hormigon	γh	2100,00

BASE PROPUESTA

Lado Paralelo al tiro "a"	a	2 m
Perpendicular al tiro "b"	b	0,9 m
Empotramiento "E"	E	1,4 m
Zocalo "Z"	Z	0,35 m
Profundidad "P"	P	1,75 m
Diam. del molde "Dm"	Dm	0,55 m
Peso otros componentes	Ga	76,044 Kg

CALCULOS

Calculo del hormigon

Superficie de la base	a*b	Sb	1,80 m ²
Volumen del macizo	Sb*P	Vm	3,15 m ³
Volumen libre	π*Dm ² /4*E	VI	0,33 m ³
Volumen neto de hormigon	Vm-VI	Vnh	2,82 m ³
Peso del hormigon	γt*Vnh	Gh	5916,5 Kg

Calculo de la tierra gravante

tang β			0,178
Incremental de los lados	P*tang β	c	0,31 m
Lado gravante a	a+2*c	ag	2,62 m
Lado gravante b	b+2*c	bg	1,52 m
Superficie gravante	ag*bg	Sg	3,97 m ²
Volumen tierra gravante	1/3*P*(Sg+Sb+(Sg*Sb)^0,5))-Vm	Vtg	1,78 m ³
Peso tierra gravante		Gtg	3018,62 Kg

Peso Total

		G	10770,17 Kg
Indice compresibilidad lateral a 1,75 m	Ct*P/2	Ct	3,50
Indice compresibilidad de fondo a 1,75 m	Cb*P/2	Cb	3,50

CALCULO MECANICO DE LINEAS DE BAJA Y MEDIA TENSION

CONCEPTO			
Tangente de alfa1	$\frac{6 \mu G}{b t^2 C_t}$	$tg \alpha_1$	0,0027
Momento de encastramiento para $tg \text{ fi} > 0.01$	$\frac{b t^3 C_t tg \alpha}{12}$	Ms1	1.406.836
Momento de encastramiento para $tg \text{ fi} < 0.01$	$\frac{b t^3 C_t tg \alpha}{36}$	Ms2	468.945
Tangente de alfa2	$\frac{2 G}{a^2 b C_b}$	$tg \alpha_2$	0,0017
Momento de fondo para $tg \text{ fi} > 0.01$	$\frac{b a^3 C_b tg \alpha}{12}$	Mb1	2.100.000
Momento de fondo para $tg \text{ fi} < 0.01$	$G \left(\frac{a}{2} - 0,47 \sqrt{\frac{G}{b C_b tg \alpha}} \right)$	Mb2	781.027

Momento de Vuelco	$T \left(Hu + \frac{2}{3} t \right)$	Mv	1077000
-------------------	---------------------------------------	----	---------

Momento Estabilizante	Ms + Mb	Me	1249973
-----------------------	---------	----	---------

Momento De Vuelco	Mv (Kgm)	10.770
Momento De Encastramiento	Ms (Kgm)	4.689
Momento De Fondo	Mb (Kgm)	7.810
Relacion de momentos	Ms/Mb	0,60
Coficiente de Estabilidad "S" para la relacion Ms/Mb	S	1,11
Reaccion del suelo	Ms+Mb	12.500
Reaccion del Tiro	S x Mv	12.007
CONDICION DE ESTABILIDAD	Ms+Mb > S Mv	Verifica