



### Seguridad y Legislación Minera

Tema 2. ITC-BT-06: Redes Aéreas para Distribución en Baja Tensión



### Beatriz Malagón Picón Raquel Martínez Torre José Salmón García

Este tema se publica bajo Licencia:

<u>Creative Commons BY-NC-SA 4.0</u>





#### **CONDUCTORES**

- Conductores (preferentemente aislados)
  - ✓ Cobre.
  - ✓ Aluminio.
  - ✓ Otros materiales o aleaciones que posean características eléctricas y mecánicas adecuadas .
- Conductores aislados:
  - ✓ Tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV.
  - ✓ Recubrimiento que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie (UNE 21.030)
  - ✓ La sección mínima: aluminio 16 mm², cobre 10 mm² y otros materiales la que garantice resistencia mecánica y conductividad no inferiores a las que corresponden a los de cobre anteriormente indicados
- > Conductores desnudos:
  - ✓ Tensión asignada inferior a 0,6/1 kV.
  - ✓ Serán resistentes a las acciones de la intemperie y su carga de rotura mínima a la tracción será de 410 daN (UNE 21.012 o UNE 21018).
  - ✓ Su utilización tendrá carácter especial debidamente justificado, excluyendo el caso de zonas de arbolado o con peligro de incendio.





### **AISLADORES**

- > Los aisladores serán de:
  - ✓ Porcelana.
  - ✓ Vidrio.
  - ✓ Otros materiales equivalentes (intemperie, variaciones de temperatura, corrosión, esfuerzos mecánicos etc.)
  - ✓ La fijación de los aisladores a sus soportes se efectuará mediante roscado o cementación.



Fuente: pixabay.com (Barescar90)



Fuente: pixabay.com (Barescar90)



#### **ACCESORIOS DE SUJECIÓN**

- > Deben estar debidamente protegidos contra la corrosión y envejecimiento.
- > Resistirán los esfuerzos mecánicos con un coeficiente de seguridad no inferior al que corresponda al dispositivo de anclaje donde estén instalados.

### **TIRANTES Y TORNAPUNTAS**

- > Deberá restringirse su empleo.
- ➤ Los tirantes estarán constituidos por varillas o cables metálicos, debidamente protegidos contra la corrosión, y tendrán una carga de rotura mínima de 1.400 daN.
- Los tornapuntas, podrán ser metálicos, de hormigón, madera o cualquier otro material capaz de soportar los esfuerzos a que estén sometidos, debiendo estar debidamente protegidos contra las acciones de la intemperie.



### **APOYOS**

- > Los apoyos podrán ser:
  - ✓ Metálicos.
  - ✓ De hormigón.
  - ✓ De madera.
  - ✓ De cualquier otro material que cuente con la debida autorización.





# CÁLCULO MECÁNICO

#### **ACCIONES A CONSIDERAR EN EL CÁLCULO**

- ➤ Cargas permanentes → se consideran las cargas verticales debidas al propio peso de los conductores, aisladores, accesorios de sujeción y apoyos.
- Sobrecargas viento
  - ✓ Sobre conductores: 50 daN/m². No se tendrá en cuenta en aquellos lugares en que por la configuración del terreno, o la disposición de las edificaciones, actúe en el sentido longitudinal de la línea.
  - ✓ Sobre superficies planas: 100 daN/m².
  - ✓ Sobre superficies cilíndricas de apoyos: 70 daN/m².
- > Sobrecargas hielo:
  - ✓ Zona A (a<500 m): no se tendrá en cuenta sobrecarga por hielo.
  - ✓ Zona B (500 m <a<1000 m):
    - Los conductores desnudos: 180Vd gramos por metro lineal.
    - En los cables en haz : 60 vd gramos por metro lineal (d=2.5d<sub>f</sub>.)
  - ✓ Zona C (>1000 m):
    - Los conductores desnudos: 360vd gramos por metro lineal.
    - En los cables en haz : 120 vd gramos por metro lineal(d=2.5d<sub>f</sub>.)





# CÁLCULO MECÁNICO

#### **CONDUCTORES**

- ➤ Tracción máxima admisible → no será superior a su carga de rotura dividida por 2,5 considerándolos sometidos a la hipótesis más desfavorable de las siguientes:
  - ✓ Zona A:
    - Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga del viento, a la temperatura de 15°C.
    - Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga del viento dividida por 3, a la temperatura de 0°C.
  - ✓ Zona B y C:
    - Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga del viento, a la temperatura de 15°C.
    - Sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, a la temperatura de 0°C.
- Flecha máxima > se adoptará como flecha máxima de los conductores el mayor valor resultante de la comparación entre las dos hipótesis correspondientes a la zona climatológica que se considere, y a una tercera hipótesis de temperatura (válida para las tres zonas), consistente en considerar los conductores sometidos a la acción de su propio peso y a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y las de servicio de la red. Esta temperatura no será inferior a 50°C.





# CÁLCULO MECÁNICO

#### Tabla 1. Cargas para el cálculo mecánico de los apoyos

	ZON	IA A	ZONAS	SByC
Función del	Hipótesis de viento	Hipótesis de	Hipótesis de viento	Hipótesis de hielo
apoyo	a la temperatura de	temperatura a 0°C	a la temperatura de	según zona y
	15°C	con 1/3 de viento	15°C	temperatura de 0°C
		Cargas permanentes		Cargas permanentes
Alineación	Cargas permanentes	Desequilibrio de	Cargas permanentes	Desequilibrio de
				tracciones
Angulo		Cargas permanentes.	Resultante de ángulo	
	Cargas	Cargas	Cargas	Cargas
Estrellamiento	permanentes.	permanentes.	permanentes.	permanentes.
	2/3 resultante	Total resultante	2/3 resultante	Total resultante
Fin de línea	Ca	rgas permanentes. Tra	cción total de conducto	res

Tabla 2. Coeficiente de seguridad a la rotura en función del material de los apoyos

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A LA ROTURA					
MATERIAL DEL APOYO	COEFICIENTE				
Metálico	1,5				
Hormigón armado vibrado	2,5				
Madera	3,5				
Otros materiales no metálicos	2,5				

NOTA.- En el caso de apoyos metálicos o de hormigón armado vibrado cuya resistencia mecánica se haya comprobado mediante ensayos en verdadera magnitud, los coeficientes de seguridad podrán reducirse a 1,45 y 2 respectivamente

### **APOYOS**





### **INSTALACIÓN DE CONDUCTORES AISLADOS**

### > Cables posados:

- ✓ Directamente posados sobre fachadas o muros, mediante abrazaderas fijadas a los mismos y resistentes a las acciones de la intemperie.
- ✓ Los conductores se protegerán adecuadamente en aquellos lugares en que puedan sufrir deterioro mecánico de cualquier índole.
- ✓ En general deberá respetarse una altura mínima al suelo de 2,5 metros.
- ✓ En los recorridos por debajo de ésta altura mínima al suelo (por ejemplo, para acometidas) deberán protegerse mediante elementos adecuados
- ✓ En las proximidades de aberturas en fachadas deben respetarse las siguientes distancias mínimas:
  - Ventanas: 0,30 metros al borde superior de la abertura y 0,50 metros al borde inferior y bordes laterales.
  - Balcones: 0,30 metros al borde superior de la abertura y 1,00 metros a los bordes laterales del balcón.
  - Se tendrán en cuenta la existencia de salientes o marquesinas que puedan facilitar el posado de los conductores, pudiendo admitir, en éstos casos, una disminución de las distancias antes indicadas.
  - Así mismo se respetará una distancia mínima de 0,5 metros a los elementos metálicos.





### **INSTALACIÓN DE CONDUCTORES AISLADOS**

#### > Cables tensados:

- ✓ Los cables con neutro fiador, podrán ir tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos, fachadas o muros, con una tensión mecánica adecuada, sin considerar el aislamiento como elemento resistente.
- ✓ Para el resto de los cables tensados se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado, cuya resistencia a la rotura será, como mínimo, de 800 daN, y a los que se fijarán mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados los conductores aislados.
- ✓ Distancia al suelo: 4 m, salvo lo especificado en el apartado 3.9 para cruzamientos.

### **INSTALACIÓN DE CONDUCTORES DESNUDOS**

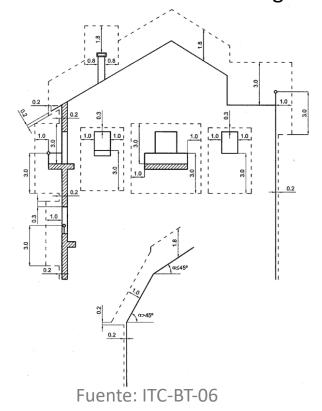
- > Irán fijados a los aisladores:
  - ✓ Preferentemente en la garganta lateral de los mismos por la parte próxima al apoyo.
  - ✓ En el caso de ángulos, de manera que el esfuerzo mecánico del conductor esté dirigido hacia el aislador.
- Cuando se establezcan derivaciones, y salvo que se utilicen aisladores especialmente concebidos para ellas, deberá colocarse un sólo conductor por aislador.
- ➤ Cuando se trate de redes establecidas por encima de edificaciones o sobre apoyos fijados a las fachadas, el coeficiente de seguridad de la tracción máxima admisible de los conductores deberá ser superior en un 25 % a lo indicado en 2.2.1.





### **INSTALACIÓN DE CONDUCTORES DESNUDOS**

- > Distancia de los conductores desnudos al suelo y zonas de protección de las edificaciones:
  - ✓ Al suelo: 4 m, salvo lo especificado cruzamientos.
  - ✓ En edificios no destinados al servicio de distribución de la energía:







### INSTALACIÓN DE CONDUCTORES DESNUDOS

- > Separación mínima entre conductores desnudos y entre éstos y los muros o paredes de edificaciones
  - ✓ Las distancias (D) entre conductores desnudos de polaridades diferentes serán, como mínimo las siguientes:
    - En vanos hasta 4 metros 0,10 m.
    - En vanos de 4 a 6 metros 0,15 m.
    - En vanos de 6 a 30 metros 0,20 m.
    - En vanos de 30 a 50 metros 0,30 m.
    - Para vanos mayores de 50 m se aplicará la fórmula D=0,55VF, en la que F es la flecha máxima en metros.
    - En apoyos con derivaciones la distancia entre los conductores de las derivaciones y los conductores de polaridad diferente de la línea de la que se derivan podrá disminuirse hasta un 50 % de los valores anteriores, con un mínimo de 0,10 metros.
    - Los conductores colocados sobre apoyos sujetos a fachadas de edificios estarán distanciados de éstas 0,20 metros como mínimo.





#### EMPALMES Y CONEXIONES DE CONDUCTORES. CONDICIONES MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS DE LOS MISMOS

- Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán utilizando piezas metálicas apropiadas, resistentes a la corrosión, y que aseguren un contacto eléctrico eficaz, de modo que en ellos, la elevación de temperatura no sea superior a la de los conductores.
- > Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor, el 90 % de su carga de rotura.
- No es admisible realizar empalmes por soldadura o por torsión directa de los conductores.

Las derivaciones se conectarán en las proximidades de los soportes de línea, y no originarán tracción mecánica sobre la misma.

#### **CONDUCTOR NEUTRO**

- Sección mínima
  - ✓ Con dos o tres conductores → igual a la de los conductores de fase.
  - ✓ Con cuatro conductores → la sección de neutro será como mínimo, la de la tabla, con un mínimo de 10 mm² para cobre y de 16 mm² para aluminio.
  - ✓ En caso de utilizar conductor neutro de aleaciones de aluminio (por ejemplo ALMELEC), la sección a considerar será la equivalente, teniendo en cuenta las conductividades de los diferentes materiales.
- > Se debe identificar el conductor de neutro debidamente.

Conductores fase	Sección neutro
(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )
6 (Cu)	6
10 (Cu)	10
16 (Cu)	10
16 (AI)	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185





#### **CONDUCTOR NEUTRO**

- Continuidad del conductor neutro:
  - ✓ El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que ésta interrupción sea realizada con alguno de los dispositivos siguientes:
    - Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
    - Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas, y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en éste caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.
- Puesta a tierra del neutro:
  - ✓ Se conectará a tierra en el CT o central generadora de alimentación, en la forma prevista en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.





#### **INSTALACIÓN DE APOYOS**

- Los apoyos estarán consolidados por fundaciones adecuadas o bien directamente empotrados en el terreno.
- > En su instalación deberá observarse:
  - ✓ Los postes de hormigón se colocarán en cimentaciones monolíticas de hormigón.
  - ✓ Los apoyos metálicos serán cimentados en macizos de hormigón o mediante otros procedimientos
  - ✓ Los postes de madera se colocarán directamente retacados en el suelo, y no se empotrarán en macizos de hormigón. Se podrán fijar a bases metálicas o de hormigón quedando el poste separado del suelo mínimo 0,15 m.



#### **CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS**

#### Cruzamientos:

Con líneas de A.T.: por debajo de las líneas de A.T. U = Tensión nominal de A.T. (kV)  $d \ge 1.5 + \frac{U + L_1 + L_2}{100}$   $L_1 = Longitud entre el cruce y el apoyo más cercano de A.T. (m).$ 

 $L_2$  = Longitud entre el cruce y el apoyo más cercano de B.T. (m).

- ✓ Con líneas de B.T.:
  - Con alguna con conductores desnudos en apoyos diferentes → 0,5 m.
  - Con alguna con conductores desnudos en apoyo común → como en las derivaciones.
  - Conductores aislados → pueden estar en contacto.
- ✓ Con cables de telecomunicación: con conductores desnudos generalmente por encima de los de telecomunicación.
  - Sobre distintos apoyos → 1m.
  - Sobre los mismos apoyos → 0.5 m.
- ✓ Carreteras y ferrocarril no electrificado: 6 m
- ✓ Ferrocarril electrificado: 2 m.





#### **CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS**

#### > Proximidades y paralelismos:

- ✓ Con líneas de A.T.: no se podrá hacer líneas paralelas a distancias inferiores a 1.5 veces la altura del apoyo más alto. Con ciertas condiciones podrán ir en los mismos apoyos.
- ✓ Con líneas de B.T. o telecomunicación:
  - Con alguna con conductores desnudos en apoyos diferentes → 1 m.
  - Con alguna con conductores desnudos en apoyo común → 0.5 m.
  - Conductores aislados  $\rightarrow$  0.1 m.
- ✓ Con calles o carreteras:
  - Conductores desnudos → 6 m posible circulación rodada y 5 m para los demás casos.
  - Conductores aislados → 4 m cuando no posible circulación rodada.
  - Sobre distintos apoyos → 1m.
  - Sobre los mismos apoyos → 0.5 m.
- ✓ Ferrocarril electrificado: 1.5 m



Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética



### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

### CABLES FORMADOS POR CONDUCTORES AISLADOS CON POLIETILENO RETICULADO (XLPE), EN HAZ, A ESPIRAL VISIBLE

> En condiciones normales de instalación:

<u>Cables con neutro fiador de aleación de Aluminio-Magnesio-</u> Silicio (Almelec) para instalaciones de cables tensados

Número de conductores por sección	Intensidad máxima
mm²	Α
1 x 25 Al/54,6 Alm	110
1 x 50 Al/54,6 Alm	165
3 x 25 Al/54,6 Alm	100
3 x 50 Al/54,6 Alm	150
3 x 95 Al/54,6 Alm	230
3 x 150 Al/80 Alm	305

# Cables sin neutro fiador para instalaciones de cables posados, o tensados con fiador de acero

Número de conductores por	Intensidad máxima en A				
sección	Posada sobre	Tendida con fiador			
mm²	fachadas	de acero			
2 x 16 Al	73	81			
2 x 25 Al	101	109			
4 x 16 Al	67	72			
4 x 25 Al	90	97			
4 x 50 Al	133	144			
3 x 95/50 AI	207	223			
3 x 150/95 AI	277	301			

Número de conductores por	Intensidad máxima en A				
sección	Posada sobre	Tendida con fiador			
mm²	fachada	de acero			
2 x 10 Cu	77	85			
4 x 10 Cu	65	72			
4 x 16 Cu	86	95			





### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

### CABLES FORMADOS POR CONDUCTORES AISLADOS CON POLIETILENO RETICULADO (XLPE), EN HAZ, A ESPIRAL VISIBLE

- > Factores de corrección:
  - ✓ Instalación expuesta directamente al sol  $\rightarrow$  0.9 o inferior.
  - ✓ Agrupación de varios cables:

Número de cables	1	2	3	más de 3
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80	0,75

✓ En función de la temperatura ambiente:

Temperatura °C	20	25	30	35	40	45	50
Aislados con polietileno reticulado	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90



### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

#### CABLES FORMADOS POR CONDUCTORES AISLADOS CON POLIETILENO RETICULADO (XLPE), EN HAZ, A ESPIRAL VISIBLE

> Intensidades máximas de cortocircuito admisible en los conductores de los cables.:

Tabla 8. Intensidades máximas de cortocircuitos en kA para conductores de aluminio

$I_{cc} =$	8.0	U	
<sup>1</sup> CC	_	R	

 $I_{cc} \equiv \text{intensidad máxima de cortocircuito}$ 

 $U \equiv$  tensión de alimentación fase neutro  $R \equiv$  resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

	Sección del				Duración	del cort	ocircuito	)		
	conductor					S				
	mm²	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Γ	16	4,7	3,2	2,7	2,1	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
	25	7,3	5,0	4,2	3,3	2,3	1,9	1,0	1,4	1,3
	50	14,7	10,1	8,5	6,6	4,6	3,8	3,3	2,9	2,7
	95	27,9	19,2	16,1	12,5	8,8	7,2	6,2	5,6	5,1
	150	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1

Tabla 9. Intensidades máximas de cortocircuitos en kA para conductores de cobre

Sección del	Duración del cortocircuito								
conductor					S				
mm <sup>2</sup>	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
10 16	4,81 7,34	3,29 5,23	2,70 4,29	2,11 3,35	1,52 2,40	1,26 1,99	1,11 1,74	1,00 1,57	0,92 1,44





### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

#### **CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE Y ALUMINIO**

Tabla 10. Densidad de corriente en A/mm² para conductores desnudos al aire

Sección nominal	Densidad de corriente A/mm²				
mm²	Cobre	Aluminio			
10	8,75				
16	7,60	6,00			
25	6,35	5,00			
35	5,75	4,55			
50	5,10	4,00			
70	4,50	3,55			
95	4,05	3,20			
120		2,90			
150		2,70			

#### OTROS CABLES U OTROS SISTEMAS DE INSTALACIÓN

➤ Para cualquier otro tipo de cable o composiciones u otro sistema de instalación no contemplado en esta Instrucción, así como para cables que no figuran en la tablas anteriores, deberán consultarse las normas de la serie UNE 20.435, o calcularse según la norma UNE 21.144.



### REFERENCIAS

1. Reglamento Electrotécnico para Baja tensión e ITC: ITC-BT-06 REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN