



Documentación

NTP 72: Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas

Work with height elements near electrical lines

Redactor:

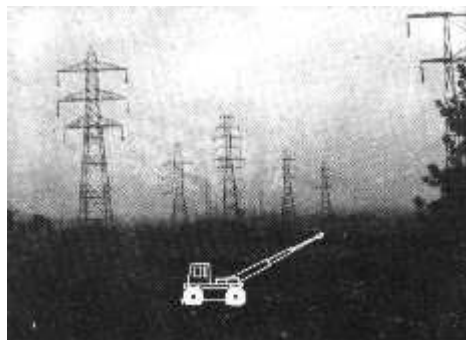
Josep Mestre Rovira
Ingeniero Técnico en Electricidad

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA

Esta ficha técnica tiene por objeto determinar las medidas de protección o prevención que deben adoptarse cuando van a utilizarse elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas.

Accidentabilidad

La casuística confirma que la utilización de elementos de altura (más de 4 m.) en presencia de líneas eléctricas aéreas constituye genéricamente una situación de riesgo elevada, tanto por el nº de accidentes como por la gravedad de las lesiones y daños que se registran. Del análisis efectuado sobre una muestra de 280 accidentes ocurridos en España en instalaciones de **alta tensión** durante el quinquenio 1978-1982 se desprende que el 45% de casos han sido debidos concretamente a esa situación de riesgo.



Prototipo de accidente

La gran mayoría de los accidentes analizados por contactos de elementos de altura con líneas eléctricas aéreas responden básicamente al siguiente prototipo:

Elementos de altura

Puede ser cualquiera (barras metálicas, tubos de riesgo, camión volquete, andamios móviles, etc.).

Muestra de accidentes ocurridos en alta tensión
Tamaño: 280 accidentes.

Periodo: 1978-1982.
Territorio: España.

ELEMENTO DE ALTURA	Accidentes por contacto con Líneas Eléctricas Aéreas de AT			TOTAL	
	LEVES	GRAVES	MORTALES	Nº	% respecto a la muestra
Objetos movidos a mano (barras...)	1	15	16	32	11,40
Tuberías, riesgo aspersión	4	8	9	21	7,50
Camión volquete	1	1	13	15	5,30
Camión con brazo hidráulico	-	3	8	11	3,90
Andamio móvil	-	1	9	10	3,50
Grúa automotora	-	2	7	9	3,20
Camión con silo de piensos	-	1	6	7	2,50
Camión bomba hormigonado	-	2	3	5	1,70
Escalera extensible (movida a mano)	1	2	2	5	1,70
Báculos alumbrado (en colocación)	-	-	4	4	1,40
Pequeñas grúas móviles normales	-	-	2	2	0,70
Andamio colgante	-	-	2	2	0,70
Cosechadora	-	-	1	1	0,35
Remolque de paja	-	-	1	1	0,35
Grúa Torre	-	1	-	1	0,35
TOTAL	7	36	83	126	45,00

Línea eléctrica aérea:

La mayoría de accidentes ocurren en **líneas de alta tensión de U < 66 kV (líneas de 2ª/3ª categoría)**. Ello puede ser debido a que tienen un aspecto discreto, y no aparentan a los ojos de las personas implicadas las graves consecuencias de un contacto, por lo que no suele adoptarse ningún tipo de medida, incluso se desprecia completamente su presencia.

Les siguen en número de accidentes las **líneas aéreas de baja tensión**, donde se han registrado muertes por electrocución, y por caída de la carga debido a rotura del cable de la grúa por el cortocircuito que se establece en el contacto.

Son raros los accidentes ocurridos en líneas de A.T. de U > 66 kV (líneas de 1ª categoría). El aspecto que ofrecen estas líneas dadas sus grandes dimensiones, y el zumbido característico que generan, hace que se mantengan distancias considerables.

Forma de accidente

Contacto o proximidad excesiva del elemento de altura con los conductores de la línea.

Consecuencias del accidente

Lesiones

Muerte por electrocución.

Muerte por explosión posterior de los neumáticos del vehículo.

Muerte por rotura de cables y desprendimiento de la carga.

Amputaciones de miembros.

Quemaduras muy graves.

Daños

Incendio del vehículo.

Destrucción los neumáticos.

Rotura de conductores de la línea.

Interrupción del servicio de la línea.

Causas principales

Imputables a la línea

Altura insuficiente de los conductores al terreno: Únicamente han sido registrados dos casos en la muestra analizada, cuyos conductores estaban a menos de 6 m de altura.

Imputables al elemento de altura

Descontrol del elemento de altura por avería o causas similares: No se tienen noticias de ningún caso.

Imputables al trabajo que se realiza

Los accidentes ocurren en su mayoría (99% de casos registrados) por:

Riesgo no detectado inicialmente, con lo cual no se adopta ninguna medida y el contacto se establece por indiferencia a la línea.

Riesgo detectado e infravalorado, con lo cual las medidas que se adoptan (si es que se adoptan) resultan insuficientes y el contacto se establece por descuido.

Determinación de medidas de seguridad para trabajos con elementos de altura en presencia de L.E.A.

Para proceder a la elección de las medidas de seguridad adecuadas es preciso operar sobre el **cuadro de valoración**.

I. Deberá disponerse de los **datos de partida**.

II. En función de los datos se valorará el **riesgo de contacto y la clase de trabajo**.

III. En función de si existe o no riesgo de contacto y según la clase de trabajo a realizar, se elegirá uno de los conjuntos de **medidas de seguridad** que se indican.

Datos de partida para la valoración

Para ejecutar esta valoración es preciso disponer de los siguientes datos:

1.- Tensión y emplazamiento de los conductores de la línea

Consultar a la Cía. propietaria. A partir de estos datos se determinará la zona de prohibición de la línea.

2.- Tipo de elemento de altura y posibilidades de desplazamiento por el terreno en función de las limitaciones físicas existentes (valladas, taludes, paredes, etc.)

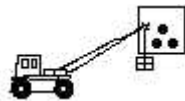
A partir de estos datos se determinará la zona de alcance del elemento de altura.

3.- Proximidad máxima exigida por el trabajo a realizar, entre el elemento de altura y la línea

Pudiendo ser:

Proximidad inmediata:

Cuando en el trabajo a realizar el elemento de altura o la carga transportada deban invadir la zona de prohibición de la línea.



Proximidad media:

Cuando en el trabajo a realizar el elemento de altura o la carga transportada estén a tal distancia de la línea que no deban invadir forzosamente la zona de prohibición, pero que ello pudiera ocurrir fácilmente, por una simple maniobra del elemento de altura.



Proximidad remota:

Cuando en el trabajo a realizar, el elemento de altura o la carga transportada estén lejos de la línea, no pudiendo producirse en esas condiciones una invasión de su zona de prohibición, pero que ello pudiera ocurrir en los desplazamientos por el terreno, al no existir obstáculos físicos que limiten su movimiento.



4.- Duración de los trabajos con elementos de altura

Pudiendo ser:

Trabajo ocasional

Operación o pequeño conjunto de operaciones aisladas que se realizarán con elementos de altura en un emplazamiento determinado permitiendo una supervisión permanente por parte del Jefe del Trabajo.

Ejemplos:

- Instalación de sistemas de riego por aspersión.
- Colocación de una viga con grúa automotora.
- Cargar una máquina en un camión con brazo hidráulico articulado.
- Descarga de un volquete de arena.
- Pequeñas reparaciones en edificios mediante andamios móviles.

Trabajo temporal

Conjunto de operaciones con elementos de altura que se realizarán en un emplazamiento determinado durante un periodo de tiempo largo y limitado.

Ejemplos:

- Movimientos de tierra mediante pala cargadora y camión volquete.
- Grúa torre en obras de construcción.
- Apertura de zanjas mediante excavadora.
- Montaje de báculos de alumbrado.
- Reparaciones importantes en edificios mediante andamios móviles.

Trabajo permanente

Conjunto de operaciones con elementos de altura que se realizarán en un emplazamiento determinado durante un periodo de tiempo largo e indefinido.

Ejemplos:

- Fabricación de pretensados.
- Desguaces.
- Plantas de hormigonado.
- Proximidad de silos.
- Extracción de áridos.

Método para valorar el riesgo de contacto

Se procederá en el siguiente orden:

1.º Determinar la zona de prohibición de la línea y la zona de alcance del elemento de altura.

5.- Zona de prohibición de la línea eléctrica aérea (ZL)

Es una zona que debe establecerse en torno a la línea eléctrica aérea y que en ningún momento deberá ser invadida por los elementos de altura o por las cargas que transporten.

Su amplitud será en función de la tensión de la línea.

La estimación de distancias con respecto a la línea deberá efectuarse mediante taquímetro o pértigas aislantes adecuadas a la tensión de la misma.

No deberán emplearse otros instrumentos que no ofrezcan garantías, aislantes suficientes, a pesar incluso de su apariencia aislante (reglas de madera, tubos de plástico, cintas metálicas etc.).

6.- Zona de alcance del elemento de altura (ZE)

Es la zona que pueden alcanzar las partes más salientes del elemento de altura o carga que transporta.

Para determinarla deberá tenerse en cuenta el penduleo de la carga suspendida y los cables, el balanceo de la carga, el posible abatimiento del elemento de altura por caída en los casos que sea posible y la movilidad del elemento de altura por el terreno.

2.º Valorar la posibilidad de contacto.

7.- ¿Existe superposición entre ZL y ZE?

Sobre un esquema del emplazamiento realizado a escala rigurosa se presentarán la zona de prohibición de la línea y la zona de alcance del elemento de altura.

⊖ **Si no existe superposición** de ambas zonas se considerará que no existe posibilidad ni riesgo aparente de contacto, con lo cual no será preciso la adopción de medidas de protección, pero deberá advertirse a los operarios acerca de la presencia de la línea y de las consecuencias que implicaría un contacto.

⊕ **Si existe superposición** de ambas zonas deberá entenderse que existe posibilidad de contacto con la línea. En este caso, para obtener la situación de riesgo será preciso proceder según el apartado siguiente.

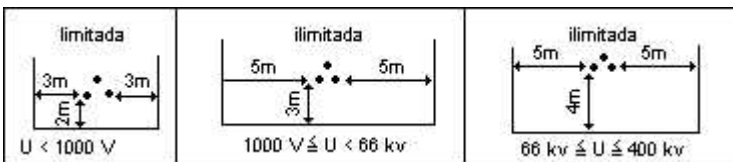
3.º Determinar la situación de riesgo existente.

8.- Tabla de clasificación de los trabajos con riesgo

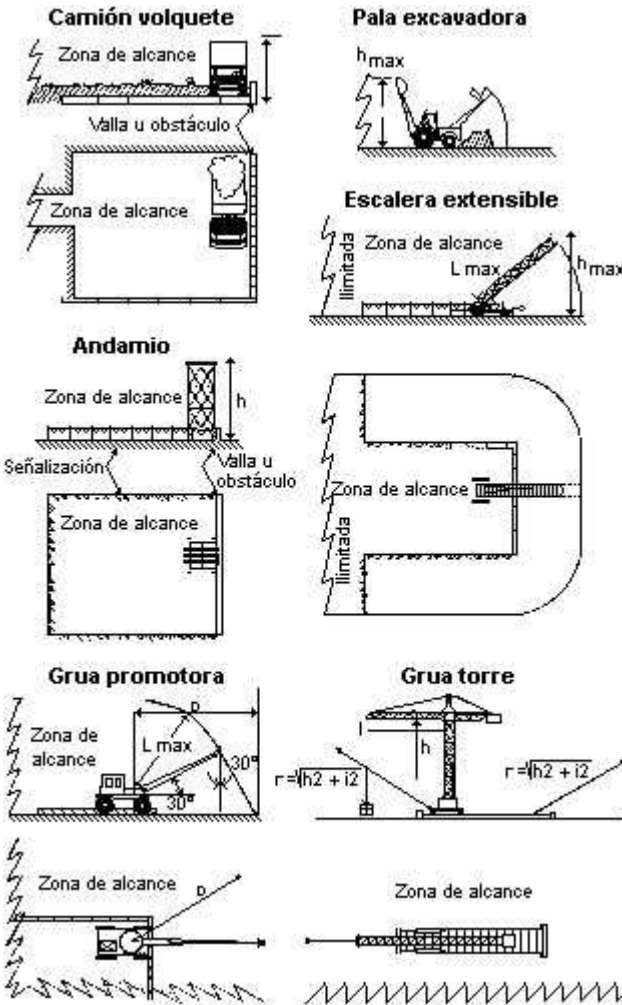
En la tabla de clasificación de los trabajos con riesgo se obtendrá la situación de riesgo correspondiente en función de la proximidad a la línea y la duración de los trabajos.

Cuadro de valoración

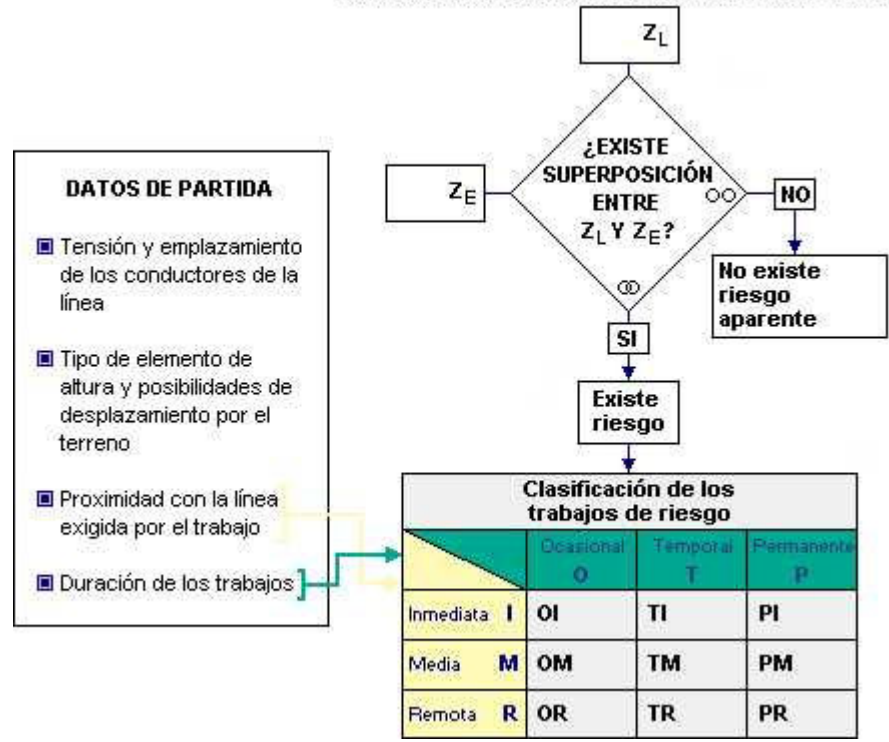
Tensión y emplazamiento de los conductores de línea



Tipo de elemento de altura y posibilidades de desplazamiento por el terreno



MÉTODO PARA VALORAR EL RIESGO DE CONTACTO



Clasificación de los trabajos de riesgo			
	Ocasional O	Temporal T	Permanente P
Inmediata I	OI	TI	PI
Media M	OM	TM	PM
Remota R	OR	TR	PR

Opción	Medidas de prevención	Métodos de trabajo / Medidas de información:				
		Realización de un proyecto de Seguridad	Requerir a la Cía. propietaria de la línea	Supervisión por el jefe del trabajo	Señalización de obstáculos, resguardos, líneas aisladas, etc.	Informar a los operarios.
OI	1ª	Descargo de la línea		Sí		Sí
	2ª	Traslado de la línea o conversión en subterránea		Sí		Sí (como medida complementaria).
	3ª	Aislar los conductores de la línea.	Sí	Sí		Sí (como medida complementaria). Sí
OM	1ª	Instalar dispositivos de seguridad	Sí			Sí (como medida complementaria). Sí
	2ª	Instalar resguardos entorno a la línea.	Sí	Sí		Sí (como medida complementaria). Sí
	3ª	Colocar obstáculos en el área de trabajo.	Sí			Sí (como medida complementaria). Sí
	4ª		Sí		Sí	Señalización de la zona de prohibición de la línea. Sí
	5ª **		Sí			Señalización de la zona de seguridad del elemento. Sí

			Realización de un proyecto de Seguridad	Requerir a la Cía. propietaria de la línea	Supervisión por el jefe del trabajo	Señalización de obstáculos, resguardos, líneas aisladas, etc.	Informar a los operarios.
OR	1ª		Sí		Sí	Señalización de la zona de prohibición de la línea	Sí
	2ª **		Sí			Señalización de la zona de seguridad del elemento.	Sí
TI	1ª	Descargo de la línea.		Sí		Sí (como medida complementaria).	Sí
	2ª	Traslado de la línea o conversión en subterránea		Sí		Sí (como medida complementaria).	
	3ª	Aislar los conductores de la línea.	Sí	Sí		Sí (como medida complementaria).	Sí

	Opción	Medidas de prevención	Métodos de trabajo / Medidas de información:				
			Realización de un proyecto de Seguridad	Requerir a la Cía. propietaria de la línea	Supervisión por el jefe del trabajo	Señalización de obstáculos, resguardos, líneas aisladas, etc.	Informar a los operarios.
TM	1ª	Traslado de la línea o conversión en subterránea.		Sí		Sí (como medida complementaria).	
	2ª	Aislar los conductores de la línea.	Sí	Sí		Sí (como medida complementaria)	Sí
	3ª	Instalar dispositivos de seguridad.	Sí			Sí (como medida complementaria)	Sí
	4ª	Instalar resguardos entorno a la línea.	Sí	Sí		Sí (como medida complementaria)	Sí
	5ª	Colocar obstáculos en el área de trabajo	Sí			Sí (como medida complementaria)	Sí
	6ª **		Sí			Señalización de la zona de seguridad del elemento	Sí

	Opción	Medidas de prevención	Métodos de trabajo / Medidas de información:				
			Realización de un proyecto de Seguridad	Requerir a la Cía. propietaria de la línea	Supervisión por el jefe del trabajo	Señalización de obstáculos, resguardos, líneas aisladas, etc.	Informar a los operarios.
TR	1ª	Traslado de la línea o conversión en subterránea.		Sí		Sí (como medida complementaria)	
	2ª	Aislar los conductores	Sí	Sí		Sí (como medida complementaria)	Sí

		de la línea.				
	3ª	Instalar resguardos entorno a la línea.	Sí	Sí		Sí (como medida complementaria) Sí
	4ª	Colocar obstáculos en el área de trabajo.	Sí			Sí (como medida complementaria) Sí
	5ª **		Sí			Señalización de la zona de seguridad del elemento Sí
PI	1ª	Traslado de la línea o conversión en subterránea.		Sí		
PM	1ª	Traslado de la línea o conversión en subterránea.		Sí		

	Opción	Medidas de prevención	Métodos de trabajo / Medidas de información:				
			Realización de un proyecto de Seguridad	Requerir a la Cía. propietaria de la línea	Supervisión por el jefe del trabajo	Señalización de obstáculos, resguardos, líneas aisladas, etc.	Informar a los operarios.
PR	1ª	Traslado de la línea o conversión en subterránea		Sí			
	2ª	Instalar dispositivos de seguridad	Sí			Sí (como medida complementaria)	Sí
	3ª	Instalar resguardos entorno a la línea.	Sí	Sí		Sí (como medida complementaria)	Sí
	4ª	Colocar obstáculos en el área de trabajo	Sí			Sí (como medida complementaria)	Sí

**** Sólo es aplicable cuando el elemento de altura es movido a mano (escaleras, andamios, etc.)**

Medidas de seguridad a adoptar

Para las diez situaciones de riesgo prefijadas se indican los diversos conjuntos de medidas correctoras que es posible adoptar (opciones aplicables).

Estos conjuntos de medidas, que corresponden a cada una de las líneas horizontales del cuadro de medidas de seguridad, determinan, en su correcta y global aplicación, un nivel de seguridad aceptable a un coste económico razonable.

Se indican todas las soluciones racionales que bajo los criterios ya expuestos se han estimado posibles. No obstante el carácter de este método es genérico y experimental por lo que el técnico o facultativo que lo aplique podrá optar por otras soluciones sin disminuir en ningún caso el nivel de seguridad que aquí se establece.

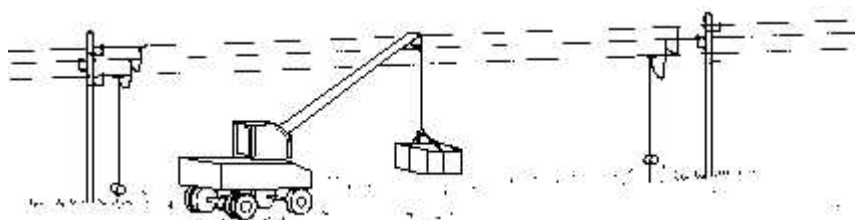
Medidas de prevención

9.- Descargo de la línea

La realización de esta medida correrá a cargo de la Cía. propietaria de la línea y consistirá en dejar la línea fuera de servicio con todos sus conductores en cortocircuito y puestos a tierra.

El Jefe del Trabajo (de la obra) exigirá antes de iniciar el trabajo que:

Hayan sido colocados equipos de puesta a tierra y cortocircuito en los conductores de la línea de forma visible desde el lugar del trabajo.



Se le entregue una confirmación escrita de que tal medida se ha llevado a cabo y de que no será retirada sin su conocimiento.

10.- Retirada de la línea o conversión en subterránea

La adopción de esta medida siempre estará condicionada a la aprobación de la Cía. propietaria de la línea, quien bajo el acuerdo que se establezca deberá encargarse de su realización.

11.- Aislar conductores

En el caso de líneas de Baja Tensión es posible aislar los conductores:

- Mediante vainas y caperuzas aislantes.
- Sustituyéndolos por conductores aislados de 1000 V de tensión nominal.

Cuando la colocación de estos elementos se realice en tensión se utilizarán guantes aislantes y cascos de seguridad y se realizará por personal especializado bajo vigilancia del Jefe del trabajo.

En el caso de líneas de Alta Tensión podrán sustituirse los conductores desnudos por conductores aislados en el tramo afectado.

La adopción de cualquiera de estas medidas estará condicionada a la autorización de la Cía. propietaria de la línea, quien además se encargará de llevarla a cabo.

Esta medida no implica que los elementos de altura puedan establecer contacto con los conductores aislados puesto que podrían dañar el aislamiento o derribar la línea por impacto. Únicamente permite que sea invadida la zona de prohibición de la línea y contactos accidentales cuando se trate de elementos de altura movidos a mano.

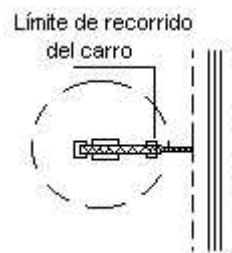
Frente a elementos de altura motorizados esta medida no tendrá sentido, salvo posibles

excepciones en que pueda justificarse la imposibilidad o inocuidad del contacto.

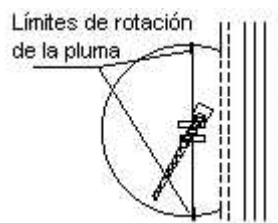
12.- Instalación dispositivos de seguridad

Podrá reducirse la zona de alcance del elemento de altura instalando dispositivos de seguridad que limiten el recorrido de sus partes móviles. Estos dispositivos suelen ser eléctricos, mecánicos o hidráulicos.

Por lo general esta medida sólo será aplicable a aquellos elementos de altura que operen inmovilizados sobre el terreno.



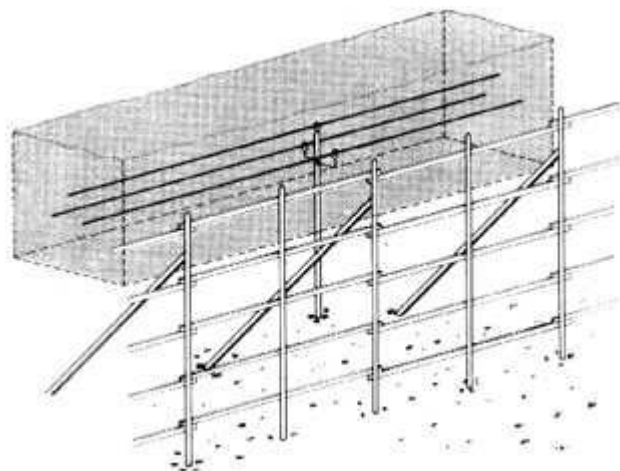
Reducción de la zona de alcance de la carga de una grúa torre mediante un dispositivo que limita el recorrido del carro por la pluma



Reducción de la zona de alcance de una grúa torre mediante un dispositivo que limita la rotación de la pluma

13.- Instalación de resguardos en torno a la línea

Esta medida consiste en instalar resguardos resistentes en torno a la línea de forma que impidan la invasión de su zona de prohibición por partes del elemento de altura o las cargas que transporta.



Para su instalación deberá tenerse en cuenta:

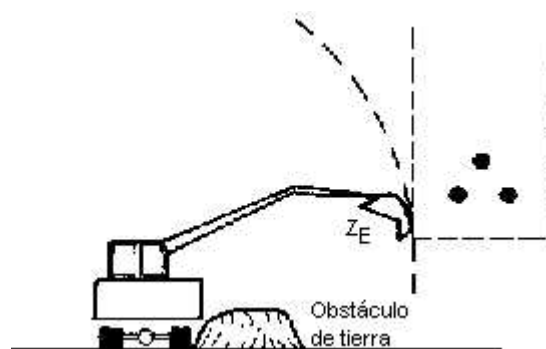
- Aprobación y supervisión de la Cía. propietaria de la línea.
- Su resistencia estructural estará justificada para hipótesis de viento e impacto. Si es preciso se arriostrarán con objeto de impedir un posible abatimiento sobre la línea.
- Para su instalación deberá efectuarse el descargo de la línea.
- Si tienen partes metálicas estarán puestas a tierra.

14.- Colocar obstáculos en el área de trabajo

Podrá reducirse la zona de alcance del elemento de altura colocando obstáculos en el terreno que limiten su movilidad e impidan que pueda invadir la zona de prohibición de la línea.

Los obstáculos se dimensionarán de acuerdo con las características del elemento de altura correspondiente de forma que no puedan ser rebasados inadvertidamente por el conductor mismo.

Podrán ser parterres, vallas, terraplenes, etc.



Métodos de trabajo y medidas de información

15.- Realización previa de un Proyecto de Seguridad

Preventivamente se considera que la realización de trabajos con elementos de altura en presencia de L.E.A. exige siempre un análisis previo de la situación que debe reflejarse en un Proyecto Técnico de Seguridad.

Este documento podrá realizarse de acuerdo con el método que establece la presente NTP:

- Valoración de la posibilidad de contacto.
- Determinación de medidas correctoras.
- Diseño de las medidas correctoras a que hubiera lugar.

16.- Requerir a la Cía. propietaria de la línea

Cuando la medida preventiva a adoptar conlleve una actuación sobre la línea eléctrica o en su proximidad inmediata (descargo, aislamiento, traslado, conversión en subterránea e

instalación de resguardos próximos) deberá gestionarse toda actuación con la Cía. propietaria de la misma, quien probablemente se encargará de llevarla a cabo o dará instrucciones pertinentes en su realización. En todo caso se le consultará para conocer la tensión de la línea y la altura de los conductores sobre el terreno.

17.- Supervisión por el Jefe del Trabajo

Esta medida consiste en que el Jefe del Trabajo supervisará y dirigirá las operaciones que se realicen con elementos de altura de **forma permanente**, ocupándose de que sean mantenidas las distancias necesarias para no invadir la **zona de prohibición de la línea**, que previamente habrá sido delimitada y señalizada. Se considera que esta medida es **preventivamente suficiente** sólo en trabajos que tengan una **duración ocasional** y se realicen a **distancias medias o remotas** de la línea.

En cualquier caso el Jefe del Trabajo estará al corriente de las medidas de seguridad adoptadas, velará periódicamente por su buen estado y por el correcto desarrollo del trabajo.

18.- Señalización y Balizamiento

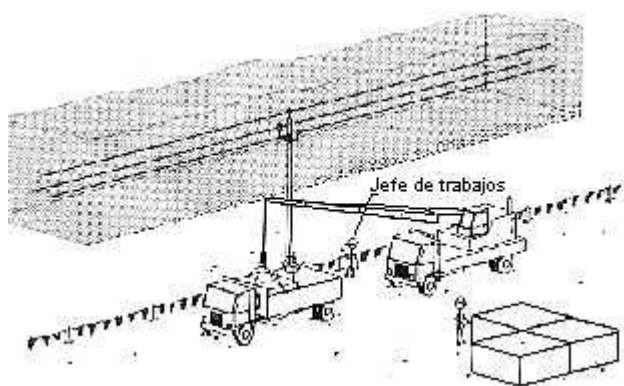
La señalización se efectuará mediante:

- Cintas o banderolas de color rojo.
- Señales de peligro o indicadores de altura máxima.
- Alumbrado de señalización para trabajos nocturnos.

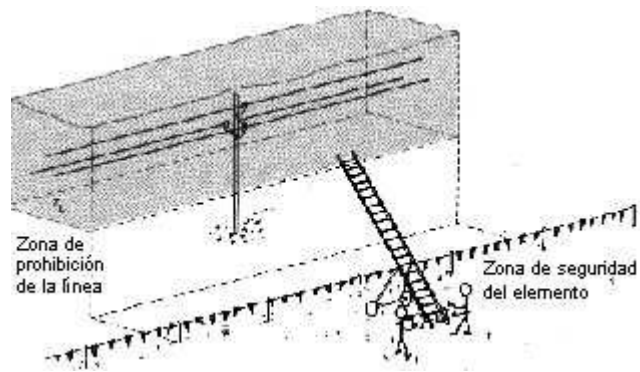
Esta medida deberá adoptarse obligatoriamente cuando:

(1) El trabajo se realice con supervisión permanente del Jefe del Trabajo y no exista ninguna medida de prevención que evite el riesgo de contacto (trabajos ocasionales).

En este caso se delimitará como mínimo la zona de prohibición de la línea.

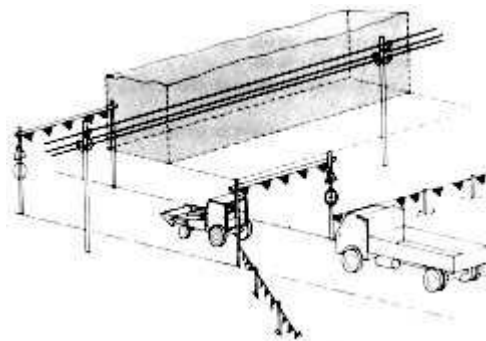


(2) El trabajo se realice sin supervisión permanente del Jefe del Trabajo y no exista ninguna medida de prevención que evite el riesgo de contacto (trabajos ocasionales o temporales con elementos de altura movidos a mano). En este caso se delimitará la zona de seguridad del elemento sobre el terreno.



(3) La medida tendrá un carácter complementario cuando hayan sido adoptadas medidas de prevención que eviten la posibilidad de contacto. En este caso podrán señalizarse si se estima conveniente:

- La zona de prohibición de la línea.
- Las líneas eléctricas aisladas.
- Las vallas, terraplenes, resguardos, etc.
- La zona de seguridad del elemento sobre el terreno cuando se hayan instalado dispositivos de seguridad.
- Etc.



También deberán señalizarse y balizarse los cruzamientos próximos de los accesos con líneas eléctricas aéreas, en los casos que se transite regularmente por ellos (movimientos de tierra, escombros, áridos, etc.).

19.- Informar a los operarios

En cualquier caso se informará a todas las personas implicadas en el trabajo acerca de:

- El riesgo existente por la presencia de la línea eléctrica.
- El modo de proceder en caso de accidente.

Esta información se extremará en las personas que manejan los elementos de altura o las cargas que transportan, debiendo conocer además la zona de prohibición de la línea y la zona de alcance del elemento de altura.

¿Qué hacer en caso de accidente?

El conductor

- Permanecerá en la cabina y maniobrá haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque a los neumáticos que permanezcan hinchados si la línea es de alta tensión.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, **permanecerá en la cabina** indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y **se ve forzado a abandonarlo** podrá hacerlo:
- **Comprobando que no existen cables de la línea caídos** en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- **Descenderá de un salto**, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

Las personas presentes

- Se alejarán del lugar **no intentando socorrer de inmediato a los accidentados** si los hubiera.
- Si el contacto con la línea persiste o se ha roto algún cable, **avisarán a la Cía. eléctrica para que desconecte la línea.**
- Si hay accidentados solicitarán ayuda médica y ambulancia.

Auxilio a los accidentados

En líneas de alta tensión

Únicamente cuando el contacto con la línea haya cesado.

Si hay cables caídos cerca del accidentado, únicamente cuando la compañía eléctrica la haya desconectado.

Aunque aparentemente la corriente haya cesado (al no apreciarse chisporroteos en los cables), volverá a aparecer al cabo de pocos minutos, puesto que automáticamente las líneas vuelven a conectarse después de un fallo.

En líneas de baja tensión

Si persiste el contacto o hay cables caídos podrán socorrerse usando objetos aislantes: palos de madera, improvisando guantes aislantes mediante bolsas de plástico, etc.

Advertencia

© INSHT