



JUNTA DE ANDALUCÍA

Agencia de Medio Ambiente y Agua
**CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO**

SEGURIDAD DE LOS TRABAJOS FORESTALES BAJO LÍNEAS ELÉCTRICAS

SEGURIDAD EN EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES BAJO LÍNEAS ELÉCTRICAS

Francisco Peña Álvarez

OBJETIVOS

Informar de los Riesgos que conlleva la Extinción de Incendios Forestales Bajo Líneas Eléctricas

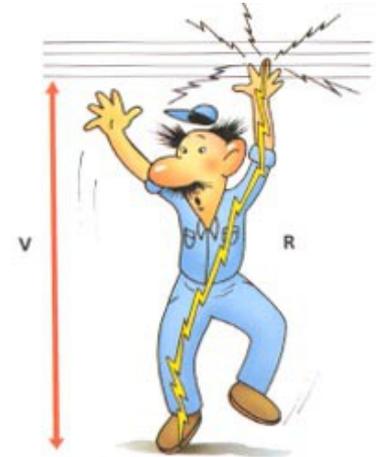
- **Establecer Pautas de Trabajo Seguras Durante la Extinción de Incendios**
- **Mejorar la Planificación de Actuaciones, Aislando o Minimizando el Riesgo Eléctrico**

DEFINICIONES

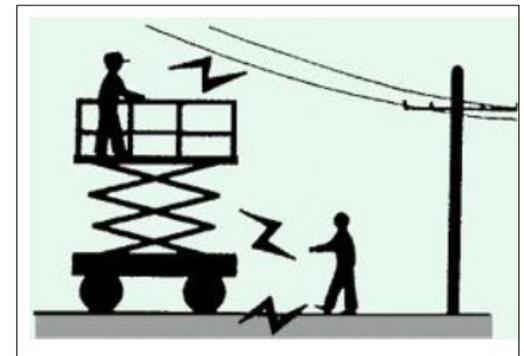
• Contacto Eléctrico

Hecho de cerrar un circuito eléctrico al unirse dos elementos entre los cuales exista un diferencial de potencial

Directo



• Indirecto



EFFECTOS DEL PASO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA POR UN ÁRBOL



EFFECTOS DEL PASO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA POR UN ÁRBOL







EL ARCO ELÉCTRICO

Violenta descarga de energía térmica procedente de una fuente eléctrica

- **Ocasiona quemaduras, lesiones de gravedad o irreversible incluso la muerte**
- **Implica un riesgo constante cuando se trabaja en las proximidades de instalaciones eléctricas cuya tensión supere los 250 voltios.**



ACCIDENTE ELECTRICICO

• Ley de Ohm $I = V / R$

Cuando a través del cuerpo humano circula la corriente eléctrica, se comporta como una resistencia y, de acuerdo con la ley de Ohm, la intensidad de corriente de paso vendrá determinada por:

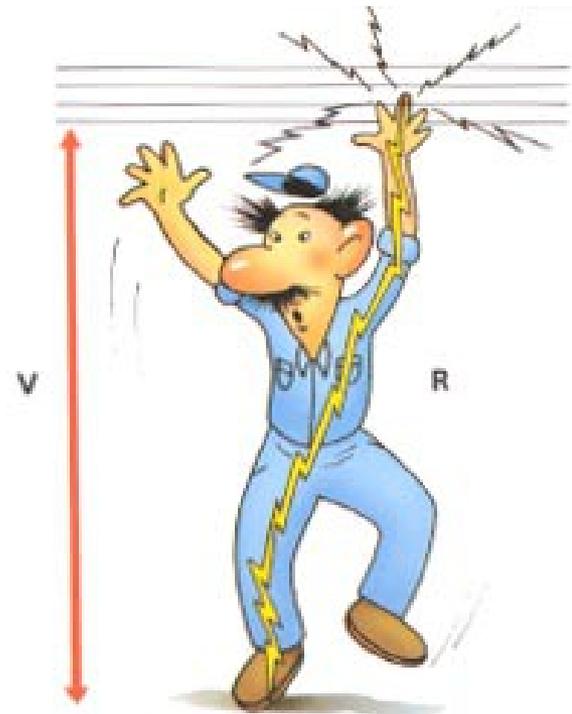
$$I = V / R$$

Siendo:

I: intensidad de corriente que pasa por el cuerpo humano (Amperios).

R: resistencia que opone el cuerpo al paso de la corriente (Ohmios).

V: tensión de contacto entre el punto de entrada de la corriente y el de salida (voltios)



ACCIDENTE ELECTRICO. FACTORES



**FACTORES
TÉCNICOS**

- Intensidad de la corriente
- Tiempo de exposición
- Trayectoria de la corriente por el cuerpo
- Corriente Alterna/Continua
- Resistencia eléctrica del cuerpo
- Tensión aplicada



**FACTORES
HUMANOS**

- Edad
- Enfermedades
- Estado emocional
- Experiencia

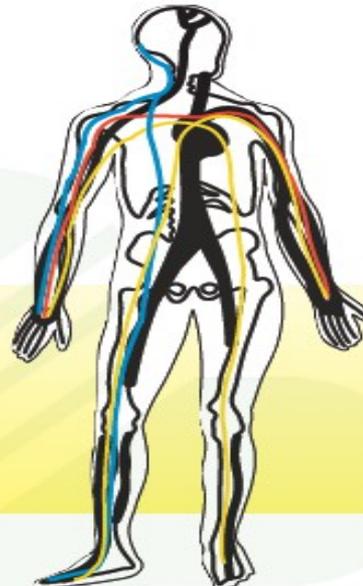
ACCIDENTE ELECTRICO. EFECTOS

INTENSIDAD	EFECTOS EN EL CUERPO HUMANO
De 1 a 3 mA	Un organismo normal percibe un picor sin peligro (umbral de percepción).
A partir de 5 mA	Un contacto prolongado puede provocar movimientos bruscos en ciertas personas.
A partir de 10 mA	Comienzan las contracciones musculares y tetanización (rigidez y tensión convulsiva) de los músculos de la mano y del brazo, pudiendo ocasionar que la piel se quede pegada a los puntos de contacto con las partes bajo tensión (fenómeno de agarrotamiento).
Por encima de 25 mA	En un contacto de más de 2 minutos, si el paso de la corriente es por la región del corazón, se puede producir una tetanización del músculo del pecho, pudiendo llegar a sufrir la asfixia por bloqueo muscular de la caja torácica.
Entre 30 a 50 mA	Se puede producir la fibrilación ventricular si la corriente atraviesa la región cardíaca, produciendo la muerte, si el accidentado no es atendido en pocos minutos.
Entre 2 y 3 A	Sobreviene la parada respiratoria, inconsciencia, aparecen marcas visibles.
Para intensidades superiores a los 3 A	Las consecuencias son quemaduras graves y puede ser la muerte.

RECORRIDO DE LA CORRIENTE ATRAVÉS DEL CUERPO

La gravedad del accidente depende del recorrido que la corriente sigue a través del cuerpo, por ello podríamos decir que **cuando en el recorrido de la corriente existe un órgano vital del cuerpo, éste recorrido va a ser mucho más peligroso** que otro que no afecte a ninguno de éstos órganos (corazón, cerebro, pulmón, etc.). En general, los recorridos más peligrosos son:

- ✓ **Mano derecha o izquierda a pie izquierdo o derecho.**
- ✓ **Mano a mano pasando por el pecho.**
- ✓ **Cabeza a mano o a pie.**



Dependiendo de la **fortaleza y agilidad** de la persona, el efecto del paso de corriente **varía sensiblemente**. La posibilidad de electrocución, aumenta en las personas al elevarse factores tan dispares como:

- ✓ **El nerviosismo, la fatiga, la presencia de problemas cardíacos, etc.**
- ✓ **La cantidad de alcohol que se haya ingerido...**

SEGURIDAD. LA CORRIENTE ELÉCTRICA

- La electricidad circulará siempre por el camino de menor resistencia y **su tendencia natural es descargar a tierra, al suelo**
- Si por algún motivo, la electricidad encuentra un camino de menor resistencia, **saldrá de los conductores para seguir ese camino, produciendo un corto circuito (entre dos conductores) o una descarga a tierra (entre un conductor y el suelo).**

SEGURIDAD. LA CORRIENTE ELÉCTRICA

- Cuanto mayor es la tensión de la línea, con más facilidad **la electricidad buscará un camino alternativo** (por eso los apoyos de alta tensión son más altos y los aisladores más largos que los de las líneas de media tensión)
- Si se establece un camino entre el suelo y alguno de los conductores (árbol, chorro de agua de una manguera, etc.), que toque o **se aproxime lo suficiente a éstos, la electricidad saldrá de la línea y descargará a tierra, afectando a toda persona que esté cerca**

SEGURIDAD. LA CORRIENTE ELÉCTRICA

- Cuanto mayor es la tensión de la línea, con más facilidad **la electricidad buscará un camino alternativo** (por eso los apoyos de alta tensión son más altos y los aisladores

NO ES NECESARIO LLEGAR A TOCAR UN CONDUCTOR PARA QUE OCURRA UNA DESCARGA, BASTARÁ CON ACERCARSE LO SUFICIENTE.

conductores (árbol, chorro de agua de una manguera, etc.), que toque o **se aproxime lo suficiente a éstos, la electricidad saldrá de la línea y descargará a tierra, afectando a toda persona que esté cerca**

SEGURIDAD. CONDICIÓN DE MÁXIMA SEGURIDAD

- Ante la necesidad de actuar cerca de cualquier instalación eléctrica, debe considerarse como **CONDICIÓN de MÁXIMA SEGURIDAD que EXISTE TENSIÓN**, salvo que se garantice lo contrario de forma expresa

SEGURIDAD. CONDICIÓN DE MÁXIMA SEGURIDAD

- Ante la necesidad de actuar cerca de cualquier

**A MENOS QUE USTED ESTÉ INFORMADO DE LO CONTRARIO,
PRESUMA QUE LAS LINEAS ESTAN ELECTRIFICADAS**

expresa

SEGURIDAD. DISTANCIA DE SEGURIDAD

- Cualquier actividad que se ejecute en las proximidades de instalaciones eléctricas debe **respetar de forma inexcusable la DISTANCIA DE SEGURIDAD**

SEGURIDAD. DISTANCIA DE SEGURIDAD

- Cualquier actividad que se ejecute en las proximidades de instalaciones eléctricas debe

D: Distancia de seguridad, es la distancia que rodea a cualquier elemento en tensión y que, para evitar una descarga eléctrica, no debe invadirse por ninguna persona ni por ningun objeto .

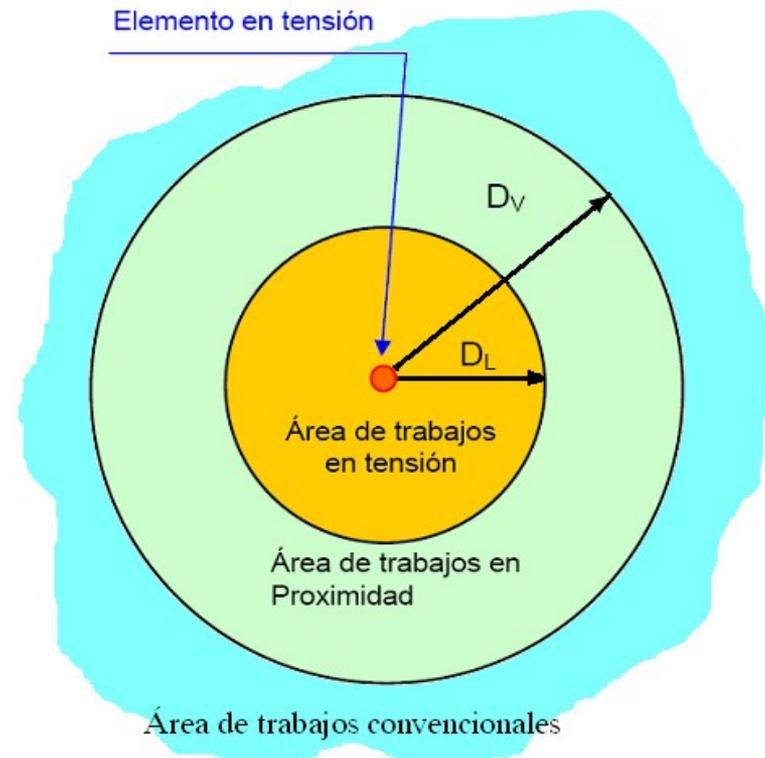
SEGURIDAD. DISTANCIA DE SEGURIDAD

- Según RD 614/2001

D_L	D_V	Tensión nominal (U_n)
3,5 m.	7 m.	$400 \text{ kV} \geq U_n > 220 \text{ kV}$
2,5 m.	5 m.	$220 \text{ kV} \geq U_n > 132 \text{ kV}$
1,5 m.	5 m.	$132 \text{ kV} \geq U_n > 66 \text{ kV}$
1,0 m.	3 m.	$66 \text{ kV} \geq U_n$

D_L = distancia que define el límite exterior del Área de Trabajos en Tensión

D_V = distancia que define el límite exterior del Área de Trabajos en Proximidad



SEGURIDAD. DISTANCIA DE SEGURIDAD

- Según RD 614/2001

DL	D _n	Tensión nominal (U _n)
3,5 m.		
2,5 m.		
1,5 m.		
1,0 m.		

**DISTANCIA DE SEGURIDAD EN
CONDICIONES DE MAYOR
CONDUCTIVIDAD
(presencia de agua, tormentas,
humo, uso de productos químicos en
la extinción del incendio, etc)**

D = 10 m

DL = distancia de seguridad
del Área de Trabajos en Tensión

DV = distancia que define el límite exterior
del Área de Trabajos en Proximidad

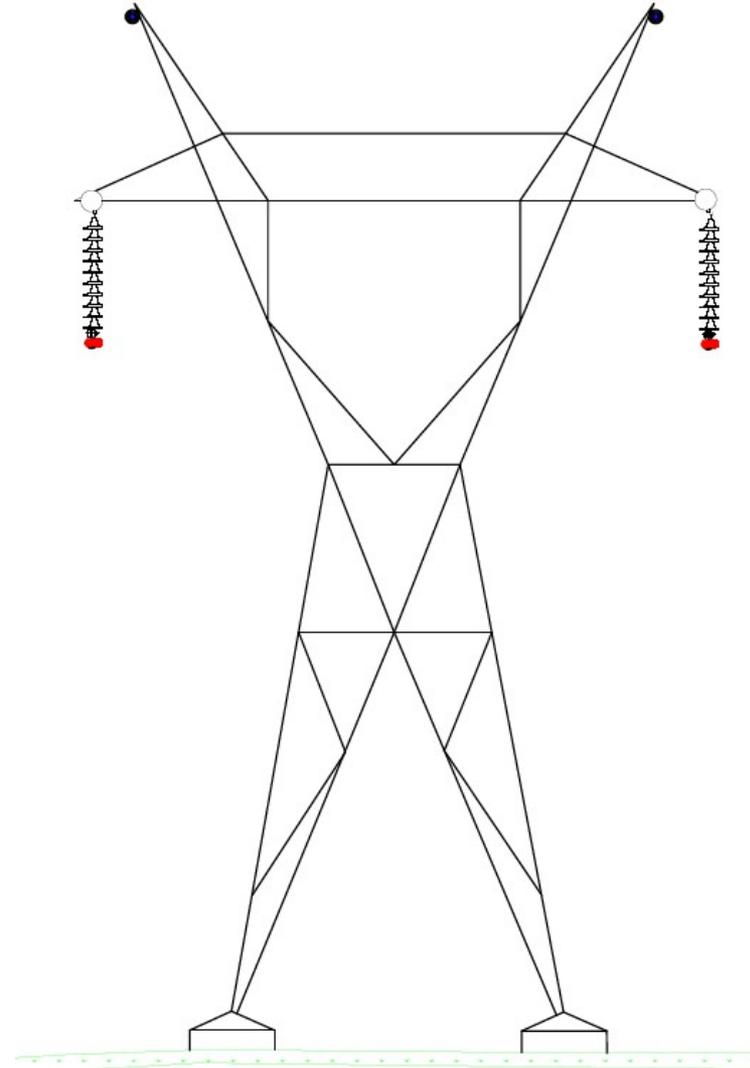
Elemento en tensión



Área de trabajos convencionales

SEGURIDAD. ZONA DE PELIGRO

Zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión cuya invasión supone un riesgo grave de producir un contacto directo o un arco eléctrico con el elemento en tensión

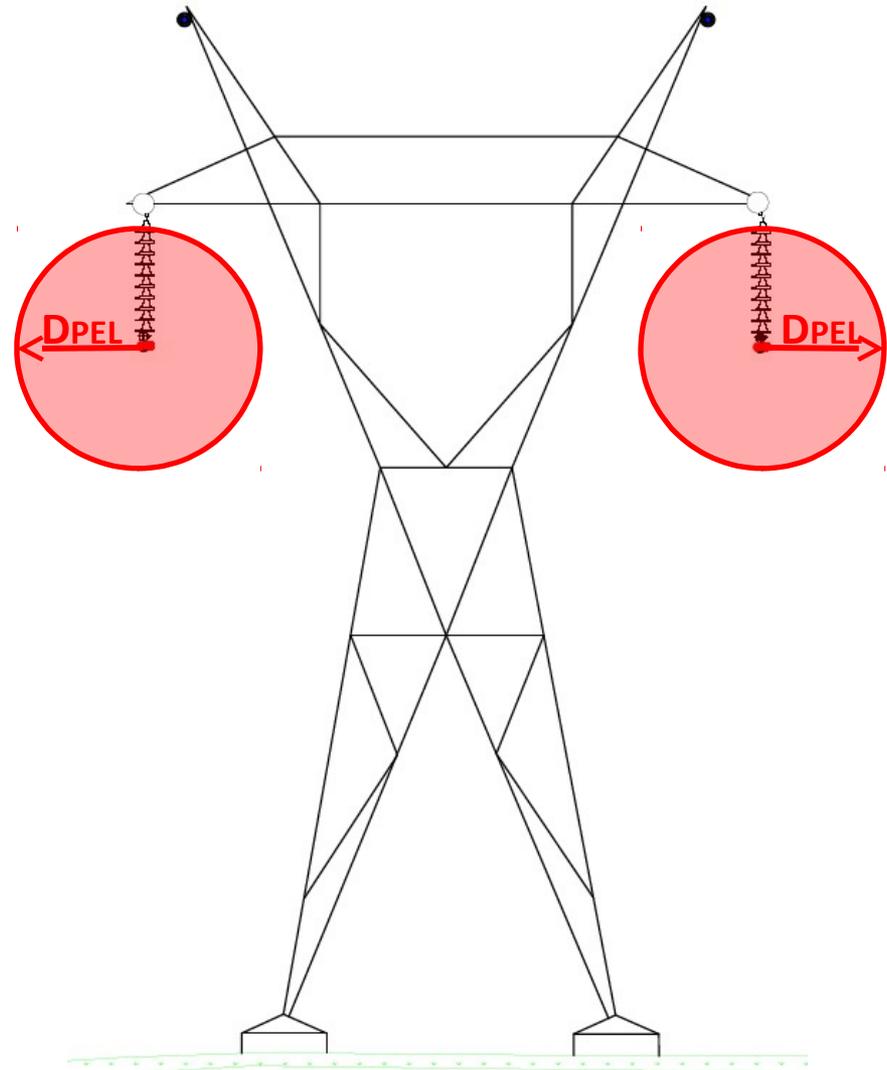


SEGURIDAD. ZONA DE PELIGRO

- Según RD 614/2001

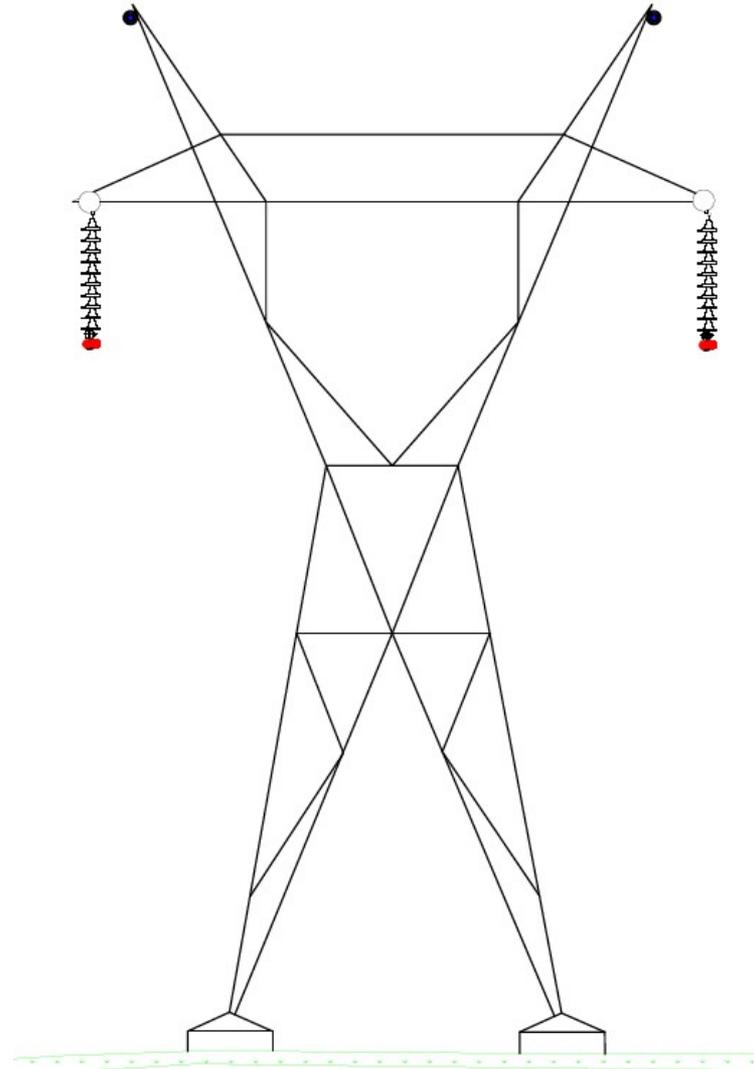
Zona de
riesgo
de
electrocución

Tensión nominal (kV) entre fases	DPEL (m)
1 kV	0,50
3 kV	0,80
6 kV	0,80
10 kV	0,80
15 kV	0,90
20 kV	0,95
25 kV	1,00
30 kV	1,10
45 kV	1,20
50 kV	1,30
66 kV	1,40
110 kV	1,80
132 kV	2,00
220 kV	3,00
400 kV	4,00



SEGURIDAD. ZONA DE PROXIMIDAD

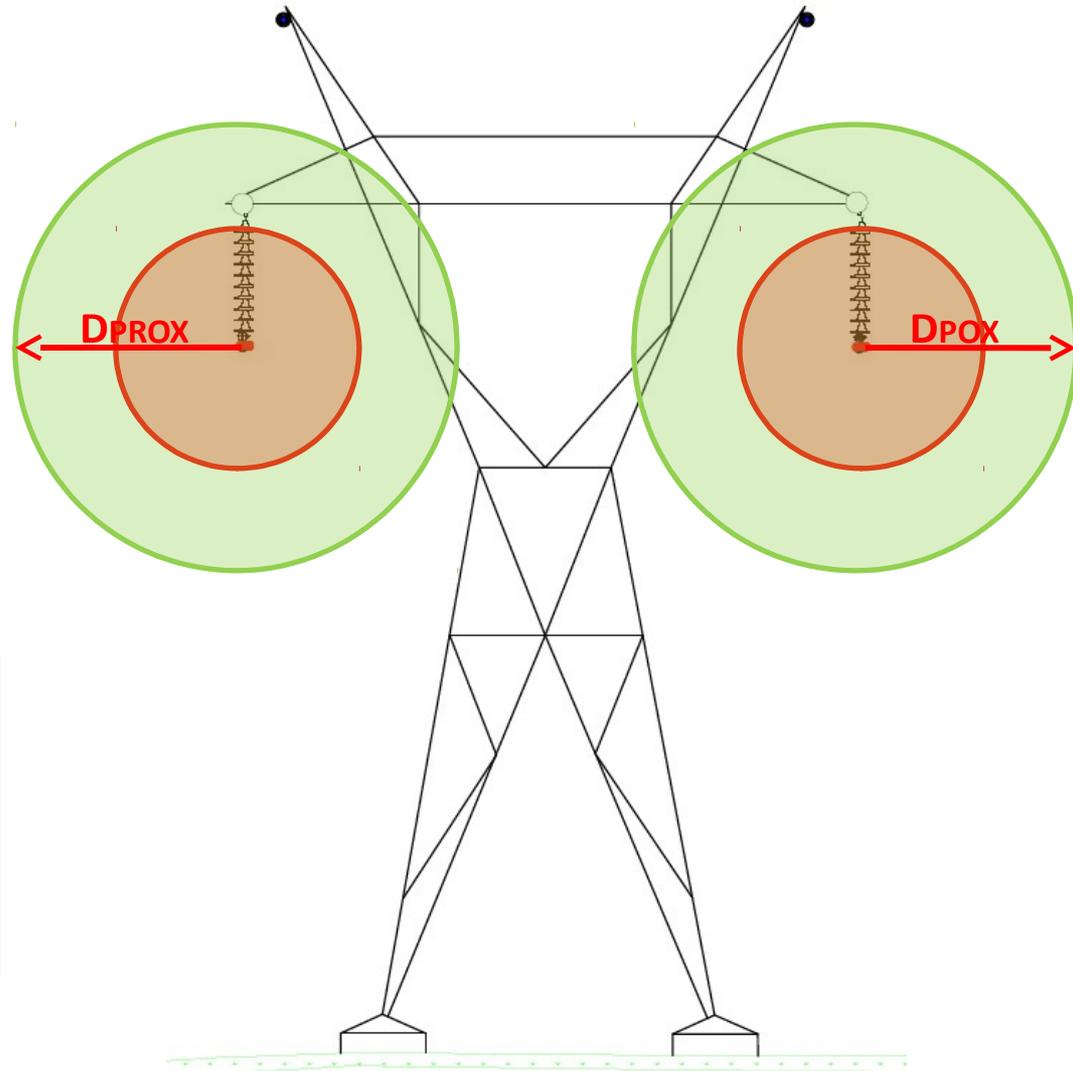
Espacio delimitado alrededor de la zona de peligro que no debe invadirse



SEGURIDAD. ZONA DE PROXIMIDAD

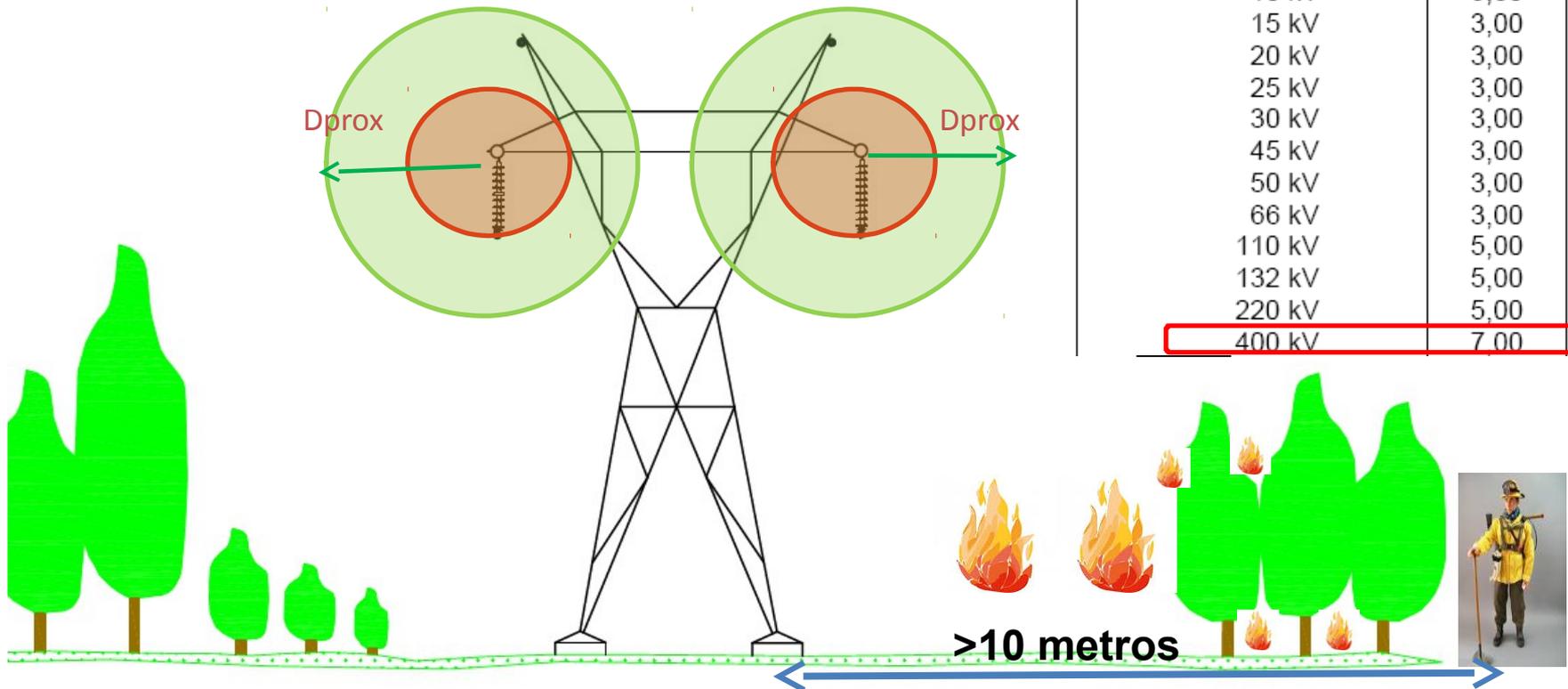
• Según RD 614/2001

Tensión nominal (kV) entre fases	Dprox (m)
1 kV	3,00
3 kV	3,00
6 kV	3,00
10 kV	3,00
15 kV	3,00
20 kV	3,00
25 kV	3,00
30 kV	3,00
45 kV	3,00
50 kV	3,00
66 kV	3,00
110 kV	5,00
132 kV	5,00
220 kV	5,00
400 kV	7,00



SEGURIDAD. CASOS PRÁCTICOS

- **Caso A. No se invade la Distancia de Proximidad**



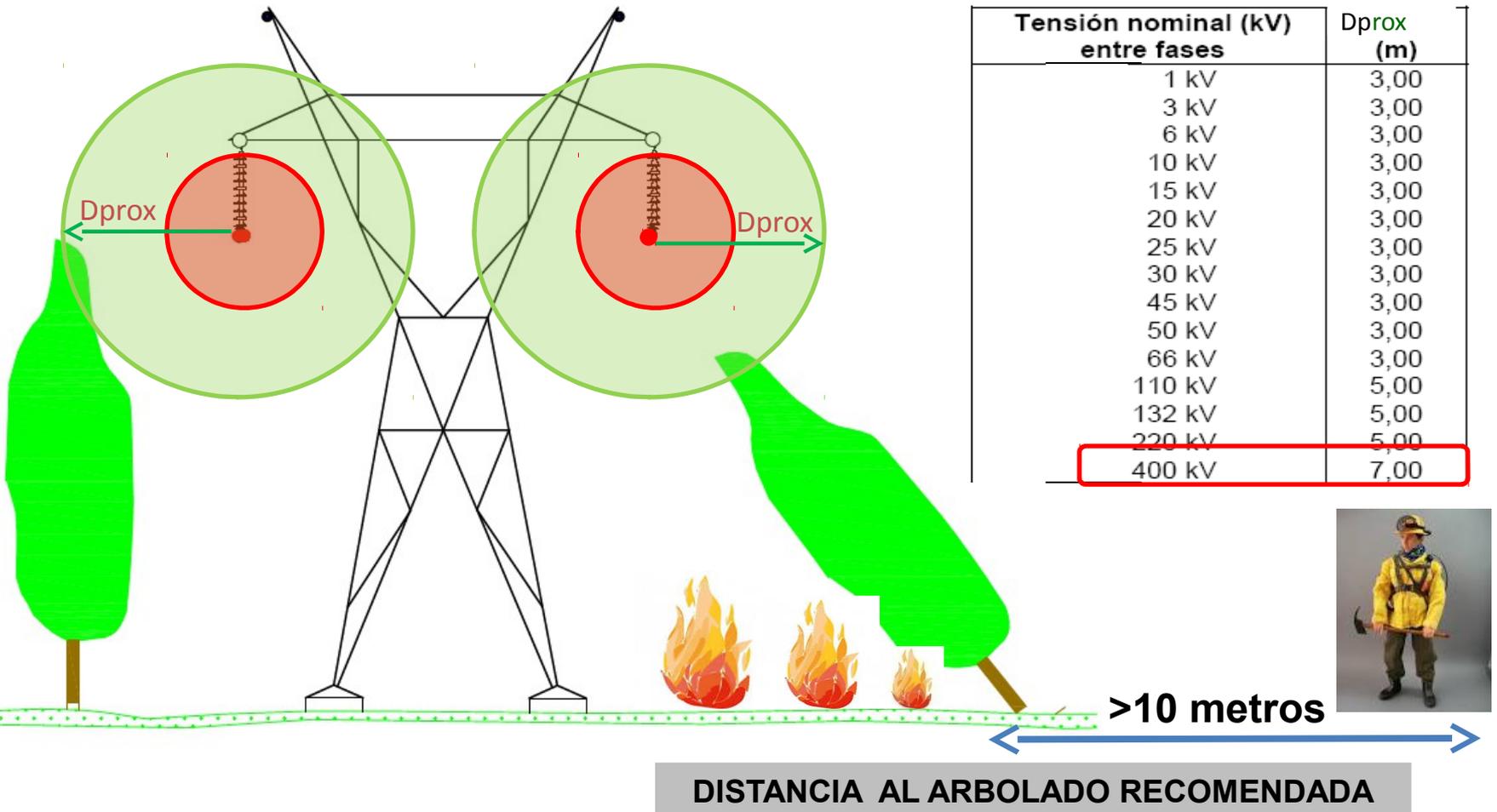
Tensión nominal (kV) entre fases	Dprox (m)
1 kV	3,00
3 kV	3,00
6 kV	3,00
10 kV	3,00
15 kV	3,00
20 kV	3,00
25 kV	3,00
30 kV	3,00
45 kV	3,00
50 kV	3,00
66 kV	3,00
110 kV	5,00
132 kV	5,00
220 kV	5,00
400 kV	7,00

DISTANCIA A LOS APOYOS RECOMENDADA

SIN RIESGO ELÉCTRICO

SEGURIDAD. CASOS PRÁCTICOS

• Caso B. Se invade la Zona de Proximidad



SEGURIDAD. CASOS PRÁCTICOS

- **Caso B. Se invade la Zona de Proximidad**

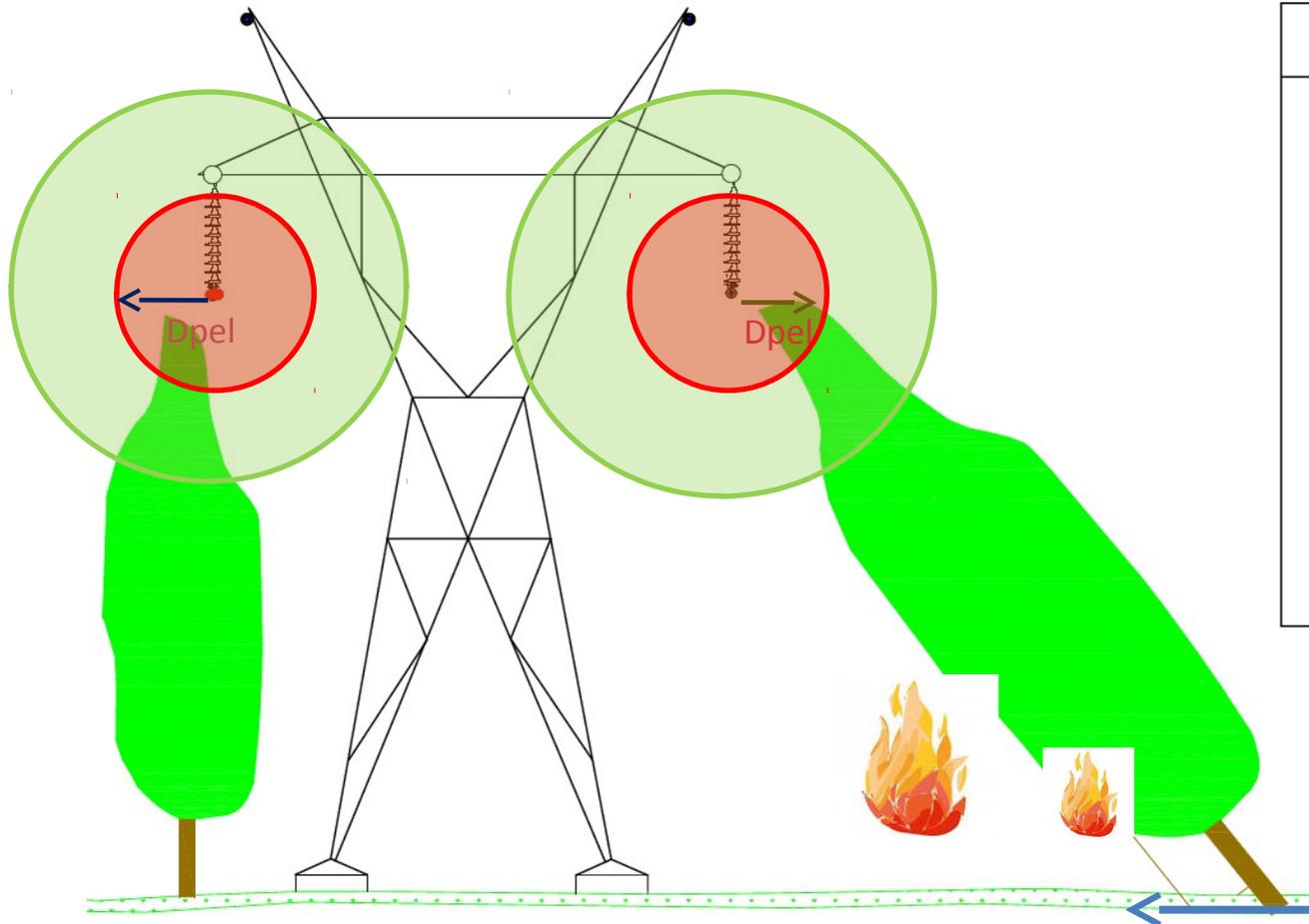
The diagram shows a power line tower with two insulators. Each insulator has a red circle representing the 'Zona de Proximidad' (proximity zone), with a green arrow labeled 'Dprox' pointing to it. A grey box with the text 'PLANIFICAR LOS TRABAJOS – NO INVADIR LA ZONA DE PROXIMIDAD' is overlaid on the diagram. Below the tower, there are several trees, some of which are on fire. A blue double-headed arrow indicates a distance of '>10 metros' from the trees to the tower. A small inset image shows a worker in a yellow safety suit and helmet.

Tensión nominal (kV) entre fases	Dprox (m)
1 kV	3,00
3 kV	3,00
6 kV	3,00
10 kV	3,00
15 kV	3,00
30 kV	3,00
66 kV	3,00
110 kV	5,00
132 kV	5,00
220 kV	5,00
400 kV	7,00

DISTANCIA AL ARBOLADO RECOMENDADA

SEGURIDAD. CASOS PRÁCTICOS

- **Caso C. Se invade la Zona de Peligro**



Tensión nominal (kV) entre fases	DPEL (m)
1 kV	0,50
3 kV	0,80
6 kV	0,80
10 kV	0,80
15 kV	0,90
20 kV	0,95
25 kV	1,00
30 kV	1,10
45 kV	1,20
50 kV	1,30
66 kV	1,40
110 kV	1,80
132 kV	2,00
220 kV	3,00
----- 400 kV	4,00

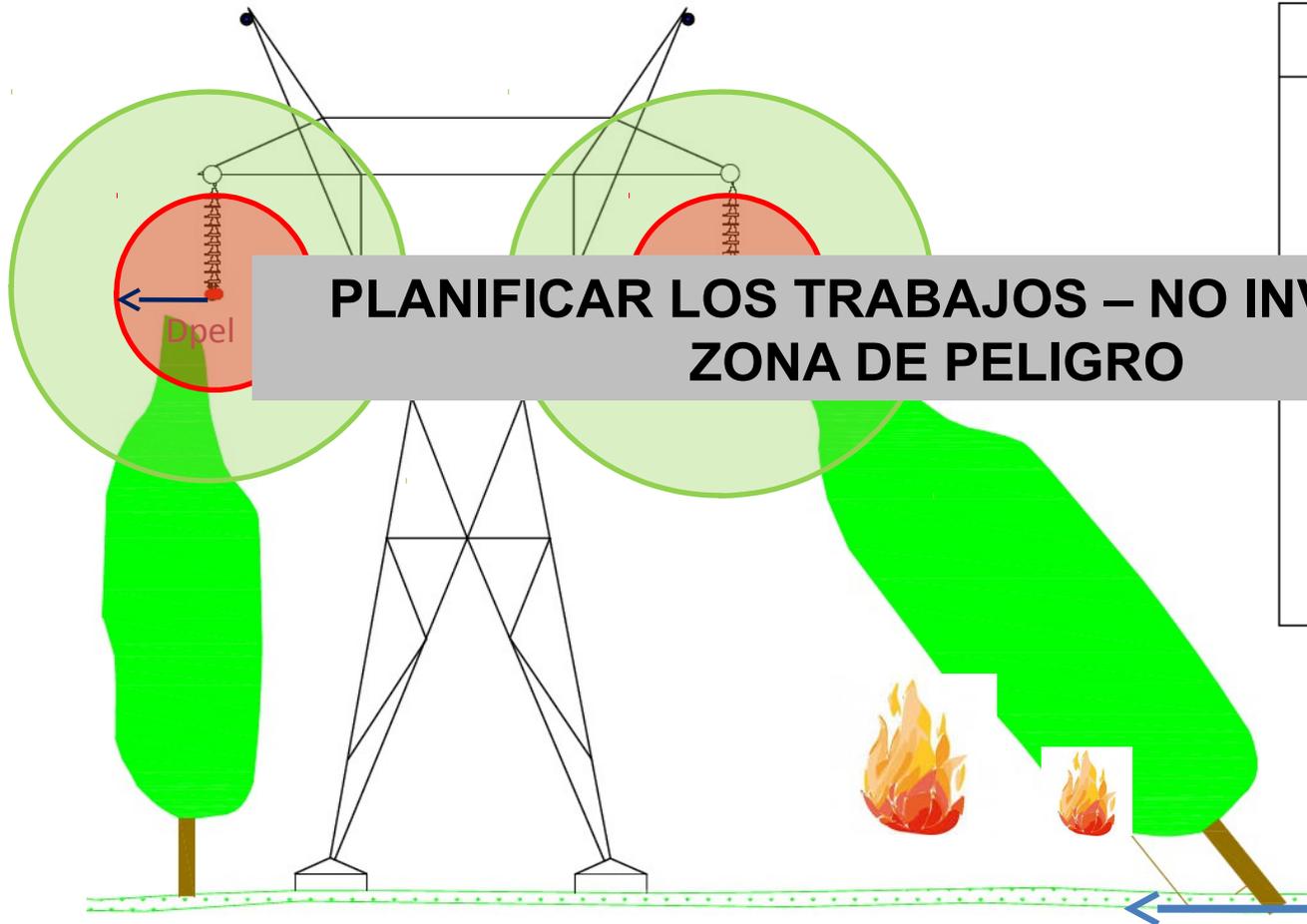


>10 metros

DISTANCIA AL ARBOLADO RECOMENDADA

SEGURIDAD. CASOS PRÁCTICOS

- **Caso C. Se invade la Zona de Peligro**



Tensión nominal (kV) entre fases	DPEL (m)
1 kV	0,50
3 kV	0,80
6 kV	0,80
10 kV	0,80
15 kV	0,90
	0,95
	1,00
	1,10
	1,20
50 kV	1,30
66 kV	1,40
110 kV	1,80
132 kV	2,00
220 kV	3,00
----- 400 kV	4,00

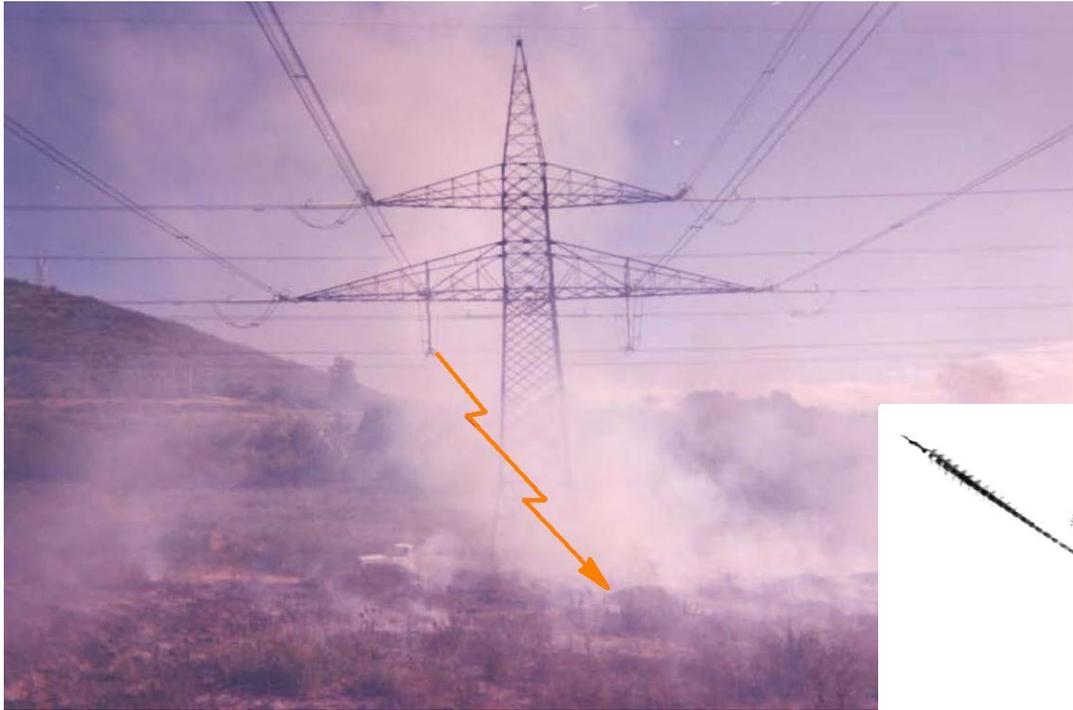


DISTANCIA AL ARBOLADO RECOMENDADA

RIESGO PARA LOS EQUIPOS DE EXTINCIÓN

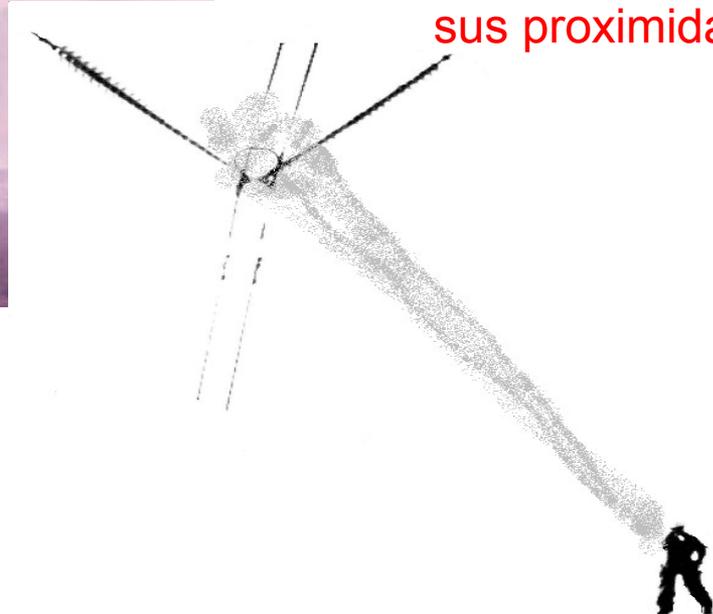
- El personal que realiza las operaciones de combate de incendios en terrenos **cerca de líneas eléctricas** pueden estar expuestos a los peligros de descarga eléctrica por los siguientes casos:
- **Humo** que se carga y que sirve de conductor para la energía eléctrica.
- **Aplicaciones de chorros de agua** compactos sobre líneas eléctricas o alrededor de los mismos.

RIESGO PARA LOS EQUIPOS DE EXTINCIÓN



El humo es conductor

**No arrojar agua sobre
elementos en tensión o
sus proximidades**



CONSIDERACIONES OPERATIVAS

- Nadie se aproximará a una instalación eléctrica de alta tensión violando las distancias de seguridad indicadas ni aproximará ningún tipo de utillaje, vehículos, chorros de agua, etc. a menos de las distancias indicadas.
- Cualquier elemento que invada la Zona de Proximidad (árboles, grúas, antenas, pértigas, camiones, etc.) deberá considerarse en tensión y por tanto, la distancia de seguridad con respecto a ellos deberá ser igualmente respetada.
- El uso de productos químicos en la extinción de los incendios daña la estructura de conductores y apoyos, además altera la capacidad aislante de las cadenas de aisladores por lo que deberá respetarse la distancia de seguridad también a los apoyos.

CONSIDERACIONES OPERATIVAS

- Nadie se aproximará a una instalación eléctrica de alta tensión violando las distancias de seguridad indicadas ni aproximará ningún tipo de utillaje, vehículos, chorros de agua, etc. a menos de las distancias indicadas.
- Cualquier elemento que invada la Zona de Proximidad (árboles, grúas, antenas, pértigas, camiones, etc.) deberá considerarse en tensión y por tanto, la distancia de seguridad con respecto a ellos deberá ser igualmente respetada.
- El uso de productos químicos en la extinción de los incendios daña la estructura de conductores y apoyos, además altera la capacidad aislante de las cadenas de aisladores por lo que deberá respetarse la distancia de seguridad también a los apoyos.

CONSIDERACIONES OPERATIVAS

- Nadie se aproximará a una instalación eléctrica de alta tensión violando las distancias de seguridad indicadas ni aproximará ningún tipo de utillaje, vehículos, chorros de agua, etc. a menos de las distancias indicadas.
- Cualquier elemento que invada la Zona de Proximidad (árboles, grúas, antenas, pértigas, camiones, etc.) deberá considerarse en tensión y por tanto, la distancia de seguridad con respecto a ellos deberá ser igualmente respetada.
- El uso de productos químicos en la extinción de los incendios daña la estructura de conductores y apoyos, además altera la capacidad aislante de las cadenas de aisladores por lo que deberá respetarse la distancia de seguridad también a los apoyos.

CONSIDERACIONES OPERATIVAS

- No realizar descargas de medios aéreos directamente sobre tendidos eléctricos. Los lanzamientos de agua y retardantes se realizarán al menos a 30 m de distancia de las líneas eléctricas. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de deriva por viento
- No realizar operaciones de embarque-desembarque de helicópteros en puntos próximos a líneas eléctricas
- Si las llamas afectan directamente a los conductores, pueden dañar las sujeciones de la línea a los apoyos y caer los conductores al suelo
- Deben extremarse las precauciones y no invadir el espacio bajo las líneas, tanto en la zona del incendio como en vanos adyacentes (en condiciones muy adversas de daños por el fuego, la caída de conductores en un vano podría arrastrar al suelo a los conductores de vanos contiguos).
- Nunca tocar un conductor caído en el suelo.

CONSIDERACIONES OPERATIVAS

- No realizar descargas de medios aéreos directamente sobre tendidos eléctricos. Los lanzamientos de agua y retardantes se realizarán al menos a 30 m de distancia de las líneas eléctricas. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de deriva por viento
- No realizar operaciones de embarque-desembarque de helicópteros en puntos próximos a líneas eléctricas
- Si las llamas afectan directamente a los conductores, pueden dañar las sujeciones de la línea a los apoyos y caer los conductores al suelo
- Deben extremarse las precauciones y no invadir el espacio bajo las líneas, tanto en la zona del incendio como en vanos adyacentes (en condiciones muy adversas de daños por el fuego, la caída de conductores en un vano podría arrastrar al suelo a los conductores de vanos contiguos).
- Nunca tocar un conductor caído en el suelo.

CONSIDERACIONES OPERATIVAS

- No realizar descargas de medios aéreos directamente sobre tendidos eléctricos. Los lanzamientos de agua y retardantes se realizarán al menos a 30 m de distancia de las líneas eléctricas. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de deriva por viento
- No realizar operaciones de embarque-desembarque de helicópteros en puntos próximos a líneas eléctricas
- Si las llamas afectan directamente a los conductores, pueden dañar las sujeciones de la línea a los apoyos y caer los conductores al suelo
- Deben extremarse las precauciones y no invadir el espacio bajo las líneas, tanto en la zona del incendio como en vanos adyacentes (en condiciones muy adversas de daños por el fuego, la caída de conductores en un vano podría arrastrar al suelo a los conductores de vanos contiguos).
- Nunca tocar un conductor caído en el suelo.

CONSIDERACIONES OPERATIVAS

- No realizar descargas de medios aéreos directamente sobre tendidos eléctricos. Los lanzamientos de agua y retardantes se realizarán al menos a 30 m de distancia de las líneas eléctricas. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de deriva por viento
- No realizar operaciones de embarque-desembarque de helicópteros en puntos próximos a líneas eléctricas
- Si las llamas afectan directamente a los conductores, pueden dañar las sujeciones de la línea a los apoyos y caer los conductores al suelo
- Deben extremarse las precauciones y no invadir el espacio bajo las líneas, tanto en la zona del incendio como en vanos adyacentes (en condiciones muy adversas de daños por el fuego, la caída de conductores en un vano podría arrastrar al suelo a los conductores de vanos contiguos).
- Nunca tocar un conductor caído en el suelo.

CONSIDERACIONES OPERATIVAS

- No realizar descargas de medios aéreos directamente sobre tendidos eléctricos. Los lanzamientos de agua y retardantes se realizarán al menos a 30 m de distancia de las líneas eléctricas. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de deriva por viento
- No realizar operaciones de embarque-desembarque de helicópteros en puntos próximos a líneas eléctricas
- Si las llamas afectan directamente a los conductores, pueden dañar las sujeciones de la línea a los apoyos y caer los conductores al suelo
- Deben extremarse las precauciones y no invadir el espacio bajo las líneas, tanto en la zona del incendio como en vanos adyacentes (en condiciones muy adversas de daños por el fuego, la caída de conductores en un vano podría arrastrar al suelo a los conductores de vanos contiguos).
- Nunca tocar un conductor caído en el suelo.

CONTACTO ACCIDENTAL DE UN VEHÍCULO O MAQUINARIA CON UN CONDUCTOR ELÉCTRICO. PROCEDIMIENTO

- **El operario permanecerá en la cabina. Nadie debe acercarse al vehículo**
- El operario intentará alejar el vehículo del conductor eléctrico
- En caso contrario, permanecerá en el interior de la cabina hasta que se suprima la tensión de la línea
- Si urge abandonar el vehículo:
 - ✓ Se asegurará que no haya cables caídos cerca
 - ✓ Bajará dando un salto, cayendo con los pies juntos, sin separar los brazos. Nunca tocará el vehículo y el suelo de forma simultánea
 - ✓ Se alejará del vehículo dando pasos cortos y con los brazos pegados al cuerpo, sin tocar ningún objeto de la zona

CONTACTO ACCIDENTAL DE UN VEHÍCULO O MAQUINARIA CON UN CONDUCTOR ELÉCTRICO. PROCEDIMIENTO

- El operario permanecerá en la cabina. Nadie debe acercarse al vehículo
- El operario intentará alejar el vehículo del conductor eléctrico
- En caso contrario, permanecerá en el interior de la cabina hasta que se suprima la tensión de la línea
- Si urge abandonar el vehículo:
 - ✓ Se asegurará que no haya cables caídos cerca
 - ✓ Bajará dando un salto, cayendo con los pies juntos, sin separar los brazos. Nunca tocará el vehículo y el suelo de forma simultánea
 - ✓ Se alejará del vehículo dando pasos cortos y con los brazos pegados al cuerpo, sin tocar ningún objeto de la zona

CONTACTO ACCIDENTAL DE UN VEHÍCULO O MAQUINARIA CON UN CONDUCTOR ELÉCTRICO. PROCEDIMIENTO

- El operario permanecerá en la cabina. Nadie debe acercarse al vehículo
- El operario intentará alejar el vehículo del conductor eléctrico
- **En caso contrario, permanecerá en el interior de la cabina hasta que se suprima la tensión de la línea**
- Si urge abandonar el vehículo:
 - ✓ Se asegurará que no haya cables caídos cerca
 - ✓ Bajará dando un salto, cayendo con los pies juntos, sin separar los brazos. Nunca tocará el vehículo y el suelo de forma simultánea
 - ✓ Se alejará del vehículo dando pasos cortos y con los brazos pegados al cuerpo, sin tocar ningún objeto de la zona

CONTACTO ACCIDENTAL DE UN VEHÍCULO O MAQUINARIA CON UN CONDUCTOR ELÉCTRICO. PROCEDIMIENTO

- El operario permanecerá en la cabina. Nadie debe acercarse al vehículo
- El operario intentará alejar el vehículo del conductor eléctrico
- En caso contrario, permanecerá en el interior de la cabina hasta que se suprima la tensión de la línea
- Si urge abandonar el vehículo:
 - ✓ Se asegurará que no haya cables caídos cerca
 - ✓ Bajará dando un salto, cayendo con los pies juntos, sin separar los brazos. Nunca tocará el vehículo y el suelo de forma simultánea
 - ✓ Se alejará del vehículo dando pasos cortos y con los brazos pegados al cuerpo, sin tocar ningún objeto de la zona

PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN



Muchas gracias

Francisco Peña Álvarez

Agencia de Medio Ambiente y Agua

fpena@agenciamedioambienteyagua.es

<http://www.agenciamedioambienteyagua.es>



Agencia de Medio Ambiente y Agua

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO