

CURSO DE NFPA 70E RIESGOS ELÉCTRICOS



OTEC ELYON
BECAS CHILE



MÓDULO 2: ACCIDENTES POR RIESGO ELÉCTRICO Y SUS CONSECUENCIAS

1.1 Accidentes por riesgo eléctrico y sus consecuencias

A partir del análisis de causas de accidentes eléctricos se pueden tomar las medidas de control específicas para controlar los riesgos críticos que pueden generar accidentes eléctricos repetitivos, graves y/o fatales.

Riesgos Críticos

1. Líneas eléctricas de media y alta tensión

- Son unas de las mayores amenazas en cualquier lugar de trabajo. Se deben identificar las líneas de energía y tomar medidas para evitar el contacto con ellas. Esto incluye los cables subterráneos y las líneas aéreas. Se debe tener especial precaución cuando los objetos, materiales o maquinaria que se utilizan se encuentran cerca de las líneas eléctricas (escaleras, andamios, retroexcavadoras, grúas, entre otros).

2. Cables de alimentación y cables de extensión

- Otra fuente de accidentes eléctricos. El trabajo de construcción es difícil y duro, el desgaste de los materiales puede dar lugar a roturas, cables expuestos y cortocircuitos, todo lo cual puede conducir a graves lesiones eléctricas. Los cables deben ser utilizados de la manera correcta y las instalaciones deben conectarse a tierra. Se deben inspeccionar con frecuencia los cables de alimentación para asegurarse de que éstos no presenten fallas. Y, adicionalmente, las protecciones eléctricas, disyuntores y protecciones diferenciales deben encontrarse en buen estado.

3. Herramientas eléctricas

- Representan otro riesgo de accidente eléctrico en las obras de construcción, y por esto deben ser inspeccionadas y mantenidas correctamente. Los trabajadores deben recibir entrenamiento y capacitación sobre cómo utilizarlas (con el cable de alimentación correcto; ante una falla sólo deben ser desarmadas y reparadas por personal especializado y autorizado para ello).

1. Causas más frecuentes de accidentes por riesgos eléctricos

A continuación se presentan algunas acciones y/o condiciones inseguras que pueden provocar accidentes por riesgos eléctricos:

ACCIONES INSEGURAS

- Intervenir una instalación eléctrica sin contar con autorización o sin ser personal electricista calificado autorizado por SEC.
- No utilizar herramientas adecuadas, por ejemplo, las aisladas para trabajos eléctricos.
- Realizar actos temerarios, como trabajar en circuitos “vivos” o energizados.
- No usar elementos de protección personal.
- Utilizar equipos y sistemas eléctricos deteriorados, enchufes quebrados, conductores sin aislación, etc.
- Inexperiencia o falta de conocimientos.
- Sobrecargar circuitos, lo que produce un recalentamiento que puede originar un incendio.
- Utilizar aparatos eléctricos con las manos mojadas o los pies en el agua.
- Limpiar o cambiar un accesorio de un equipo o herramienta sin desconectarlo previamente.
- Trasladar una escala metálica o cualquier elemento de gran longitud cerca de una línea eléctrica.
- No respetar las distancias de seguridad a tendidos eléctricos existentes o contacto con instalaciones subterráneas.

CONDICIONES INSEGURAS

- Falta o mal funcionamiento de dispositivos de protección, tales como disyuntores termomagnéticos, protectores diferenciales y sistemas de tierra de protección.
- Falta de mantención de equipos y sistemas eléctricos.
- Enchufes deteriorados.
- Uniones defectuosas de conductores o conductores sin aislación.
- Equipos en mal estado, deteriorados.
- Conexiones fraudulentas, sin tablero general.
- Tableros sobrecargados y carentes de enchufes que cumplan con la norma.
- Instalaciones eléctricas no reglamentarias.
- Alteración de los sistemas de protección.

1.2 Recomendaciones y medidas de control para trabajos con riesgos eléctricos

1. Instalaciones provisionales

Las instalaciones eléctricas provisionales destinadas a proveer de energía a las faenas de construcción, se caracterizan por su rápida ejecución y presupuesto limitado.

Las instalaciones provisionales son aquellas destinadas a suministrar servicio por un período definido. En el caso de las faenas de construcción, la norma chilena NCH Elec. 4/2003 establece que el período de vigencia de la instalación es de once meses, renovables por una única vez y por el mismo plazo, comprendiendo este plazo la ejecución de la obra y su recepción final.

EXISTEN DOS TIPOS DE INSTALACIONES PROVISIONALES

A	<ul style="list-style-type: none">- Conectadas directo a la red pública- A través de empalmes provisionales destinados a este fin.
B	<ul style="list-style-type: none">- Conectadas a instalaciones permanentes- A través de empalmes definitivos para su conexión a la red pública.

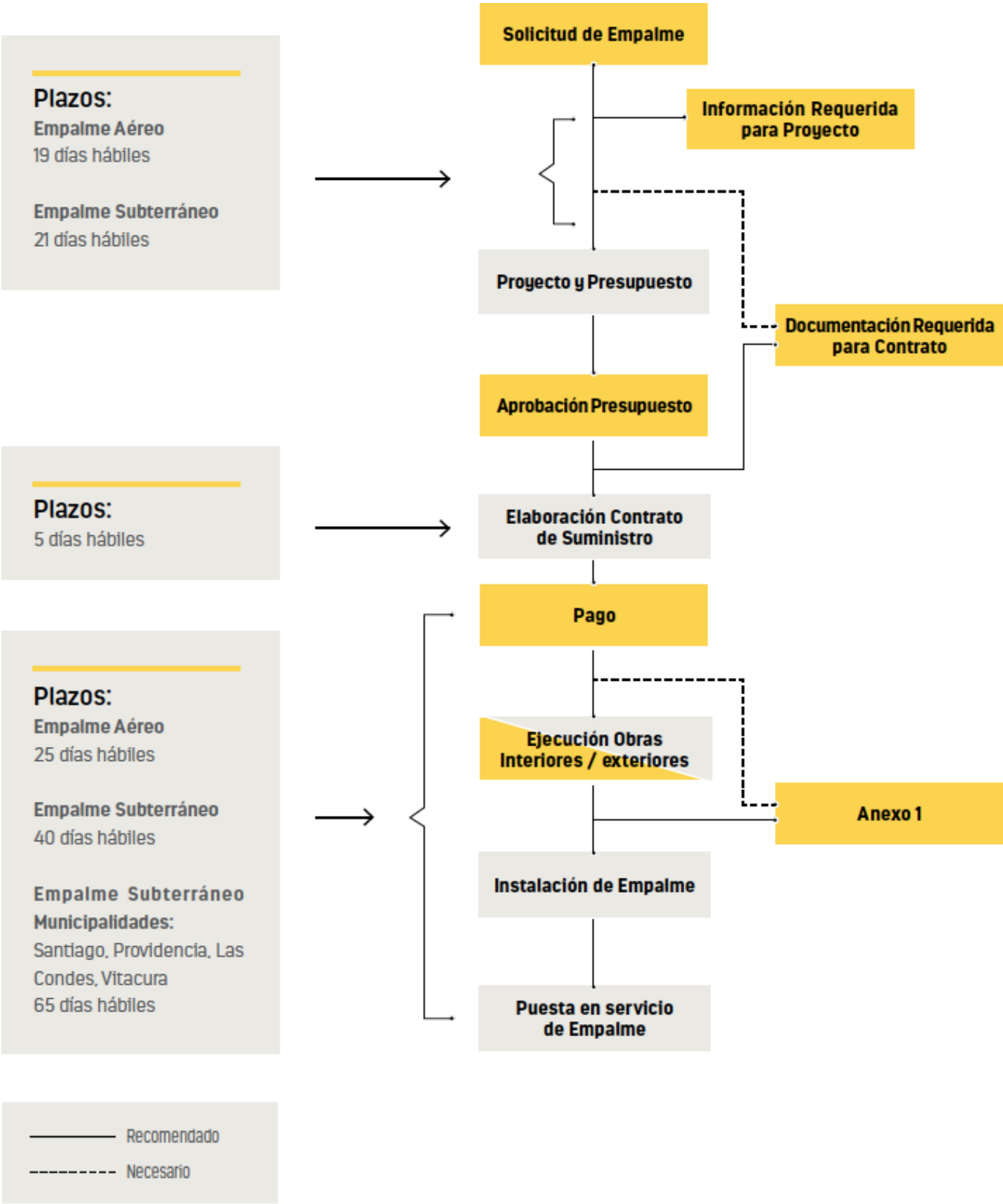
Toda instalación provisional debe ser ejecutada de acuerdo a un proyecto técnicamente concebido, respetando las condiciones de seguridad, ya que una instalación provisional está destinada a un uso en el cual se espera exista una afluencia masiva de público y las canalizaciones normalmente quedan al alcance de este.

El proceso de construcción de las instalaciones eléctricas provisionales requiere de varias etapas para garantizar la seguridad de las personas y de las instalaciones.

Cuando se utilicen grupos generadores, éstos igualmente deben cumplir con un proyecto autorizado por SEC.

Figura N°1 Proceso de Construcción de un empalme eléctrico provisional

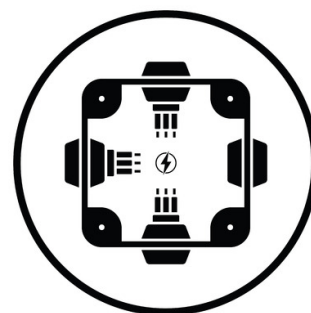
EMPALMES PROVISORIOS PARA FAENAS DE CONSTRUCCIONES:



Las partes de una instalación eléctrica

A. Empalme

Conjunto de elementos que conectan una red de conexión interior, en este caso una instalación provisional de obra, con la red de distribución eléctrica (red pública) o a una fuente portátil (generador o grupo electrógeno), generalmente en corriente alterna.



El empalme está compuesto por:

Acometida: conjunto de conductores que se conectan a la red de distribución y que llegan a un punto de la fachada, construcción o a un poste especialmente acondicionado.

Las acometidas pueden ser aéreas o subterráneas.

Medidor: dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico.

Los grupos electrógenos: máquina que mueve un generador de energía eléctrica a través de un motor de combustión interna. Es usado en lugares donde no hay suministro eléctrico, cuando hay déficit en la generación de dicha energía, o cuando hay corte eléctrico y es necesario mantener el suministro.

Al mantener en obra un grupo electrógeno se deben considerar las siguientes medidas de seguridad:

- Debe ser conectado a tierra.
- Debe ser conectado a un protector diferencial, el que debe ser testeado periódicamente pulsando su botón.
- Proteger el equipo de la lluvia o zonas húmedas, ya que podría producirse una descarga eléctrica.
- No manipular el equipo con las manos mojadas.
- La conexión del grupo electrógeno a la red (cuando es automático) debe ser realizada por un profesional autorizado.
- Debe haber personal capacitado que detenga el grupo electrógeno en caso de emergencia.

- Si se instala el equipo en un lugar cerrado, debe contar con ventilación que extraiga los gases de la combustión.
- No manipular sustancias inflamables cuando el equipo esté en funcionamiento.
- Inspeccionar periódicamente el cableado eléctrico.

ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA EL EMPALME ELÉCTRICO SON:

- Debe ser realizado por la compañía eléctrica, según lo solicitado por el administrador de obra con la estimación del consumo requerido para la faena.
- Debe ser aprobado por la Superintendencia de Electricidad y Combustible. Su diseño, ejecución, transformación, ampliación, reparación y autocontrol debe ser realizada por personal autorizado por la misma entidad.
- Para su ejecución deben utilizarse sólo materiales, elementos y herramientas que cumplan con las normas respectivas.
- La altura mínima de la acometida sobre la calzada debe ser de 4,5 metros en el área urbana y respecto en cruce calle, ésta no debe ser inferior a 5 metros.



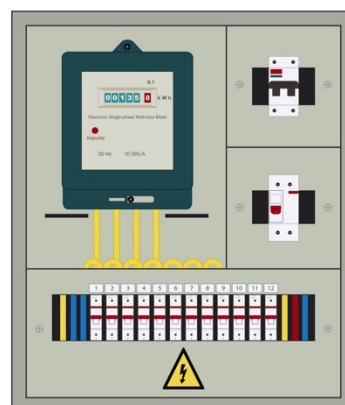
B. La puesta a tierra

Consiste en conectar la instalación eléctrica a tierra a través de una conexión de baja resistencia, para evitar el paso de corriente a través de las personas por una falla en la aislación de los conductores activos.

C. Los tableros eléctricos

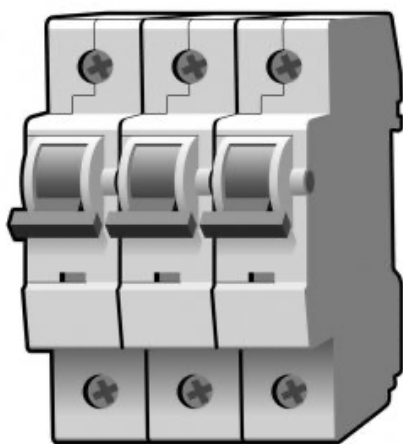
Son equipos donde se encuentran los dispositivos de seguridad y comando de los circuitos de la instalación eléctrica.

Un tablero es una caja donde se instalan los disyuntores y los interruptores diferenciales, los conductores, las barras de distribución, los interruptores y los enchufes.



Para los tableros eléctricos se recomienda:

- Instalar el tablero general a la vista, en un lugar de fácil acceso.
- Deben estar instalados en puntos resistentes e independientes sobre postes o muros o plataformas diseñadas para este fin.
- Deben existir en obra el número de tableros que permitan llegar a los distintos puntos de la obra evitando, en lo posible, el uso excesivo de extensiones eléctricas.
- Deben tener identificados los circuitos y sus respectivos sistemas de protección.
- Los circuitos de fuerza y de alumbrado deben ser independientes.
- Los tableros deben ser de un material no combustible o auto-extinguible, aislante, resistente a la humedad y a la corrosión.
- Deben encontrarse cerrados y contar con doble puerta o panel interior cubre-equipos, ambas conectadas a tierra.
- La distancia vertical al borde superior debe ser menor a 1,8 m y la distancia medida desde la base del tablero y el piso debe ser mayor a 1,2 m.
- La instalación, mantención y reparación debe ejecutarla personal autorizado que cuente con la certificación de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC).
- La parte interior debe estar con llave para evitar la manipulación y desconexión de las protecciones por personal no autorizado.
- La puerta del tablero debe indicar “Peligro eléctrico”.
- Los tableros que sean instalados a la intemperie deben contar con una cubierta que los proteja de la lluvia.
- Es conveniente mantener un extintor idealmente de CO2 en el sector.



D. Los dispositivos de protección

Se establece la obligación de que todos los circuitos o equipos deben protegerse mediante el uso de protectores diferenciales y disyuntores automáticos, para evitar las electrocuciones y sobrecargas, respectivamente. Las tensiones peligrosas en ningún caso deben superar los 50 V en zonas secas o 24 V en lugares mojados.

E. Conductores eléctricos

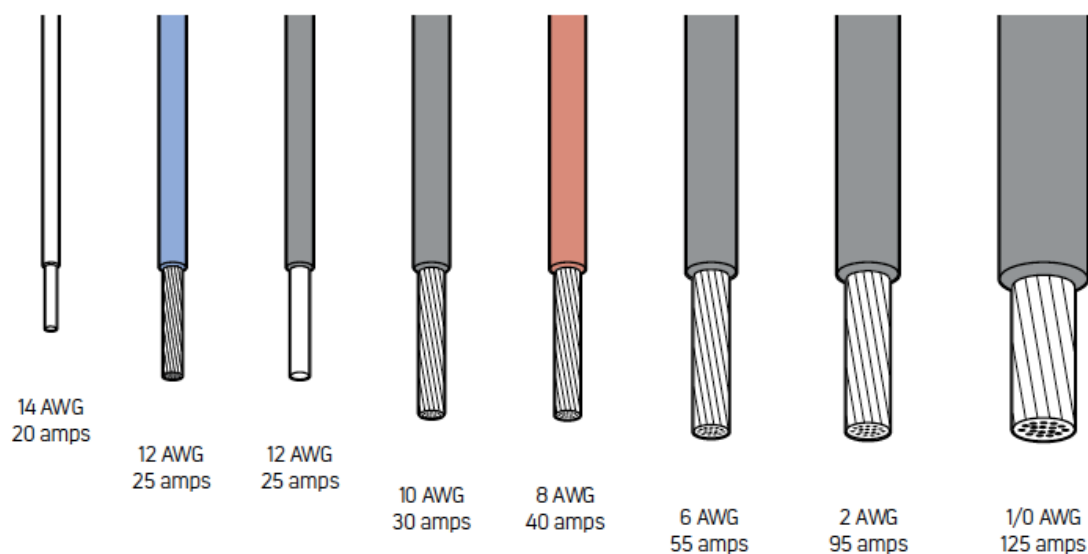
Los conductores eléctricos deben cumplir con el color que identifique la fase correspondiente, según la tabla indicada en la NCh350 Of.2000.

CONDUCTOR	COLOR
Fase 1	Azul
Fase 2	Negro
Fase 3	Rojo
Neutro	Blanco
Tierra de Protección	Verde

Los principales problemas detectados al utilizar conductores son:

- La sección del cable es pequeña para la potencia requerida por los aparatos a conectar lo que puede producir su calentamiento derritiendo la aislación.
- Usar cables no certificados, cuyo material al ser inadecuado puede producir fallas en su aislación.
- Cables dañados por cortes, por aplastamientos o desgaste.
- Los tres problemas mencionados generan problemas en la aislación de los conductores, dejándolos al desnudo, lo que puede provocar electrocución de alguna persona por contacto eléctrico.

Capacidad de un conductor eléctrico de acuerdo a su sección



Además, se recomienda:

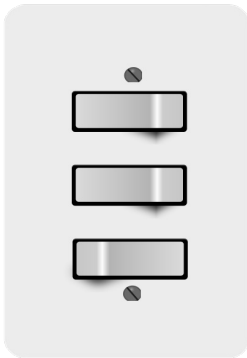
- Canalizar los conductores a la vista, exceptuándose las canalizaciones subterráneas. No se aceptan conductores o canalización sobre el suelo.
- No se deben usar clavos para afianzar los conductores en una distribución de energía eléctrica. El roce de los conductores con los clavos produce fuga de corriente a tierra y la pérdida de aislación de los conductores.
- La altura mínima que puede tener un conductor en el exterior, medida desde el suelo, es de 4 m. La que debe aumentarse en zonas de tránsito de vehículos, 1 m sobre el vehículo más alto.
- En instalaciones bajo techo la altura mínima es de 2,5 m o la máxima altura que permita el cielo del recinto.

F. Los enchufes

Una de las deficiencias más recurrentes detectadas en obra es la instalación de enchufes domiciliarios para conectar herramientas y motores eléctricos, lo que está explícitamente prohibido en la NCh 350 Of.2000.

Los enchufes deben ser de uso industrial, además de adecuados al ambiente en que se instalen (con un grado de protección IP), es decir, si están expuestos a lluvia o intemperie deben tener tapa. Los enchufes no deben estar quebrados ni con cables a la vista.



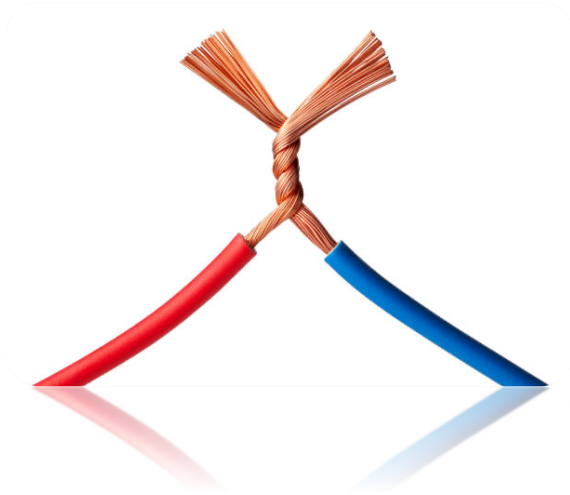


G. Los interruptores

Los interruptores deben tener sus tapas protectoras y de material aislante, si se encuentran a la intemperie. Además, deben cortar siempre una fase, nunca el neutro; y no deben instalarse en lugares en donde se almacenen líquidos y/o gases inflamables.

2. Uso de extensiones eléctricas

- Se deben instalar por vía aérea.
- Evitar uniones, ya que pueden producir fugas de corrientes.
- Si es posible, utilizar un cable nuevo.
- Siempre debe utilizar extensiones eléctricas, que tengan su cubierta de aislación en buen estado, sin cortes, sin exceso de uniones, entre otras.
- No tirar ni arrastrar la extensión con herramientas, ni nada que pueda producir el corte de ésta.
- Siempre instalar a la extensión, enchufes o toma corrientes, de tipo industrial y no domiciliario.
- Las uniones eléctricas deben ser protegidas con cinta aislante para recuperar la aislación original del conductor y evitar el choque eléctrico.
- No instalar extensiones eléctricas en sector donde quede en contacto con agua.
- Para conectarla primero se debe enchufar la herramienta a la extensión y luego la extensión a la fuente de energía.
- Al finalizar su uso, desconectar la extensión de la fuente de energía y luego desconectar la herramienta que se estaba utilizando.
- Desconectar desde el enchufe sin tirar el cable.
- Cuando se conecten herramientas manuales eléctricas, utilizar una extensión que posea línea a tierra de protección.



- Verificar que la capacidad de corriente de los conductores eléctricos o cables sea mayor a la máxima carga a alimentar del artefacto a conectar, para evitar recalentamiento del conductor.

3. Uso de herramientas eléctricas



A. Las herramientas eléctricas más utilizadas en construcción son: esmeril angular, pulidoras, sierra circular, caladoras, pulidoras, taladros, martillo demoledor (kango), entre otras.

B. El operador que va a trabajar con la herramienta debe estar capacitado en el manejo de la misma. Asimismo, debe tener los elementos de protección que correspondan (protección ocular, protección auditiva, guantes u otro que corresponda).

- C. Cualquier mantención que requiera debe ser realizada por el servicio técnico autorizado, y no debe ser manipulada por personal de la obra.**
- D. Las herramientas deben conectarse a través de un enchufe al tablero provisional, y en ningún caso se deben conectar directamente a los cables.**
- E. Para las herramientas móviles deben usarse conductores, extensiones y enchufes resistentes a la humedad, al desgaste, a agentes corrosivos y de adecuada resistencia mecánica.**
- F. Es fundamental que sea inspeccionada diariamente, el estado de su cable y enchufe, si su carcasa y mango están en buenas condiciones.**
- G. Se debe revisar si tiene conexión a tierra, o si cuenta con doble aislación.**
- H. Para limpiar o cambiar de alguna de sus partes, desconectar el enchufe.**

I. En el caso del esmeril angular y de la sierra circular **se deben considerar las siguientes medidas preventivas adicionales:**

- Verificar que el disco sea adecuado según el material a utilizar.
- Verificar que la velocidad máxima de giro del disco (RPM) sea inferior a la velocidad máxima de giro de la herramienta, que aparece en la placa.
- No golpear los discos, y no los almacene junto a otras herramientas.
- Al instalar el disco, utilizar la llave específica de apriete.
- Comprobar que el disco gira en el sentido correcto.
- Verificar que el disco no se encuentre muy gastado ni agrietado.
- Verificar que el disco sea del diámetro recomendado.
- Verificar que la herramienta cuente con la protección del disco.
- Si se trabaja cerca de otras personas, instalar pantallas, mamparas o lonas que impidan la proyección de partículas.
- No soltar la herramienta mientras siga en movimiento el disco.
- Si se trabaja sobre una pieza suelta, debe estar apoyada.

4. Uso de equipos eléctricos

Algunos equipos eléctricos utilizados en construcción son: betoneras, bancos de corte, soldadoras, vibrador de inmersión, entre otras.

Algunas recomendaciones y/o medidas preventivas a considerar son:

- Deben tener un interruptor de partida y detención, no se acepta el uso del protector diferencial o del interruptor automático como interruptor.
- El tablero donde son conectados debe contar con interruptor diferencial, interruptor automático y conexión a tierra.
- Las extensiones eléctricas deben ser con cable tipo blindado y deben ser instaladas por vía aérea.
- El equipo debe ser manejado sólo por el operador, el que debe estar capacitado para el uso.
- El lugar donde va a operar el equipo no debe tener agua en el suelo.

Cuando se instale un equipo con motor fijo, se debe:

- Colocar un tablero con un disyuntor automático de capacidad adecuada, al alcance del operador.
- Proteger de golpes, abrasión, ácidos, aceites u otro agente corrosivo la canalización desde el tablero de comando hacia el motor.
- Señalizar la zona donde está instalada.

5. Trabajos cerca de líneas eléctricas o instalaciones subterráneas

LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS:

Cuando en las inmediaciones de la obra existan líneas eléctricas, se deben tomar las medidas necesarias para evitar aproximarse a dichas líneas eléctricas.

La distancia de seguridad es la primera acción que se debe tomar para evitar contacto con la energía eléctrica. Un caso típico de accidentes graves o fatales ha sido el acercamiento, ya sea con partes del cuerpo o a través de objetos.

Se debe tener presente que:

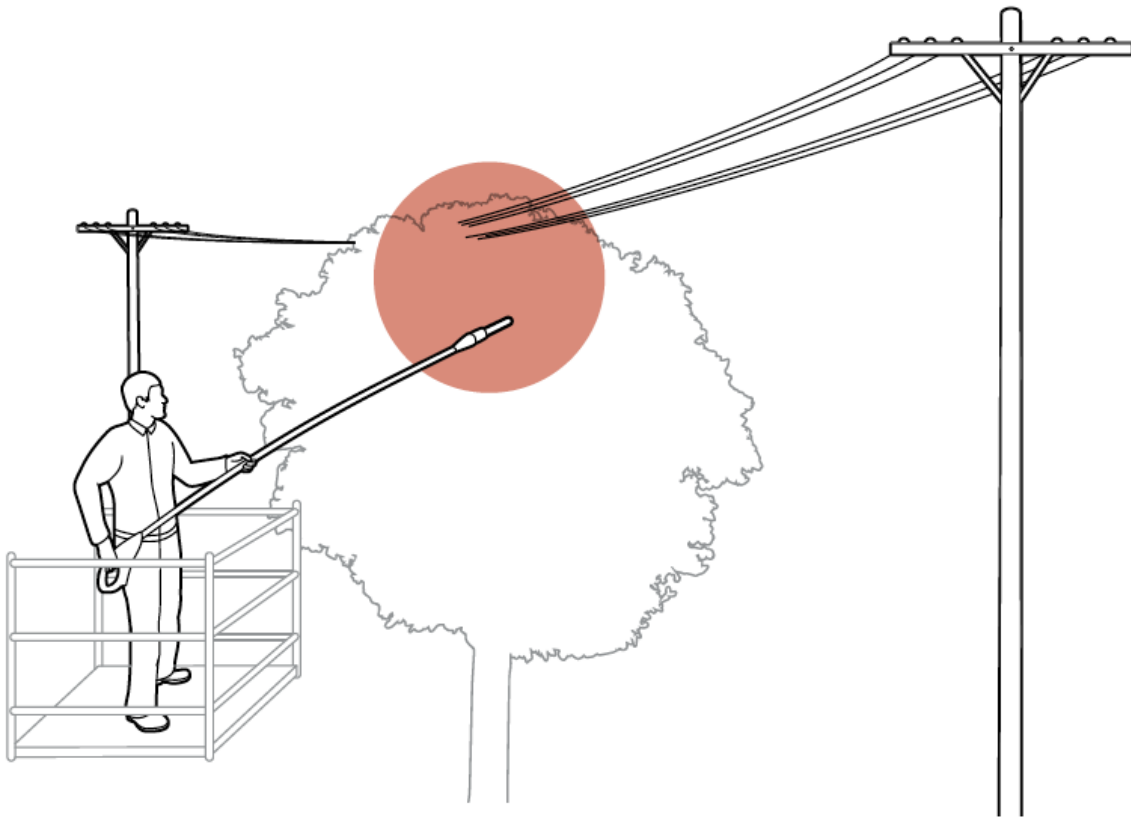
A

Las líneas eléctricas no necesariamente están aisladas

B

Se pueden encontrar voltajes desde los 220 V hasta los 23.000 en postes de distribución y 500.000 en líneas de alta tensión.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas aéreas



Claves para evitar este tipo de accidentes:

A

Reconocer los peligros derivados de nuestras actividades, especialmente evaluando el entorno, existencia de líneas eléctricas aéreas y subterráneas y condiciones climáticas.

B

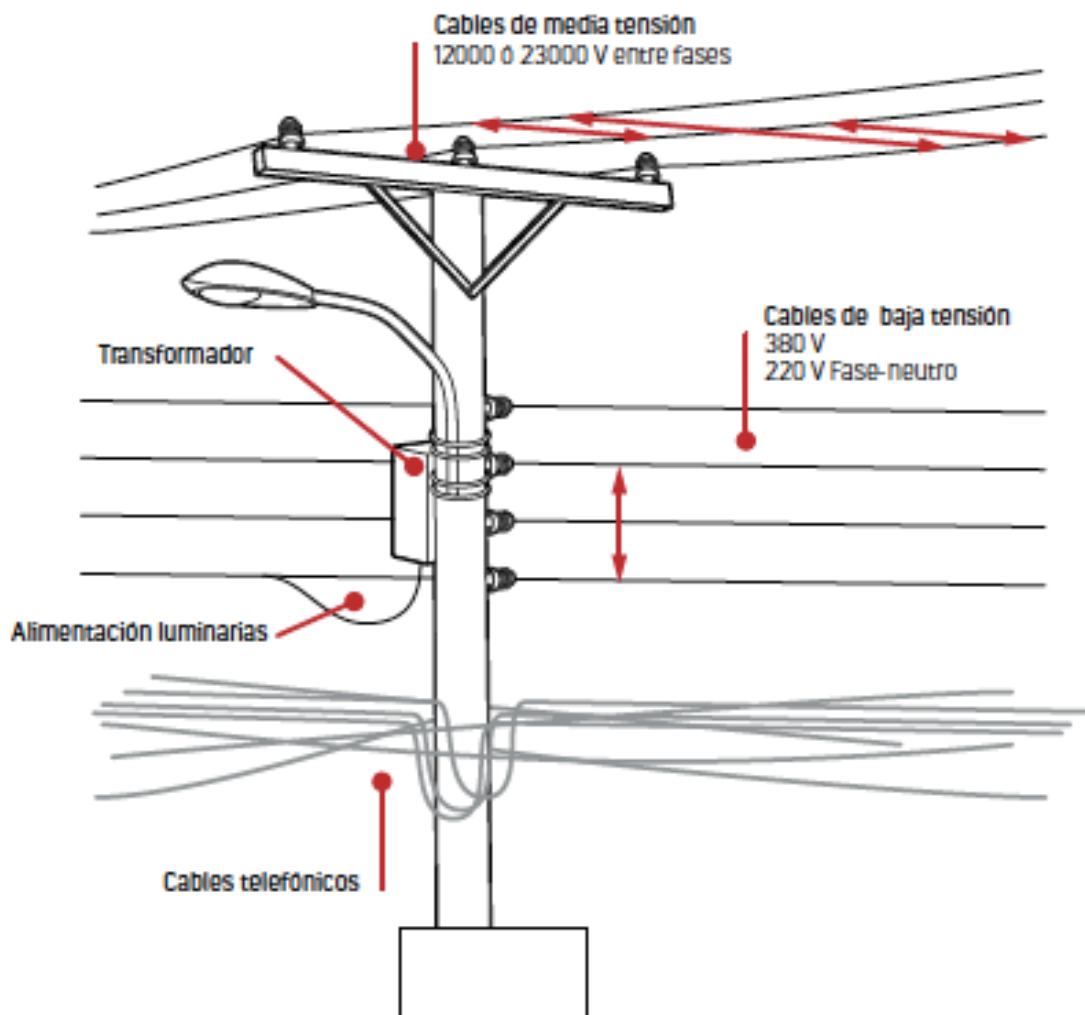
Aplicar medidas de prevención para controlar los riesgos.

Identificación de los peligros eléctricos en líneas de alumbrado u alta tensión

A

En las líneas de distribución (postes), se encuentran tensiones o voltajes de 220 y 380 Volt (denominados como baja tensión). Nuestras casas y electrodomésticos se alimentan con 220 V. Esta energía puede causar la muerte a una persona que haga contacto con una red de estas características (en la [Figura N°2](#)).

FIGURA Nº2: Voltajes y principales componentes de redes eléctricas aéreas de baja y media tensión.



B

Además de las tensiones o voltajes mencionados anteriormente, en los postes existen otros aún mayores de 12.000 y 23.000 V (**denominados como media tensión, de acuerdo a Figura Nº2**). El riesgo es entonces CRÍTICO.

C

En torres y líneas eléctricas, es posible encontrar voltajes más altos (sobre 60.000 V o “Alta tensión”). Los más comunes son líneas de 110.000 V, 220.000 V e inclusive de 500.000 V.

D

En media y alta tensión, basta con acercarse (acortar distancia) a la línea, lo que puede provocar un arco eléctrico y sus consecuencias (quemaduras, electrocución u otras lesiones). Es decir, no es necesario tocar directamente el conductor eléctrico para sufrir un accidente (**Figura N°2**).

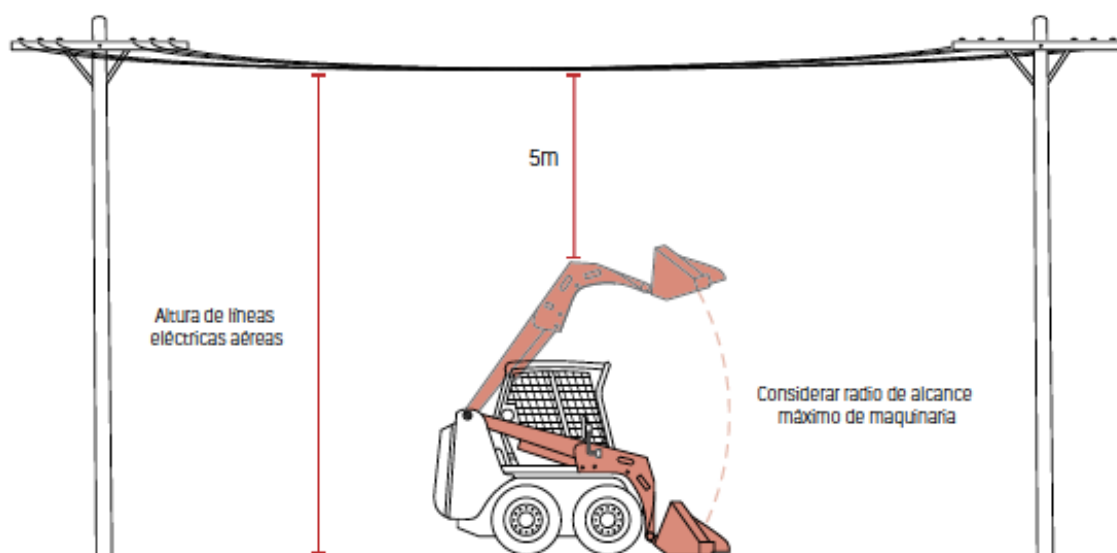
ATENCIÓN

Es necesario mantenerse siempre alejado de cualquier cable del alumbrado público o líneas de alta tensión.

E

Se puede sufrir un contacto con energía eléctrica con materiales que supuestamente no conducen energía: las ramas o madera no totalmente seca, las herramientas de trabajo, las escalas metálicas, los andamios, los elementos para trabajar en altura o el contacto a través de maquinaria (**Figura N°3**).

FIGURA N°3: Mantener una distancia de seguridad hacia las líneas eléctricas, inclusive las provisionales. Para maquinaria, de por lo menos 5 metros.



Se debe **considerar la posible oscilación de las líneas eléctricas**, también la dilatación de los conductores (**Figura N°3**), lo que genera un efecto de aumento de la flecha (altura de la línea, respecto al suelo).

F

Además del contacto eléctrico, si una persona trabaja en altura sin los elementos adecuados (arnés, cinturón liniero, cuerda de vida), posterior a un contacto eléctrico, puede sufrir una caída desde altura con múltiples traumatismos a raíz de esta caída, aumentando el riesgo de muerte.

Trabajar cerca de líneas eléctricas es una actividad mortal si no se toman las medidas adecuadas.

Tabla: Distancias de aproximación de acuerdo a niveles de voltaje en Corriente Alterna

Límites de aproximación a "partes vivas" para la protección contra el shock eléctrico en sistema eléctrico de corriente alterna (C.A.)		
Todas las dimensiones son distancias desde "partes vivas" al trabajador (en metros)		
1	2	3
Rango de voltaje nominal	Exposición a conductores móviles	Límite aproximación prohibida, incluye movimientos inadvertidos
0 - 50 V	No especificado	No especificado
50 V - 300 V	3,0	Evitar el contacto
301 V - 750 V	3,0	0,3
751 V - 15 kV	3,0	0,7
15,1 kV - 36 kV	3,0	0,8
36,1 kV - 46 kV	3,0	0,8
46,1 kV - 72,5 kV	3,0	1,0
72,6 kV - 121 kV	3,3	1,0
138 kV - 145 kV	3,4	1,2
161 kV - 169 kV	3,6	1,3
230 kV - 242 kV	4,0	1,7
345 kV - 362 kV	4,7	2,8
500 kV - 550 kV	5,8	3,6
765 kV - 800 kV	7,2	4,9

RECOMENDACIONES GENERALES PARA TRABAJO EN LA APROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

A. Se debe solicitar a la empresa eléctrica local la autorización para realizar trabajos en las inmediaciones de sus instalaciones, quien debe orientar respecto a los riesgos presentes.

B. No deben construirse líneas aéreas de cualquier tipo sobre edificios existentes, ni realizar construcciones debajo de las líneas aéreas existentes (Norma NSeg 5.71).

C. Se debe contar con procedimientos de trabajo y análisis de riesgo para trabajos en las inmediaciones de líneas o instalaciones eléctricas.

D. Se deben considerar técnicas adecuadas para medir la distancia de seguridad a líneas eléctricas. Por ejemplo, a través de telémetros, medidores de distancia laser o levantamiento topográfico. Nunca se debe aproximar un objeto para medir la distancia de seguridad.

E. Cuando se trabaje con equipos mecanizados (grúas, camiones pluma, camiones capacho del alumbrado), la distancia de seguridad debe aumentarse a cinco metros (Figura N° 3).

F. Debe evitarse el uso de andamios o escalas de aluminio en las inmediaciones de líneas eléctricas. La distancia mínima de estos equipos a la línea eléctrica debe ser de un mínimo de cinco metros. Debe evaluarse la posible proyección ante caída o colapso de las estructuras provisionales. En tal caso, dicha distancia debe aumentarse.

LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS:

Cuando se excave o abra una zanja, debe considerarse que las líneas eléctricas y otros servicios públicos **pueden estar enterrados en el área.**

Se debe solicitar a la empresa eléctrica local la **autorización para realizar trabajos** en las inmediaciones de sus instalaciones, quienes deben orientar respecto a los riesgos presentes.

En cualquier actividad de excavación se deben **consultar planos de servicios eléctricos**, de gas u otros que puedan afectar el normal funcionamiento de los trabajos.

→ Cuidados durante la excavación

