

# APÉNDICE 1.

## RIESGO ELÉCTRICO

- *¿Qué es el riesgo eléctrico?*
  - *Exposición*
  - *Señalización*
  - *Riesgo eléctrico y salud*
- *Equipos e instalaciones eléctricas*
  - *Procedimiento de trabajo*
- *Medidas preventivas para evitar contactos eléctricos*
  - *Primeros auxilios en caso de accidente eléctrico*
  - *Referencias*

## APÉNDICE 1: RIESGO ELÉCTRICO

### ➤ ¿Qué es el Riesgo Eléctrico?

El riesgo eléctrico es aquel susceptible de ser producido por cualquier tipo de operación en instalaciones eléctricas y/o con equipos y aparatos de baja, media y alta tensión, como pueden ser operaciones de mantenimiento o experimentación con aparatos e instalaciones eléctricas.

### ➤ Exposición

Quedan específicamente incluidos los riesgos por:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto)
- Quemaduras por choque o arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

### Factores expositivos que condicionan la probabilidad y sus efectos sobre la salud

#### Intensidad de la corriente:

Es uno de los factores que más inciden en los efectos ocasionados por el accidente eléctrico. Los valores de intensidad se establecen como valores estadísticos debido a que sus valores netos dependen de cada persona y del tipo de corriente. A intensidad de 10 mA existe tetanización muscular y la imposibilidad de soltarse del lugar donde se produce el contacto eléctrico. Al superarse los 50 mA de intensidad, se produce fibrilación ventricular.

#### Duración del contacto eléctrico:

Junto al factor anterior es el que más influye sobre los efectos del accidente ya que condiciona la gravedad del paso de la corriente por el organismo.

#### Forma de la corriente:

Tanto la corriente continua como alterna siguen los principios de la ley de Ohm, siendo la corriente alterna aproximadamente 3-4 veces menos peligrosa que la continua. En términos generales, una corriente continua o alterna de 100 mA es considerada como muy peligrosa o mortal.

#### Tensión aplicada:

La peligrosidad en el paso de la tensión depende directamente de la resistencia eléctrica del organismo. El reglamento Electrotécnico de Baja Tensión fija unos valores de tensión de seguridad (tal que aplicada al cuerpo humano, proporcione un valor de intensidad que no suponga riesgos para el individuo) de 50 V para emplazamientos secos y de 24 V para emplazamientos húmedos, siendo aplicables tanto para corriente continua como alterna, con una frecuencia de 50 Hz.



Fig. 2.- Recorrido de la corriente por el cuerpo humano.



Fig. 1.- Relación entre intensidad y resistencia.

#### Frecuencia:

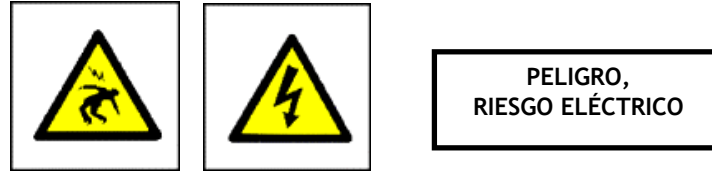
A mayor frecuencia menos peligrosidad, siendo los valores superiores a 100.000 Hz prácticamente inofensivos. Para valores de 10.000 Hz la peligrosidad es similar a la corriente continua.

#### La resistencia eléctrica del cuerpo humano:

La resistencia que presenta el cuerpo humano al paso de la corriente depende de la resistencia eléctrica del cuerpo (que a su vez depende de factores como la superficie de contacto, la presión de contacto, el grado de humedad de la piel, etc.), la resistencia de contacto y la resistencia de salida.

La resistencia eléctrica del cuerpo humano varía según las personas y el estado de salud que presenten, en especial, si tienen lesiones en la piel. Los valores generales de resistencia oscilan entre 100 y 500 W y, teniendo en cuenta la barrera de los tejidos, puede llegar a alcanzar valores de hasta 1.000 W.

➤ **Señalización**



➤ **Riesgo eléctrico y Salud**

Tipos de accidentes eléctricos

Los accidentes eléctricos se clasifican en:

(1) Contacto eléctrico directo: Es el contacto de personas con partes eléctricamente activas de materiales y equipos. La corriente deriva de su trayectoria para circular por el cuerpo humano. Entre las afecciones más frecuentes, se encuentran:

- **Paro cardíaco** (Fibrilación ventricular). Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por parada cardiaca.
- **Asfixia y paro respiratorio**. Se produce cuando la corriente eléctrica atraviesa el tórax e impide la acción de los músculos, los pulmones y la respiración.
- **Tetanización / contracción muscular**. Consiste en la anulación de la capacidad de reacción muscular que impide la separación voluntaria del punto de contacto eléctrico.



Fig. 3.- Lesiones más frecuentes producidas por la electricidad.

EFECTOS FISIOLÓGICOS DIRECTOS DE LA ELECTRICIDAD			
CORRIENTE ALTERNA - BAJA FRECUENCIA			
I mA	EFEECTO	MOTIVO	
1 a 3	PERCEPCIÓN	El paso de la corriente produce cosquilleo. No existe peligro.	
3 a 10	ELECTRIZACIÓN	El paso de la corriente produce movimientos reflejos.	
10	TETANIZACIÓN	El paso de la corriente provoca contracciones musculares, agarrotamiento.	
25	PARO RESPIRATORIO	Si la corriente atraviesa el cerebro.	
25 a 30	ASFIXIA	Si la corriente atraviesa el tórax.	
60 a 75	FIBRILACIÓN VENTRICULAR	Si la corriente atraviesa el corazón.	

Tabla 1.- Efectos fisiológicos directos de la electricidad.

- **Quemaduras**. Puede provocar desde enrojecimiento de la piel e hinchazón de la zona donde se produjo el contacto hasta carbonización.
- **Embolias**. Es el paso de la corriente puede dar lugar a la aparición de coágulos en la sangre que pueden obstruir alguna arteria.

(2) Contacto eléctrico indirecto: Es el contacto de personas con elementos conductores puestos accidentalmente bajo tensión por un fallo de aislamiento.

En caso de contacto eléctrico indirecto, las afecciones sobre la salud humana están generalmente asociadas a:

- **Golpes** del cuerpo humano contra objetos, caídas, etc., ocasionados tras el contacto con la corriente.
- **Quemaduras** debidas al arco eléctrico. Pueden ser internas o externas por el paso de la intensidad de corriente a través del cuerpo, bien por 'Efecto Joule' o por proximidad al arco eléctrico.

Efectos fisiológicos de la electricidad

Según el tiempo de exposición y el recorrido de la corriente eléctrica por el cuerpo humano, pueden producirse lesiones de diversa consideración; desde asfixia o quemaduras, hasta lesiones secundarias a consecuencia del choque eléctrico.

En la tabla 2 se muestran los distintos efectos de la corriente eléctrica sobre el organismo, en función de la intensidad de la corriente y la duración del choque eléctrico.

La exposición permanente a un riesgo eléctrico, puede condicionar a largo plazo la aparición de los siguientes trastornos:

- Manifestaciones renales.
- Trastornos cardiovasculares.
- Trastornos nerviosos.
- Trastornos sensoriales, oculares y auditivos.

<b>EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA</b>		
<b>INTENSIDAD - DURACIÓN - EFECTO</b>		
<b>INTENSIDAD EFICAZ A 50-60 Hz (mA)</b>	<b>DURACIÓN DEL CHOQUE ELÉCTRICO</b>	<b>EFFECTOS FISIOLÓGICOS EN EL CUERPO HUMANO</b>
0 - 1	Independiente	Umbral de percepción. No se siente el paso de la corriente.
1 - 15	Independiente	Desde cosquilleos hasta tetanización muscular. Imposibilidad de soltarse.
15 - 25	Minutos	Contracción de brazos. Dificultad de respiración, aumento de la presión arterial. Límite de tolerancia.
25 - 50	Segundos a minutos	Irregularidades cardíacas. Aumento presión arterial. Fuerte efecto de tetanización. Inconsciencia. Aparece fibrilación ventricular.
50 - 200	Menos de un ciclo cardíaco	No existe fibrilación ventricular. Fuerte contracción muscular.
	Más de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles. El inicio de la electrocución es independiente de la fase del ciclo cardíaco.
Por encima de 200	Menos de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles. El inicio de la electrocución depende de la fase del ciclo cardíaco. Iniciación de la fibrilación sólo en la fase sensitiva.
	Más de un ciclo cardíaco	Paro cardíaco reversible. Inconsciencia. Marcas visibles. Quemaduras.

Tabla 2.- Efectos de la corriente eléctrica.

➤ **Equipos e instalaciones eléctricas**

El tipo de instalación eléctrica de un lugar de trabajo y las características de sus componentes deberán adaptarse a las condiciones específicas del lugar de la actividad desarrollada en él y de los equipos eléctricos (receptores) que vayan a utilizarse.

Deberán tenerse en cuenta factores tales como las características conductoras del lugar de trabajo (posible presencia de superficies muy conductoras, humedad atmosférica, etc.), la presencia de atmósferas explosivas, materiales inflamables o ambientes corrosivos y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.

En los locales o zonas donde se trabaje con líquidos inflamables, la instalación eléctrica ha de ser de seguridad aumentada o antideflagrante y debe cumplir las normas específicas del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión sobre Prescripciones Particulares para las Instalaciones de Locales con Riesgo de Incendio y Explosión (REBT MIE-BTO26)

<p><b>1. Pequeña tensión</b> (hasta 50 V en corriente alterna y hasta 75 V en corriente continua)</p> <p><b>2. Baja tensión</b> (hasta 1000 V en corriente alterna y hasta 1500 V en corriente continua)</p> <p><b>3. Alta tensión</b> (desde 1000 V en corriente alterna y desde 1500 V en corriente continua)</p>
---

En cualquier caso, las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo y su uso y mantenimiento deberán cumplir lo establecido en la reglamentación electrotécnica, la normativa general de seguridad y salud sobre lugares de trabajo, equipos de trabajo y señalización en el trabajo, así como cualquier otra normativa específica que les sea de aplicación.

Fig. 3.- Clases de instalaciones eléctricas según el valor nominal de la tensión

Recomendaciones técnicas referentes a equipos y aparatos eléctricos

- ✓ Disponer de un **cuadro general**, preferiblemente en cada unidad de laboratorio, con diferenciales y automáticos.
- ✓ Disponer de **interruptor diferencial** adecuado, toma de tierra eficaz e interruptor automático de tensión (magnetotérmico)
- ✓ Disponer de **líneas específicas** para los equipos de alto consumo.
- ✓ Distribuir con protección (**automático omnipolar**) en cabeza de derivación.
- ✓ Instalar la **fuerza** y la **iluminación** por separado, con interruptores.
- ✓ Emplear **instalaciones entubadas rígidas** (> 750 V)
- ✓ Aplicación del **código de colores y grosores**.
- ✓ **No** emplear de modo permanente **alargaderas** y **multiconectores** (ladrones)
- ✓ Usar **circuitos específicos** para aparatos especiales.
- ✓ En áreas especiales (como los laboratorios de prácticas) emplear **bajo voltaje** (24 V), estancos, tapas, etc.
- ✓ Aumentar la seguridad en los trabajos con **inflamables**.
- ✓ Efectuar el **mantenimiento** adecuado y realizar **inspecciones** y **comprobaciones periódicas**.

**RECUERDE:**



Considere las siguientes indicaciones para vigilar el seguro y correcto funcionamiento de las instalaciones y equipos eléctricos:

- Diseño seguro de las instalaciones.
- Utilización de equipos de acuerdo a las instrucciones señaladas.
- Mantenimiento correcto y reparaciones.
- Modificaciones según normas y personal especializado.
- Selección de equipo y ambiente apropiado.
- Buenas prácticas en la instalación.
- Conexiones a tierra correctas.
- Equipos de desconexión automática operativos.

➤ **Procedimiento de trabajo**

Todo trabajo en una instalación eléctrica o en su proximidad que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo en los siguientes casos:

- a) Las **operaciones elementales**, tales como conectar y desconectar en instalaciones de baja tensión, con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general.
- b) Los **trabajos** en instalaciones con **tensiones de seguridad**, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura.
- c) Las **maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones** cuya naturaleza así lo exija, tales como la apertura y cierre de interruptores.
- d) Los trabajos en proximidad de instalaciones cuyas **condiciones de explotación o de continuidad del suministro** así lo requieran.

Se deben tener en cuenta los siguientes principios para trabajar en instalaciones:

- La aplicación de unos métodos de trabajo especificados.
- La forma de proceder en cada trabajo.
- La formación del personal.

Precauciones específicas para el trabajo con equipos y aparatos eléctricos:

- Respete las señalizaciones.
- Utilice y mantenga las instalaciones eléctricas de forma adecuada y revise los equipos eléctricos antes de utilizarlos.
- Evite el paso de personas y equipos sobre alargaderas o cables eléctricos.
- En caso de avería o mal funcionamiento de un equipo, póngalo fuera de servicio, desconéctelo y señálcelo. Espere al personal cualificado para su revisión.
- Desconecte de la red eléctrica las herramientas y los equipos antes de proceder a su limpieza, ajuste o mantenimiento.
- En el caso de que sea imprescindible realizar trabajos en tensión, deberán utilizarse los medios de protección adecuados y los Equipos de Protección Individual (EPI's) apropiados.

**Evite:**

- Manipular la instalación eléctrica si no está autorizado o no tiene formación específica.
- Desconectar los equipos tirando de los cables.
- Conectar cables sin clavija homologada.
- Utilizar aparatos eléctricos con las manos o los pies húmedos.
- Utilizar herramientas eléctricas mojadas.
- Puentear las protecciones: interruptores diferenciales, magnetotérmicos, etc.
- Acceder a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico salvo que esté autorizado para ello.

➤ **Medidas preventivas para evitar contactos eléctricos**

1.- **Contacto directo:**

Se evitan colocando fuera del alcance de las personas los elementos ITC-BT 024 conductores bajo tensión mediante alguna de las siguientes medidas: ITC-BT 024. ITC-BT 024.

- ✓ Alejamiento de las partes activas de la instalación, impidiendo un contacto fortuito con las manos.
- ✓ Interposición de obstáculos (p.ej. armarios eléctricos aislantes o barreras de protección), impidiendo cualquier contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.

- ✓ Recubrimiento con material aislante (p.ej. aislamiento de cables, portalámparas, etc.). No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

Aunque usemos estas protecciones contra los contactos directos, hay ocasiones en las que concurren fallos debido a problemas de mantenimiento, imprudencias, etc. Para hacer frente a estos errores, se introducen los **interruptores diferenciales** que facilitan una rápida desconexión de la instalación y reducen el peligro de accidente mortal por contacto eléctrico directo.

Los interruptores diferenciales son dispositivos de corte de corriente por un defecto de aislamiento, que originan la desconexión total o parcial de la instalación defectuosa. Para aplicar una protección diferencial, tanto los aparatos como las bases de los enchufes han de estar conectados a tierra.

## 2.- Contacto indirecto:

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- ✓ Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- ✓ Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- ✓ Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Básicamente, el riesgo por contacto indirecto se evita mediante la toma de tierra y/o dispositivos de corte automático de la tensión o de la intensidad de la corriente (magnetotérmicos y diferenciales). Los magnetotérmicos actúan interrumpiendo el paso de la corriente cuando hay sobrecargas en la red o bien cuando hay cortocircuitos. Tanto en un caso como en otro, el **magnetotérmico** actúa produciendo un corte en el suministro eléctrico a la instalación. Pasados unos segundos y una vez comprobado que la causa que ha motivado el corte se ha subsanado, se puede volver a conectar.

Los **diferenciales** son también unos dispositivos de protección que actúan desconectando el suministro de electricidad a la instalación cuando se establece un contacto con un equipo con defecto eléctrico. El funcionamiento de los diferenciales se debe comprobar periódicamente a través del botón de TEST.

Las **tomas de tierra** tienen como objetivo evitar que cualquier equipo descargue su potencial eléctrico a tierra a través de nuestro cuerpo. En condiciones normales, cualquier equipo puede tener en sus partes metálicas una carga eléctrica bien por electricidad estática o bien por una derivación. Con el fin de evitar una descarga eléctrica al tocar dicho equipo, se exige que éste tenga sus partes metálicas con toma de tierra.

## RECUERDE:



### **Medidas preventivas para las instalaciones de alta tensión: las cinco reglas de oro**

1. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión mediante interruptores y seleccionadores.
2. Enclavar o bloquear, si es posible, todos los dispositivos de corte y señalización en el mando de éstos.
3. Comprobar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
5. Delimitar la zona de trabajo mediante la señalización adecuada.

➤ **Primeros auxilios en caso de accidente eléctrico**

**RECUERDE:**



**Si una persona ha sufrido alguna descarga eléctrica:**

- 1.- Corte la tensión, si es posible.
- 2.- Aparte a la persona de la fuente utilizando elementos aislantes: pértigas, maderas, guantes aislantes, etc. ya que la persona electrocutada es un conductor eléctrico mientras está pasando por ella la corriente.
- 3.- Si la persona accidentada está pegada al conductor, cortar éste con una herramienta de mango aislante.
- 4.- Avise a las personas más próximas o encargadas del laboratorio para iniciar las actuaciones de emergencia pertinentes.

➤ **Referencias**

Normativa europea y estatal

- Directiva 1999/92/CE, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas.
- Directiva 73/23/CEE, sobre material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Baja tensión.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. ITC BT 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, protección contra los contactos eléctricos directos e indirectos.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. BOE núm. 148 de 21 de junio de 2001.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud par la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Referencias bibliográficas

- Guía técnica: Riesgo eléctrico. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2003.
- Prescripciones de Seguridad en los trabajos en instalaciones eléctricas. Edit. AMYS.
- Distancias de seguridad para trabajos en tensión en instalaciones eléctricas. Edit. AMYS.
- NTP 567. Protección frente a cargas electrostáticas. 2000.

Enlaces de interés

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). <http://www.mtas.es/insht>
- Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Universidad Politécnica de Valencia. <http://www.sp.rl.upv.es>



- NIOSH. National Institute for Occupational Safety and Health.  
<http://www.cdc.gov/niosh/topics/emf/>
- Occupational Health and Safety. GHT Division. Educative Billboard -Prevetion Magazine.  
<http://www.saludocupacionalenespaol.com/>