



**SUPERVISOR DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO
MODULO 03**



ING. JORGE ARZAPALO
jl_arzapalo@yahoo.es



ENERGIAS PELIGROSAS

BIENVENIDOS!

SESION 02

ENERGIAS PELIGROSAS

PELIGROS & RIESGOS ELÉCTRICOS



Descargas eléctricas



Quemaduras eléctricas



Lesiones- Arco eléctrico



Explosiones eléctricas



Alturas



Excavaciones

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

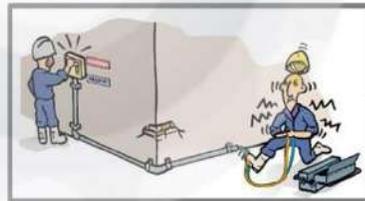
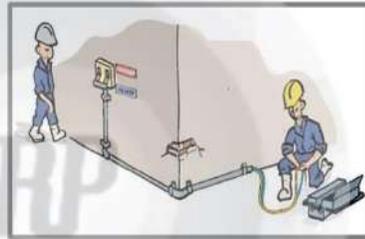


ENERGIAS PELIGROSAS

TIPOS DE RIESGO ELÉCTRICO

DESCARGA ELECTRICA

Conductor eléctrico



forma parte del circuito eléctrico.

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

ENERGIAS PELIGROSAS

TIPOS DE RIESGO ELÉCTRICO

CONTACTO DIRECTO



Es el contacto de personas con partes eléctricas activas de los materiales y equipos.

CONTACTO INDIRECTO



Es el contacto del cuerpo con partes eléctricas puestas accidentalmente bajo tensión..

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.



ENERGIAS PELIGROSAS

TIPOS DE RIESGO ELÉCTRICO

CHOQUE ELÉCTRICO

- Efectos nocivos sobre el cuerpo humano (quemaduras en la piel o en los tejidos internos, daño al sistema nervioso, daño a órganos, etc.) debido a la circulación de la corriente eléctrica.
- Puede provocar desde un leve hormigueo, hasta disfunciones circulatorias y respiratorias capaces de causar la muerte.
- La gravedad de estos efectos depende de:
 - La intensidad de la corriente.
 - Las partes del cuerpo por las que circula la corriente.
 - La duración del paso de la corriente.



ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

ENERGIAS PELIGROSAS

TIPOS DE RIESGO ELÉCTRICO

CHOQUE ELÉCTRICO - SEVERIDAD

Existen tres factores que determinan la severidad del choque eléctrico:

MAGNITUD DE LA CORRIENTE: Los daños van directamente relacionados con la cantidad de corriente que circula. Corrientes tan pequeñas en el rango de 50-100 mA son capaces de provocar fibrilación ventricular, que es la causa más común de muertes por choque eléctricos.

CAMINO RECORRIDO: La gravedad depende de los órganos que son afectados por la corriente.

DURACIÓN DEL CONTACTO: Mientras más tiempo dure el choque eléctrico, aumenta la cantidad de energía en forma de calor (Watts) que produce quemaduras a los tejidos.



ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.



ENERGIAS PELIGROSAS

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RIESGO ELÉCTRICO

TENSIÓN

- La tensión no es la que determina directamente los efectos y lesiones, sino que lo hace de forma indirecta al generar intensidad que circula por el cuerpo humano junto con su duración son los factores que determinan los efectos y lesiones en el cuerpo humano.
- Una tensión elevada no es peligrosa en sí misma, si no en cuanto se aplica a una resistencia baja que permite el paso de una tensión perjudicial.

Tensión de seguridad

Es aquella que puede ser aplicada indefinidamente al cuerpo humano sin peligro:

- En emplazamientos secos 50 V.
- En emplazamientos húmedos o mojados 24 V.
- En emplazamientos sumergidos 12 V.

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

ENERGIAS PELIGROSAS

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RIESGO ELÉCTRICO

RESISTENCIA HUMANA

Los parámetros a tomar en cuenta son:

- Estado de la superficie de contacto (seca, limpia, húmeda, mojada)
- Estado de la piel (seca, húmeda, mojada)
- Dureza de la epidermis
- Trayectoria de la corriente
- Presión y superficie de contacto
- Edad, sexo y peso
- % de alcohol en sangre

RECOMENDACIONES:

- Si usamos un piso de jébe o zapatos con planta aislante para trabajos en baja tensión (220 V), estamos aumentando la resistencia a valores superiores a los 3.3 Mega-Ohm.
- Cuando utilizamos guantes dieléctricos o herramientas aisladas, estamos protegidos por una alta resistencia que supera los 20 Mega-Ohm

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.



ENERGIAS PELIGROSAS

RESISTENCIA DEL CUERPO HUMANO

La resistencia del cuerpo humano es la suma de la resistencia de la piel más la resistencia interna del cuerpo.

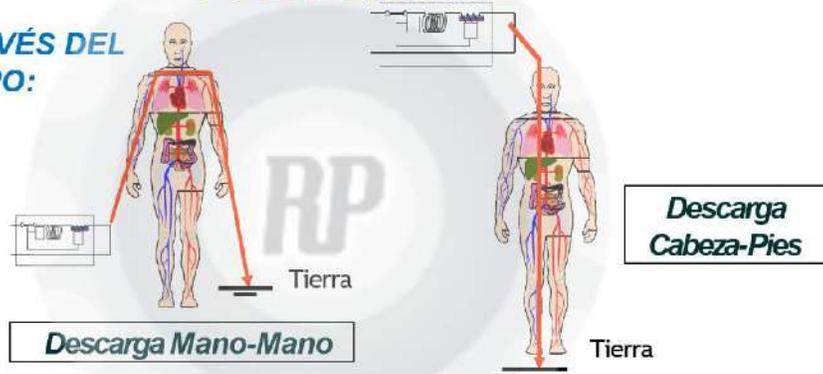
- La piel seca puede tener una resistencia de 40,000 a 100,000 Ohm, condiciones de humedad pueden disminuir sustancialmente esta resistencia.
- La resistencia interna del cuerpo humano es de aproximadamente 500 Ohm.
- Para efectos prácticos, los fisiólogos que han estudiado al cuerpo humano y la electricidad, le han asignado un valor de:
 - 500 Ohm a las extremidades superiores e inferiores, y
 - 100 Ohm al tronco.

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

ENERGIAS PELIGROSAS

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RIESGO ELÉCTRICO

PASO A TRAVÉS DEL CUERPO:



Es extremadamente peligroso, pues la corriente circula pasando por órganos vitales (corazón y músculos respiratorios).

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

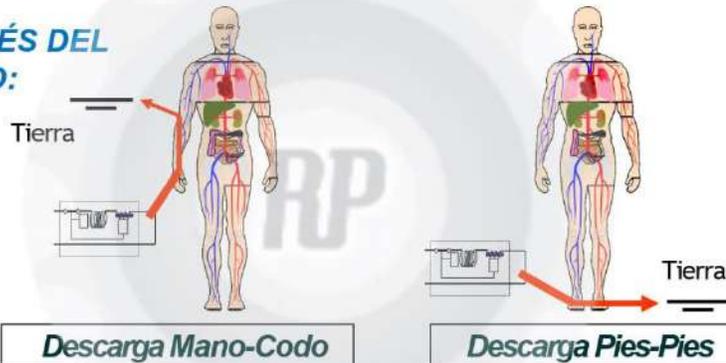
ING. JORGE LUIS ARZAPALO BARRERA



ENERGIAS PELIGROSAS

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RIESGO ELÉCTRICO

PASO A TRAVÉS DEL CUERPO:

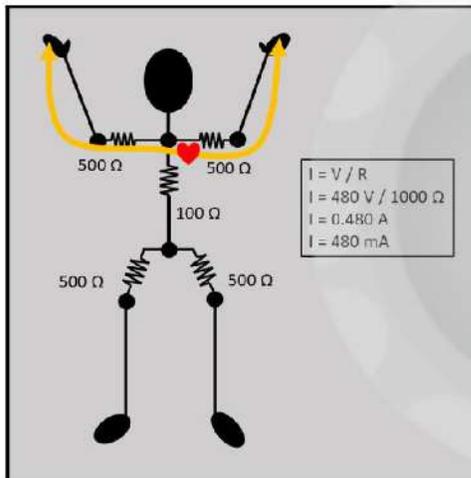


Es menos grave pues no hay circulación de corriente por órganos vitales.

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

ENERGIAS PELIGROSAS

EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO



Ejem_01:

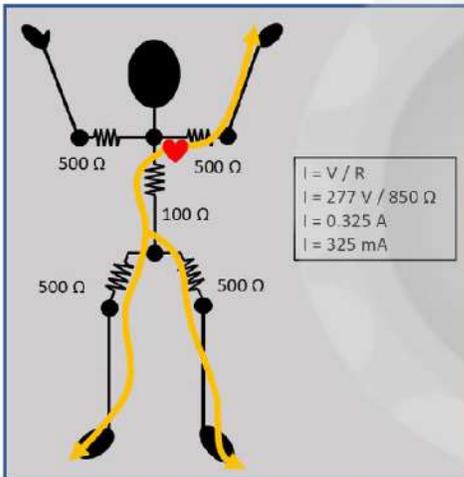
- Sometemos a un voltaje de 480 Volts entre sus manos por un contacto accidental con dos conductores energizados a un voltaje de 480 Volts.
- La corriente sigue el flujo marcado en color amarillo, pasando directamente por el corazón.
- La resistencia es de 1,000 Ohm (brazo directo + brazo izquierdo), por lo que la magnitud de un choque eléctrico es de 480 mili Amperes, alta para provocar fibrilación ventricular y posiblemente la muerte.

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.



ENERGIAS PELIGROSAS

EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO



$$I = V / R$$
$$I = 277 \text{ V} / 850 \Omega$$
$$I = 0.325 \text{ A}$$
$$I = 325 \text{ mA}$$

Ejem_02:

- Sometemos a un voltaje de 277 Volts entre sus mano izquierda y sus pies, contacto accidental con un conductor energizados a un voltaje de 270 Volts.
- La corriente sigue el flujo, pasando directamente por el corazón.
- La resistencia de este camino es de 850 Ohm (brazo izquierdo + tronco + las dos piernas en paralelo), por lo que la magnitud de un choque eléctrico de esta naturaleza es de 320 mili Amperes, suficientemente alta para provocar fibrilación ventricular y posiblemente la muerte.

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

ENERGIAS PELIGROSAS

EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO

Tetanización o contracción muscular:

Consiste en la anulación de la capacidad de reacción muscular que impide la separación voluntaria del punto de contacto (los músculos de las manos y los brazos se contraen sin poder relajarse). Normalmente este efecto se produce cuando se superan los 10 mA.



Quemaduras (Internas o externas):

Se producen zonas de necrosis (tejidos muertos), y pueden llegar a alcanzar órganos vecinos profundos, músculos, nervios e incluso a los huesos. La considerable energía disipada, puede provocar la coagulación irreversible de las células de los músculos estriados e incluso la carbonización de las mismas.

ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

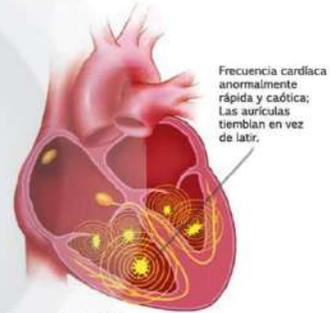


ENERGIAS PELIGROSAS

EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO

Fibrilación ventricular:

- Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por rotura del ritmo cardíaco.
- El corazón, no puede bombear sangre a los diferentes tejidos del cuerpo humano. Ello es grave en los tejidos del cerebro donde es imprescindible una oxigenación continua de los mismos por la sangre.
- La fibrilación se produce cuando el choque eléctrico tiene una duración superior a 0.15 segundos.



Frecuencia cardíaca anormalmente rápida y caótica; Las aurículas tiemblan en vez de latir.

Fibrilación ventricular ECG



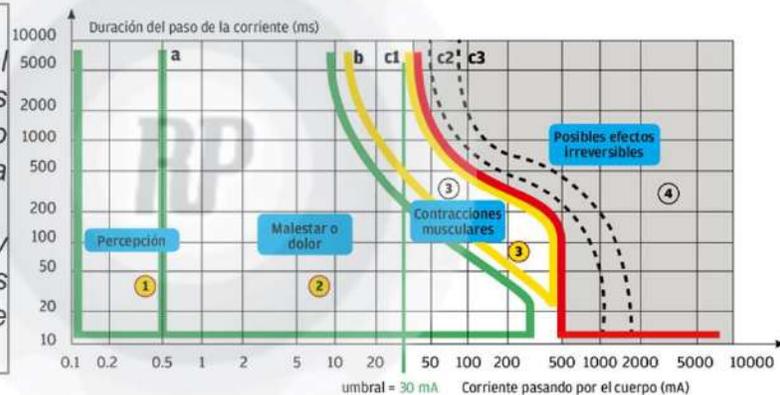
ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

ENERGIAS PELIGROSAS

EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO

Norma IEC 60479

- La norma internacional IEC 60479 estudia los efectos que tiene el paso de la corriente alterna sobre el cuerpo humano.
- Define distintas zonas y curvas, correspondientes a combinaciones de corriente y tiempo.



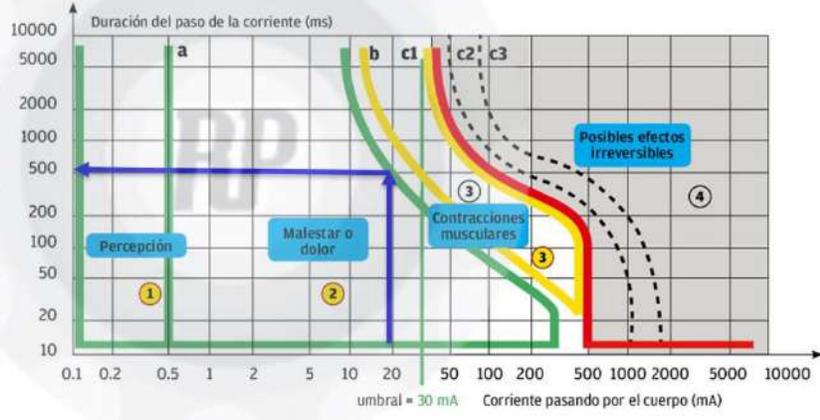
ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.



ENERGIAS PELIGROSAS

EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO

Ejemplo 1
 Si por una persona circula una corriente de 20 mA, ¿cual es el tiempo máximo que se puede soportar antes de que se produzcan dificultades en la respiración?



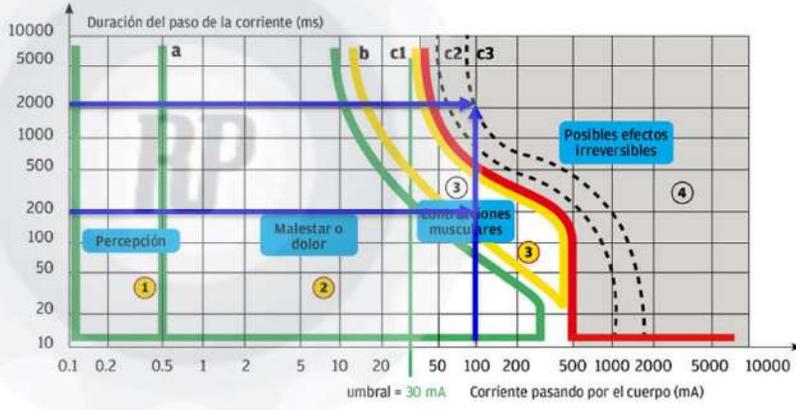
ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.

ENERGIAS PELIGROSAS

EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO

Ejemplo 2
 Que efectos produce una corriente de 100 mA

- ✓ Durante 2 segundos
- ✓ Durante 200 milisegundos



ING. JORGE LUIS ARZAPALO B.



ENERGIAS PELIGROSAS

EFECTOS DE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE EN EL CUERPO HUMANO

INTENSIDAD DE CORRIENTE:

Mediante experimentos realizados en personas y animales, ha quedado demostrado que la intensidad es uno de los factores que determinan la mayor o menor gravedad de las lesiones.

1 a 3 mA	No existe peligro y el contacto se puede mantener sin problemas.
3 a 10 mA	Produce una sensación de hormigueo y puede provocar movimientos reflejos.
10 mA	Contracción muscular máxima o contracción de los músculos de las manos y los brazos que impide soltar los objetos.
25 mA	Paro respiratorio (si la corriente atraviesa el cerebro).
25 a 30 mA	Asfixia (si la corriente atraviesa el tórax).
60 a 75 mA	Fibrilación ventricular (si atraviesa el corazón).

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ENERGIAS PELIGROSAS

RELACIÓN INTENSIDAD-TIEMPO QUE PUEDE CAUSAR LA MUERTE

INTENSIDAD	TIEMPO
15 mA	2 min.
20 mA	60 seg.
30 mA	35 seg.
100 mA	3 seg.
500 mA	110 mseg.
1 A	30 mseg.

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ING. JORGE LUIS ARZAPALO BARRERA



ENERGIAS PELIGROSAS

**LESIONES PRODUCIDAS POR LA
CORRIENTE ELÉCTRICA**

Con paso de corriente por el cuerpo:

- **Muerte por paro cardíaco (fibrilación ventricular).**
- **Asfixia y paro respiratorio.**
- **Tetanización / contracción muscular.**
- **Quemaduras** internas y externas (mortales o no).
- **Bloqueo renal** por efectos tóxicos de las quemaduras.
- **Embolias** por efecto electrolítico en la sangre.
- **Lesiones físicas** secundarias por caídas, golpes, etc.



ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ENERGIAS PELIGROSAS

**LESIONES PRODUCIDAS POR LA
CORRIENTE ELÉCTRICA**

Sin paso de corriente por el cuerpo:

- **Quemaduras directas** por arco eléctrico proyecciones de partículas, etc.
- **Lesiones oftalmológicas** por radiaciones de arcos eléctricos (conjuntivitis, ceguera).
- **Lesiones debidas a explosiones** de gases o vapores iniciadas por arcos eléctricos.



ING. JORGE ARZAPALO BARRERA



ENERGIAS PELIGROSAS

BLOQUEO Y ETIQUETADO

¡RECUERDA!

BLOQUEO

Es asegurar físicamente que una máquina no se pueda operar mientras se realizan los mantenimientos o inspecciones, mediante el uso conjunto de un dispositivo y candado de identificación adecuado.

ETIQUETAR

Es la manera de informar que la energía que aísla el dispositivo se encuentra interrumpida (cortada) y que el equipo o máquina se encuentra en intervención y no puede ser usado hasta que sea retirado el dispositivo de bloqueo asignado por quien realiza el mantenimiento.



ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ENERGIAS PELIGROSAS

LOCKOUT TAGOUT (LOTO)

- Es un procedimiento de seguridad para desconectar y consignar las distintas fuentes de energía de los equipos industriales, mientras las operaciones de mantenimiento, limpieza se llevan a cabo.
- El procedimiento LOTO protege a los trabajadores tanto de una puesta en marcha accidental de las energías vivas como de las energías residuales y de un encendido imprevisto que pueda provocar un accidente durante un servicio de mantenimiento o aislamiento (corte, atrapamiento, quemaduras, electrocución, etc.).



BLOQUEO Y ETIQUETADO



ING. JORGE ARZAPALO BARRERA



ENERGIAS PELIGROSAS

ACTUACIONES DEL PROCESO LOTO

CONSIGNACIÓN: Dispositivo físico que asegura la no puesta en marcha de la energía y que solamente podrá ser retirado por el usuario o usuarios que lo hayan bloqueado.

SEÑALIZACIÓN: es importante añadir una etiqueta en el punto de bloqueo con los datos de la persona responsable de la consignación.



BLOQUEO: Se asegura que el elemento queda desenergizado, que se corta el paso a la energía viva.

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ENERGIAS PELIGROSAS

DISPOSITIVOS



CANDADOS

- Impide que los empleados activen accidentalmente el equipo mientras alguien esta trabajando o manipulando la instalación
- Pueden ser metálicos, de acero inoxidable, dieléctricos, depende de la necesidad.
- Son personales

PINZAS MULTIPLES

- Permiten añadir mas candados a un bloqueo.
- Para trabajos grupales (personas en un mismo punto de bloqueo).
- Son de nylon xenoy (dieléctricas o en acero inoxidable).

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA



ENERGIAS PELIGROSAS

DISPOSITIVOS



ETIQUETAS

- Permiten señalización visual y nos indican la persona que ha realizado la consignación.
- Pueden ser etiquetas estándares y personalizadas.



CAJAS DE BLOQUEO

- Para procesos de bloqueos mas complicados (jerarquía de desbloqueo)
- Las llaves de candados bloqueados se depositan en caja y esta se bloquea con otros candados.

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ENERGIAS PELIGROSAS

DISPOSITIVOS



ARMARIOS/ESTACIONES DE BLOQUEO

- Facilitan la organización y mejora la eficiencia de los procesos LOTO
- El tamaño de los mismos se adapta a las necesidades de consignación de cada empresa..

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ING. JORGE LUIS ARZAPALO BARRERA



ENERGIAS PELIGROSAS

DISPOSITIVOS



ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ENERGIAS PELIGROSAS

PROGRAMA PARA MANEJO Y CONTROL DE ENERGIAS

1. Los empleadores deben tener **PROCEDIMIENTOS - Estándares de Seguridad** - para este proceso los cuales se usarán en todas las situaciones donde la energización inesperada, arranque, o liberación de energía almacenada del equipo o proceso mecánico, se pueda manifestar, con la posibilidad de causar lesiones al trabajador.
2. Estos se deben aplicar para la totalidad de actividades como instalación, reparación, operación, ajuste, limpieza o desatascamiento, en equipos o procesos mecánicos
3. Basados en lo anterior los empleadores deben crear y poner en práctica un Programa de Control de Energías, escrito, el cual como mínimo:
 - o Describa procedimientos seguros de trabajo.
 - o Establezca procedimientos formales de bloqueo e identificación con etiquetas.
 - o Adiestre a todos los trabajadores en el programa, y haga cumplir el uso de los procedimientos (incluso acción disciplinaria por no seguirlos).

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA



ENERGIAS PELIGROSAS

PROGRAMA PARA MANEJO Y CONTROL DE ENERGIAS

PASOS:

- ⦿ Entrenamiento del personal
- ⦿ Preparación para apagar equipos
- ⦿ Apagado del equipo
- ⦿ Aislamiento de equipos
- ⦿ Fijación de candados y tarjetas
- ⦿ Control de energía residual
- ⦿ Verificación del aislamiento del equipo
- ⦿ Realizar el trabajo

REENTRENAMIENTO

- ⦿ Cuando cambie el procedimiento
- ⦿ Cuando cambie la legislación
- ⦿ Cuando las auditorias demuestren requerir reentrenamiento
- ⦿ Cuando cambien los procesos o se agreguen nuevos riesgos
- ⦿ Cuando ingresen empleados nuevos o sean transferidos



ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ENERGIAS PELIGROSAS



REGLAS DE ORO



Procure trabajar con una línea "muerta" es decir no energizada en su totalidad, sin embargo, en muchas ocasiones esto no es posible, porque pueden existir simultáneamente otras labores que no pueden detenerse durante la intervención que se va a llevar a cabo. Por consiguiente, se relacionan las siguientes reglas:

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ING. JORGE LUIS ARZAPALO BARRERA



ENERGIAS PELIGROSAS

5 REGLAS DE ORO - ELECTRICIDAD

1.- DESCONECTAR, CORTE VISIBLE O EFECTIVO

- Ⓢ Antes de iniciar cualquier trabajo eléctrico sin tensión debemos desconectar todas las posibles alimentaciones a la línea, máquina o cuadro eléctrico. Prestaremos especial atención a la alimentación a través de grupos electrógenos y otros generadores, sistemas de alimentación interrumpida, baterías de condensadores, etc.
- Ⓢ Consideraremos que el corte ha sido bueno cuando podamos ver por nosotros mismos los contactos abiertos y con espacio suficiente como para asegurar el aislamiento. Esto es el corte visible.
- Ⓢ Como en los equipos modernos no es posible ver directamente los contactos, los fabricantes incorporan indicadores de la posición.
 - Ⓢ Interruptores
 - Ⓢ Seccionadores
 - Ⓢ Pantógrafos
 - Ⓢ Fusibles
 - Ⓢ Puentes flojos



1. Desconectar.

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ENERGIAS PELIGROSAS

5 REGLAS DE ORO - ELECTRICIDAD

2.- ENCLAVAMIENTO, BLOQUEO Y SEÑALIZACIÓN

- Ⓢ Se debe prevenir cualquier posible re-conexión, utilizando para ello medios mecánicos (por ejemplo candados).
- Ⓢ Para enclavar los dispositivos de mando no se deben emplear medios fácilmente anulables, tales como cinta aislante, bridas y similares.
- Ⓢ Cuando los dispositivos sean telemandados, se debe anular el telemando eliminando la alimentación eléctrica del circuito de maniobra.
- Ⓢ En los dispositivos de mando enclavados se señalará claramente que se están realizando trabajos.
- Ⓢ Además, es conveniente advertir a otros compañeros que se ha realizado el corte y el dispositivo está enclavado.



2. Prevenir cualquier posible realimentación.

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ING. JORGE LUIS ARZAPALO BARRERA



ENERGIAS PELIGROSAS

5 REGLAS DE ORO - ELECTRICIDAD

3.- COMPROBACIÓN DE AUSENCIA DE TENSION

- En los trabajos eléctricos debe existir la premisa de que, hasta que no se demuestre lo contrario, los elementos que puedan estar en tensión, lo estarán de forma efectiva.
- Siempre se debe comprobar la ausencia de tensión antes de iniciar cualquier trabajo, empleando los procedimientos y equipos de medida apropiados al nivel de tensión más elevado de la instalación.
- Haber realizado los pasos anteriores no garantiza la ausencia de tensión en la instalación.
- La verificación de ausencia de tensión debe hacerse en cada una de las fases y en el conductor neutro, en caso de existir.
- También se recomienda verificar la ausencia de tensión en todas las masas accesibles susceptibles de quedar eventualmente sin tensión



3. Verificar la ausencia de tensión.

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA

ENERGIAS PELIGROSAS

5 REGLAS DE ORO - ELECTRICIDAD

4.- PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO

- Este paso es especialmente importante, ya que creará una zona de seguridad virtual alrededor de la zona de trabajo.
- Los equipos o dispositivos de puesta a tierra deben soportar la intensidad máxima de defecto trifásico de ese punto de la instalación sin estropearse. Además, las conexiones deben ser mecánicamente resistentes y no soltarse en ningún momento.
- Las tierras se deben conectar en primer lugar a la línea, para después realizar la puesta a tierra. Los dispositivos deben ser visibles desde la zona de trabajo.
- Aunque este sistema protege frente al riesgo eléctrico, puede provocar otros riesgos, como caídas o golpes, porque en el momento del cortocircuito se produce un gran estruendo que puede asustar al técnico.



4. Poner a tierra y en cortocircuito.

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA



ENERGIAS PELIGROSAS

5 REGLAS DE ORO - ELECTRICIDAD

5.- SEÑALIZACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

- La zona dónde se están realizando los trabajos se señalará por medio de vallas, conos o dispositivos análogos.
- Si procede, también se señalarán las zonas seguras para el personal que no está trabajando en la instalación.



5. Proteger frente a elementos en tensión y señalar la zona.

ING. JORGE ARZAPALO BARRERA



**SUPERVISOR DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO
MODULO 03**



ING. JORGE ARZAPALO
jl_arzapalo@yahoo.es



ENERGIAS PELIGROSAS

GRACIAS!

SESION 02

ING. JORGE LUIS ARZAPALO BARRERA