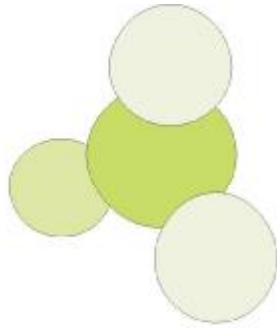


LA DEFENSA CONTRA EL ARCO ELÉCTRICO (Arc Flash)

Presenta

Roberto Ruelas Gómez



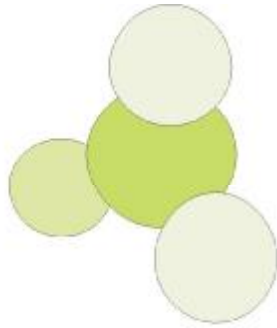
Puntos a tratar:

1. Datos del Arco Eléctrico
2. Estadísticas de accidentes
3. Normatividad
4. Protecciones en los aparatos
5. Equipo de Protección Personal
6. Etiquetas Preventivas
7. Medidas de Seguridad
8. Conclusiones



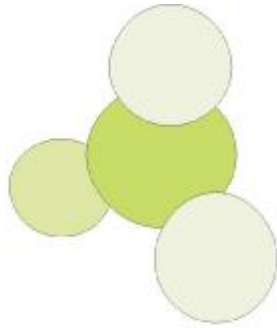
1. Datos del Arco Eléctrico

2. Estadísticas de accidentes
3. Normatividad
4. Protecciones en los aparatos
5. Equipo de Protección Personal
6. Etiquetas Preventivas
7. Medidas de Seguridad
8. Conclusiones

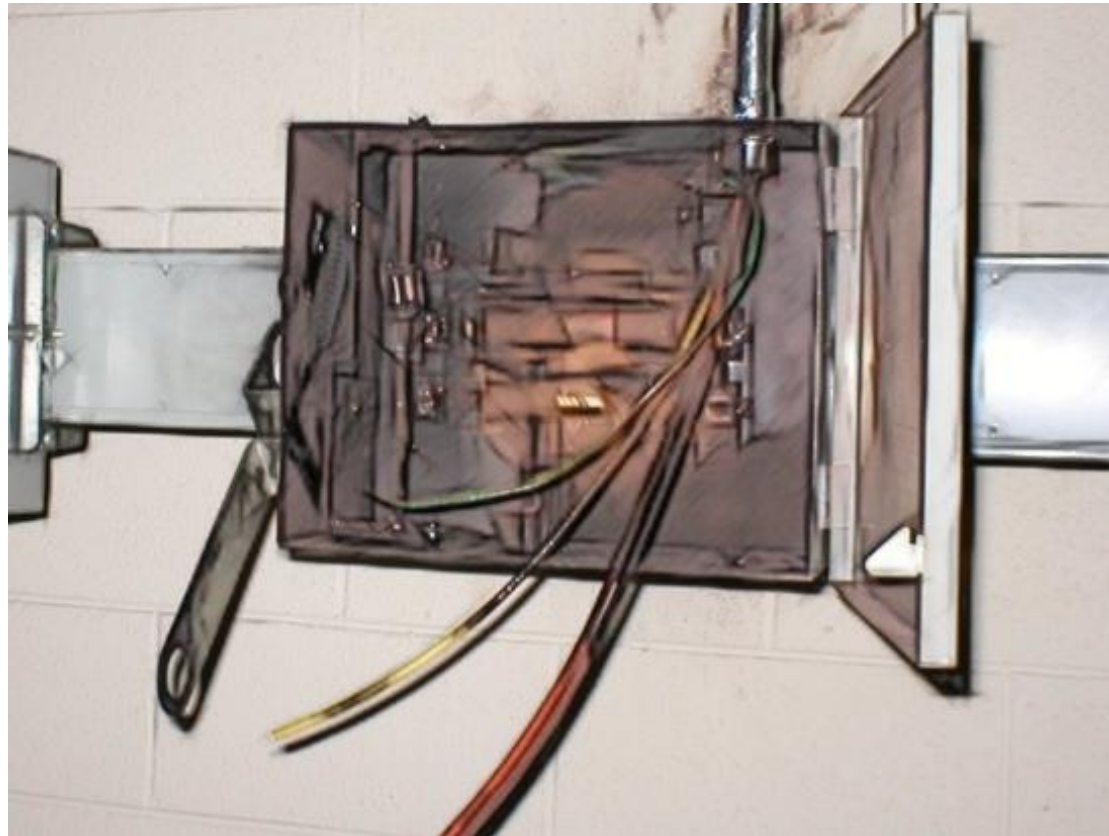


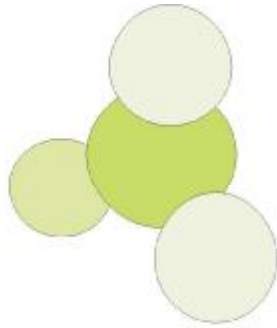
ARCO ELÉCTRICO

Es la rápida emisión de energía causada por una falla eléctrica que rompe el dieléctrico (aire) y que se sostiene por el plasma generado.



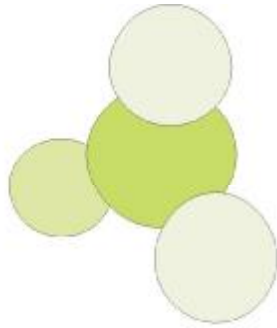
ARCO ELÉCTRICO Datos





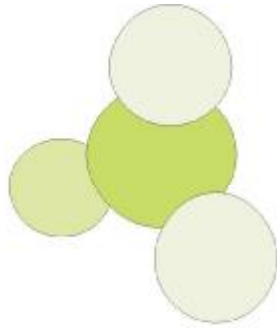
ARCO ELÉCTRICO

El arco eléctrico es solamente limitado por la capacidad del sistema en el punto y la impedancia del arco mismo.



EXPANSIÓN VOLUMÉTRICA

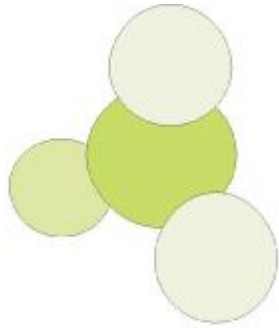
El cobre vaporizado provoca una expansión volumétrica de 40000 a 1.



ENERGÍA TÉRMICA

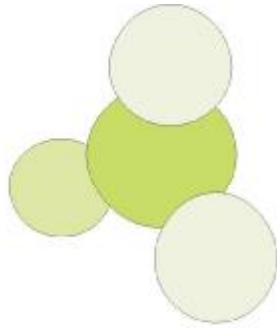
Las temperaturas que alcanza el arco eléctrico provocado por una falla son del orden de 20000 C, lo que puede quemar a una persona a 3 metros, y fundirle la ropa sintética a la piel.

Además que las quemaduras de la ropa incendiada se suman a las ocasionadas por el arco eléctrico. www.ruelsa.com



ARCO ELÉCTRICO Datos





ARCO ELÉCTRICO Datos

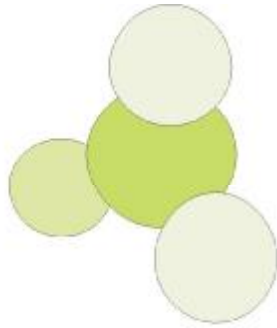
Además que las quemaduras de la ropa incendiada se suman a las ocasionadas por el arco eléctrico.





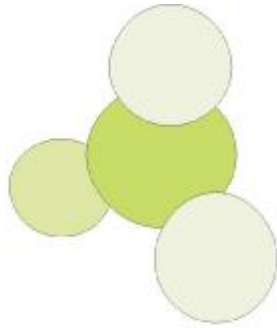
ENERGÍA ACÚSTICA

La energía acústica de un arco eléctrico causa sordera temporal.



PRESIÓN

La onda de presión provocada por un arco eléctrico causado por una falla puede empujar a las personas varios metros del lugar de la escena.

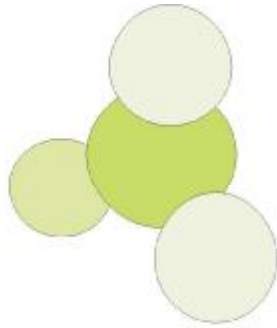


ARCO ELÉCTRICO Datos

La presión en PSI es igual a

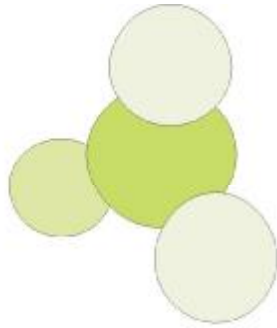
$$\frac{11.5 \text{ (Falla en kA)}}{\text{(Distancia en pies)}^{0.9}}$$

Ref: Lee, Ralph. Pressures Developed by Arcs. IEEE 1987.



ESCOMBROS

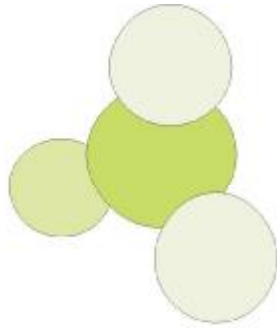
Las piezas desprendidas de los equipos al momento de una falla con arco eléctrico pueden viajar hasta unos 400 km/h, lo que puede dañar todos los órganos de una persona.



ARCO ELÉCTRICO Datos

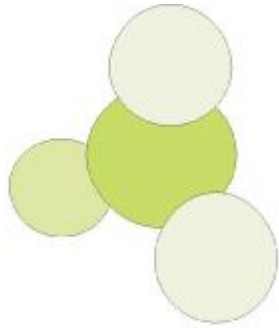


www.ruelsa.com



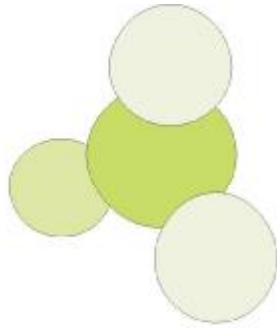
LUZ MUY INTENSA

La luz de un arco eléctrico causa daños a la vista, incluyendo la ceguera.



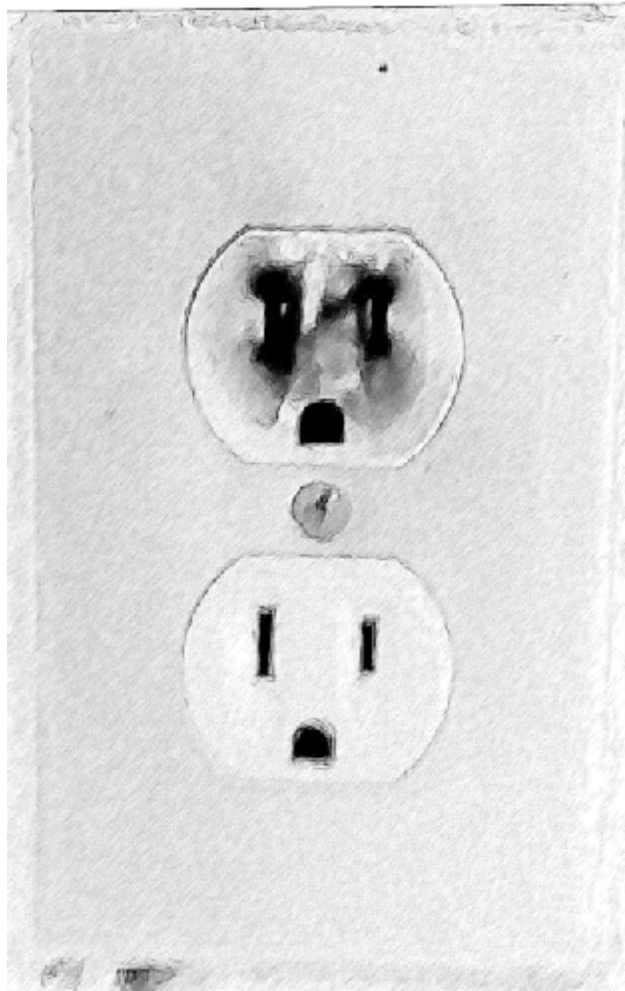
ARCO ELÉCTRICO Datos





ARCO ELÉCTRICO

Datos



¿hubo en la ilustración un arco eléctrico?

¿cuál es la diferencia con los arcos eléctricos descritos?



1. Datos del Arco Eléctrico

2. Estadísticas de accidentes

3. Normatividad

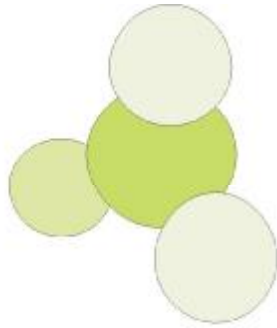
4. Protecciones en los aparatos

5. Equipo de Protección Personal

6. Etiquetas Preventivas

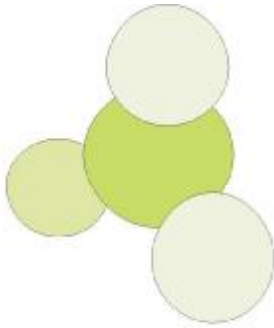
7. Medidas de Seguridad

8. Conclusiones



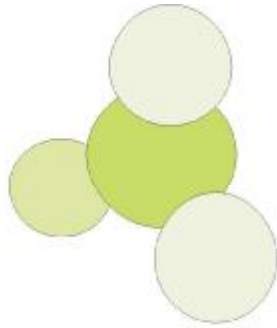
En los Estados Unidos:

- Cada año se tienen 30 000 accidentes con electricidad que no son fatales. 80% de los cuales son causados por ARCO ELÉCTRICO.
- 2 000 trabajadores son tratados cada año en clínicas especiales para quemaduras.



En los Estados Unidos:

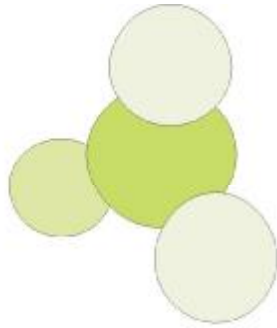
- Los trabajadores quemados duran en promedio 1.5 días en el hospital, y aún más en casa.



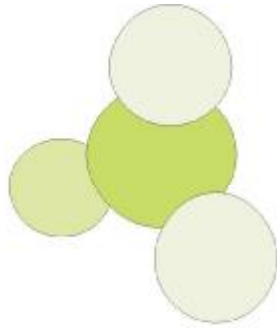
ARCO ELÉCTRICO Estadísticas de Accidentes

Otros datos:

- En los hospitales hay más personas en tratamiento causado por arco eléctrico que por choque eléctrico.
- Los efectos del arco eléctrico pueden matar a 3m

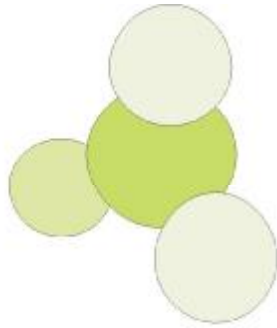


1. Datos del Arco Eléctrico
2. Estadísticas de accidentes
- 3. Normatividad**
4. Protecciones en los aparatos
5. Equipo de Protección Personal
6. Etiquetas Preventivas
7. Medidas de Seguridad
8. Conclusiones



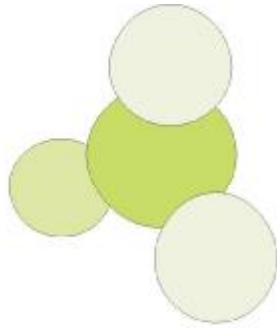
En México, se deja a las empresas la responsabilidad de proteger a los trabajadores de acuerdo con los ambientes de trabajo.

**Fuente: SECRETARÍA DEL TRABAJO Y
PREVISIÓN SOCIAL – NOM-017-STPS-2008**



**SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN
SOCIAL – NOM-017-STPS-2008**

5.2 Identificar y analizar los riesgos de trabajo a los que están expuestos los trabajadores por cada puesto de trabajo y área del centro laboral.



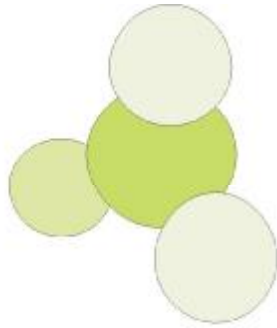
**SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN
SOCIAL – NOM-017-STPS-2008**

5.3 Determinar el equipo de protección personal, que deben utilizar los trabajadores en función de los riesgos de trabajo a los que puedan estar expuestos



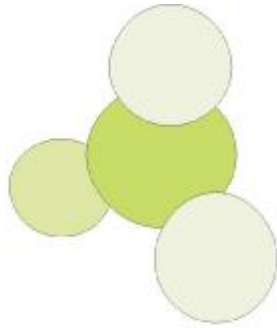
**SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN
SOCIAL – NOM-017-STPS-2008**

5.8 Identificar y señalar las áreas del centro de trabajo en donde se requiera el uso obligatorio de equipo de protección personal.

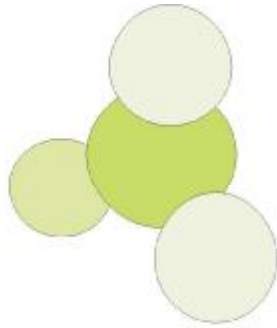


**SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN
SOCIAL – NOM-017-STPS-2008**

6.2 Utilizar el equipo de protección personal proporcionado por el patrón de acuerdo a la capacitación que recibieron para tal efecto.

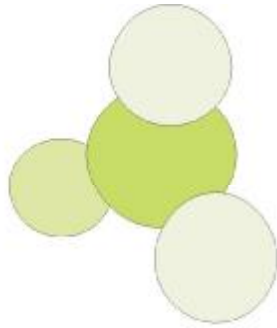


Y la norma de Instalaciones Eléctricas: PERSONA CALIFICADA. Es aquella persona física cuyos conocimientos y facultades especiales para intervenir en el proyecto, cálculo, construcción, operación o mantenimiento de una determinada instalación eléctrica han sido comprobados en términos de la legislación vigente o por medio de un procedimiento de evaluación de la conformidad bajo la responsabilidad del usuario o propietario de las instalaciones.



En los Estados Unidos, las siguientes organizaciones han establecido normas de seguridad sobre el ARCO ELÉCTRICO:

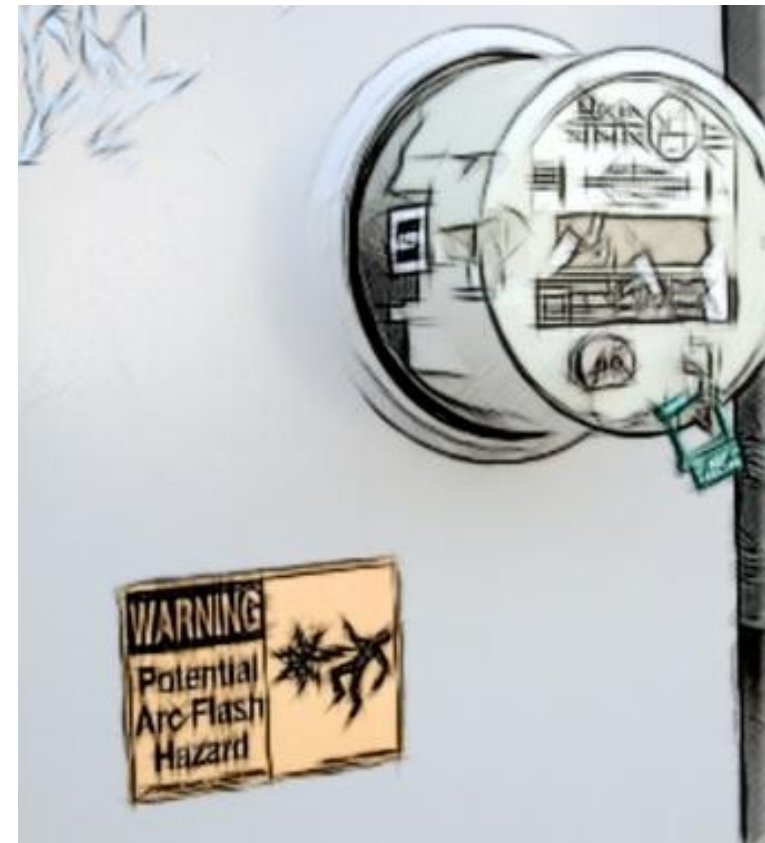
- *IEEE 1584 - 2002 Guide to Performing Arc-Flash Hazard Calculations*
- *OSHA Standards 29-CFR, Part 1910*
- *NFPA 70-2002 National Electrical Code.*
- *NFPA 70E-2000 Standard for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces.*

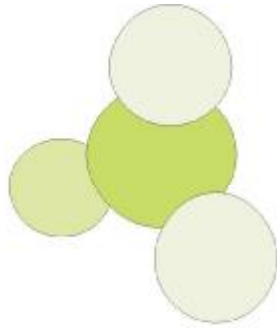


ARCO ELÉCTRICO Normatividad

IEEE

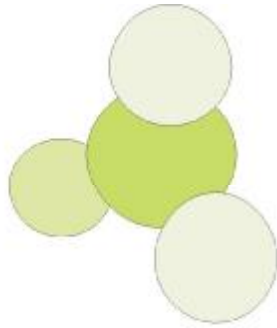
El estándar IEEE C2-2007 aplica a los trabajadores de las empresas eléctricas.





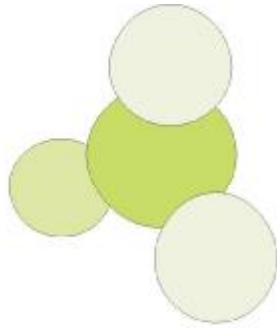
IEEE

De acuerdo con el IEEE C2-2007 desde el 1 de enero de 2009, las empresas eléctricas deben hacer un análisis de riesgo para los trabajadores que estén cerca de equipos energizados.



ARCO ELÉCTRICO Normatividad





OSHA

Establece la reglamentación para el uso correcto del Equipo Personal de Protección (EPP) en todos los EUA.

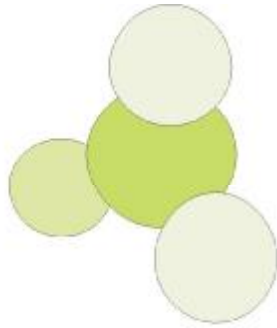


OSHA

La reglamentación en las empresas es un plan de 6 puntos:

- 1.- Debe tener y operar, un programa de seguridad con responsabilidades definidas.
- 2.- Cálculos para obtener el grado de peligrosidad del ARCO ELÉCTRICO.
- 3.- Uso del Equipo Protector Personal (EPP)

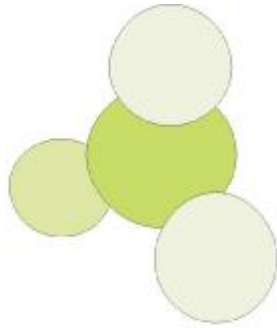
...



OSHA

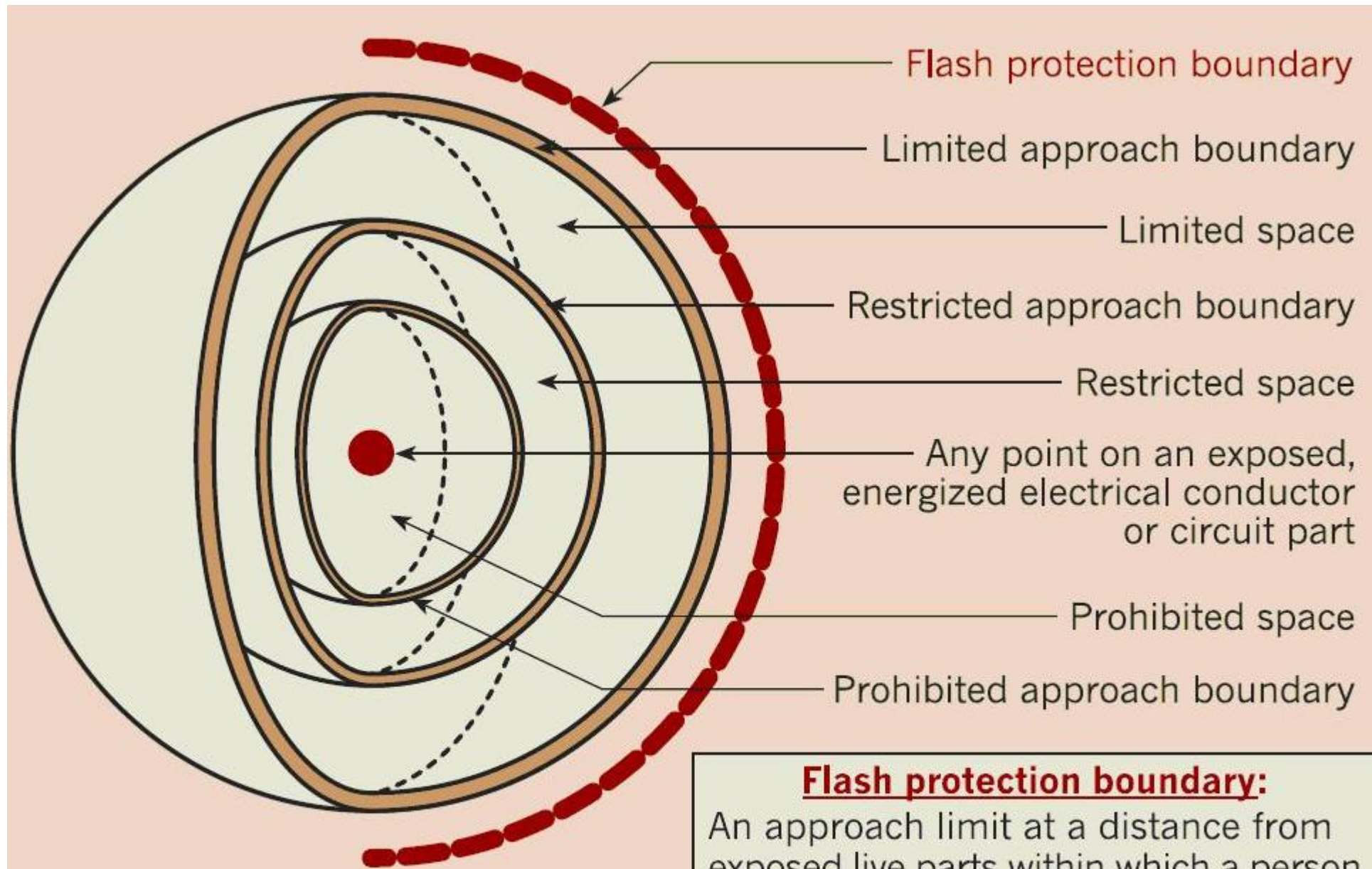
...

- 4.- Capacitación en los peligros del ARCO ELÉCTRICO.
- 5.- Uso de las herramientas apropiadas para el trabajo seguro.
- 6.- Etiquetas en los equipos, colocadas por los propietarios.



NFPA

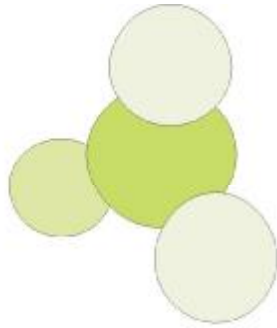
NFPA introdujo en el Código Nacional Eléctrico (NEC) el requisito de uso de su estándar NFPA 70E donde se establecen procedimientos de trabajo y de marcado con letreros todos los sitios peligrosos donde se puede tener contacto con equipos energizados.



Flash protection boundary:

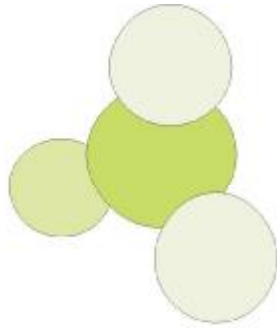
An approach limit at a distance from exposed live parts within which a person could receive a second degree burn if an electric arc flash were to occur (NFPA 70E).

Source: NFPA 70E, Fig. A-1-2.4



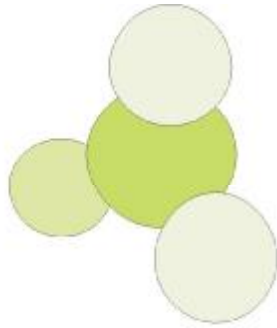
NFPA 70E

Este estándar establece categorías de riesgo por ARCO ELÉCTRICO. Categorías que van del cero con poco o nada de riesgo, al 4, con muy alto riesgo. Y, define los EPP de acuerdo a esas categorías.

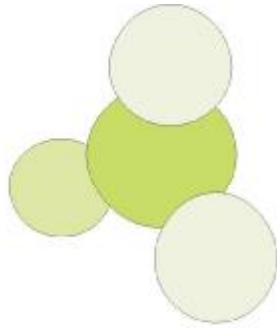


**SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN
SOCIAL – NOM-017-STPS-2008**

El equipo de protección personal seleccionado deberá, preferentemente, contar con la certificación emitida por un organismo de certificación, acreditado y/o aprobado en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, ...



1. Datos del Arco Eléctrico
2. Estadísticas de accidentes
3. Normatividad
- 4. Protecciones en los aparatos**
5. Equipo de Protección Personal
6. Etiquetas Preventivas
7. Medidas de Seguridad
8. Conclusiones



ARCO ELÉCTRICO Protecciones en Aparatos

La mayoría de los equipos en baja tensión diseñados bajo criterios IEC están hechos para proteger a los trabajadores desde su fabricación...

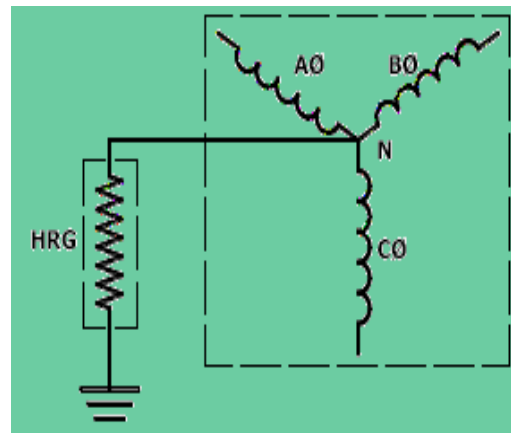
- Ø Usando tensiones de control menores a 50 V
- Ø Impidiendo con barreras físicas la intervención humana en equipos energizados.

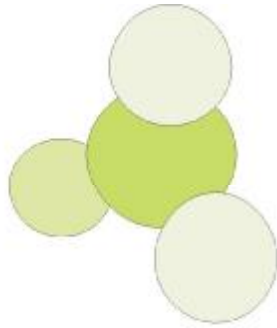


ARCO ELÉCTRICO Protecciones en Aparatos

Existen también otros sistemas para limitar la magnitud del arco eléctrico:

- Puesta a tierra de alta resistencia





ARCO ELÉCTRICO

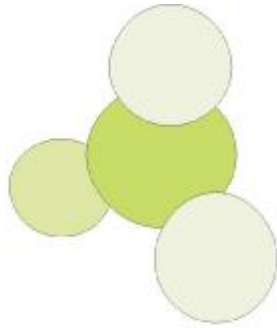
Protecciones en Aparatos

- Detectores de presión del arco eléctrico.



Tiempo de respuesta:
8 ms

Ref. www.i-gard.com



ARCO ELÉCTRICO

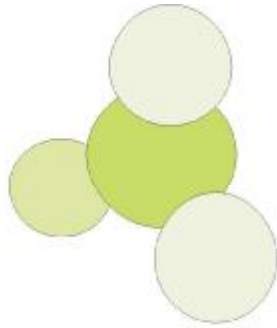
Protecciones en Aparatos

- Detectores de la luz del arco eléctrico.

Tiempo de respuesta:
1 ms

Ref. www.i-gard.com





ARCO ELÉCTRICO Protecciones en Aparatos

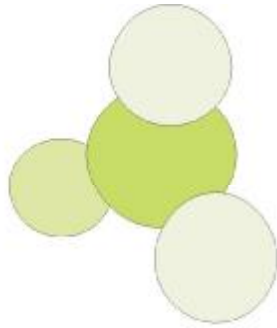
- Alarma de ionización.

Tiempo de respuesta:
ANTES DEL ARCO

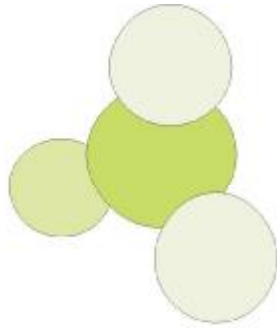
Ref. www.i-gard.com



Ref: I-Gard

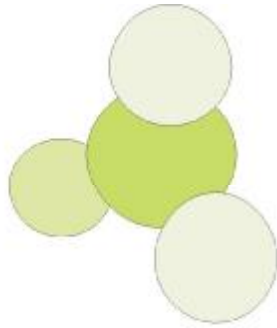


1. Datos del Arco Eléctrico
2. Estadísticas de accidentes
3. Normatividad
4. Protecciones en los aparatos
- 5. Equipo de Protección Personal**
6. Etiquetas Preventivas
7. Medidas de Seguridad
8. Conclusiones



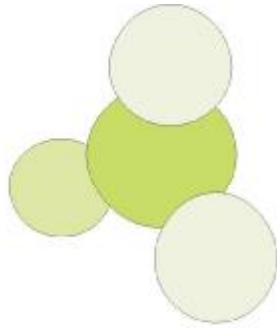
¿Y EL MEJOR MÉTODO DE
PROTECCIÓN?

!!!DESENERGIZAR!!!



RECORDATORIO:

- ü QUEMADURA DE 1er GRADO.** La epidermis se torna de color rojo.
- ü QUEMADURA DE 2º. GRADO.** Aparecen ampollas en la piel.
- ü QUEMADURA DE 3er GRADO.** Destrucción de la epidermis y la dermis.



ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

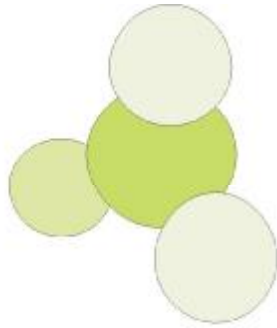
En nuestro país existe la costumbre de trabajar con los equipos energizados, las que requieren al menos las siguientes condiciones de seguridad:

- ü Iluminación adecuada
- ü Uso de herramienta aislada y en perfectas condiciones.
- ü Uso del EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADECUADO.



ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

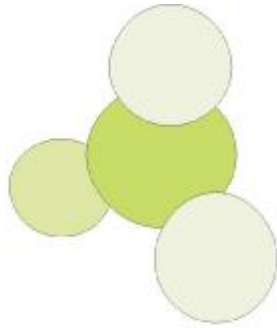
**Y ¿cómo saber cual es el EQUIPO DE
PROTECCIÓN PERSONAL ADECUADO
en cada caso?**



ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

Videos de arcos eléctricos

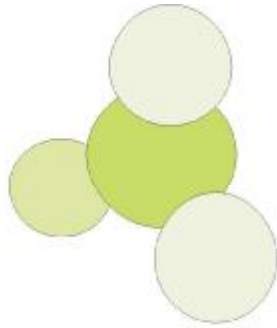
http://www.westexinc.com/flash_video/westex.html



ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

Entonces, ¿cómo saber cual es el EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) ADECUADO en cada caso?

- 1.- Conociendo los EPP**
- 2.- Etiquetando todos los equipos eléctricos**



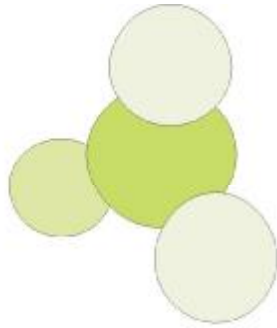
ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

Un EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ADECUADO es el que limita la energía incidente a 1.2 Cal/cm².

Ref. NFPA 70E Fig C-1-2.4

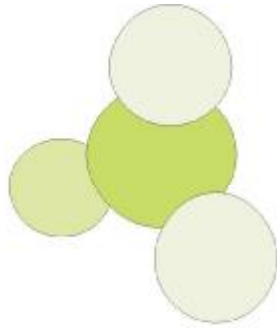
NOTA:

Esa energía provoca una quemadura de segundo grado (CURABLE).



ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

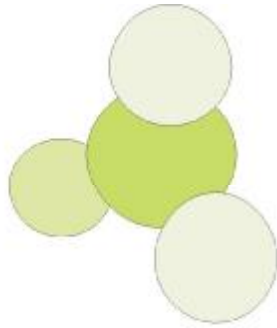
ENERGÍA INCIDENTE: Energía impresa en una superficie a una distancia de la fuente del arco eléctrico.



ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

CATEGORÍAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) ELÉCTRICOS

- ü CATEGORÍA 0 - Donde hay poco o nada de riesgo de ARCO ELÉCTRICO.
- ü CATEGORÍA 1
- ü CATEGORÍA 2
- ü CATEGORÍA 3
- ü CATEGORÍA 4 – Para el más alto nivel de riesgo



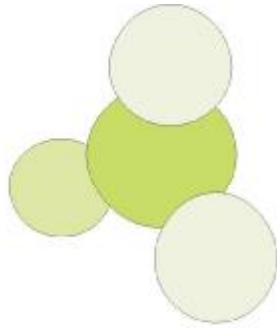
ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

CATEGORÍA 0

1.2 Cal/cm²

de energía incidente que el EPP puede soportar

ALGODÓN SIN TRATAR o LANA



ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

IMPORTANTE:

El algodón se prende con 4-5 cal/cm² de energía, y como es una fibra pesada, se quema por más tiempo que una fibra sintética.

La fibra sintética se funde y se adhiere a la piel.



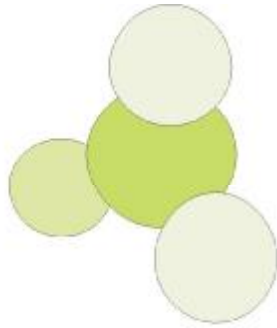
ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

CATEGORÍA 1

5 Cal/cm²

de energía incidente que el EPP puede soportar

**CAMISA Y PANTALÓN CON
RETARDANTE DE FLAMA - Sirve
el pantalón de mezclilla.**

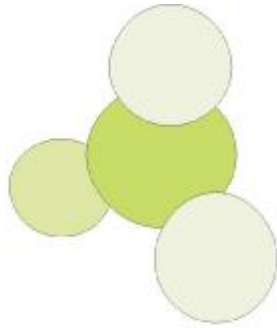


CATEGORÍA 2

8 Cal/cm²

de energía incidente que el EPP puede soportar

**ROPA INTERIOR DE ALGODÓN,
CAMISA Y PANTALÓN CON
RETARDANTE DE FLAMA**



ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

CATEGORÍA 2

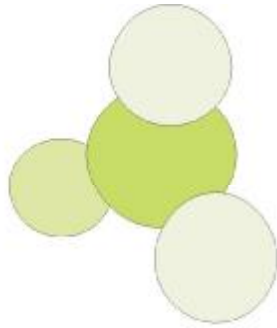




ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

CATEGORÍA 2

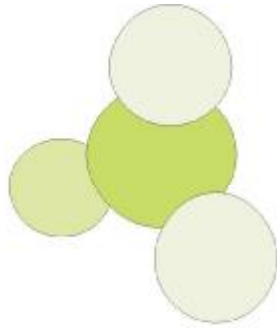




ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

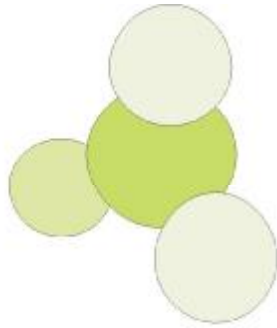
CATEGORÍA 2





ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal





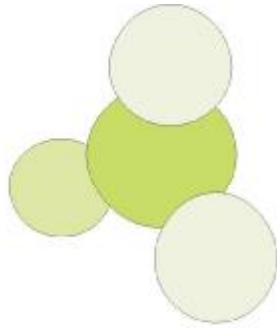
ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

CATEGORÍA 3

25 Cal/cm²

de energía incidente que el EPP puede soportar

**ROPA INTERIOR DE ALGODÓN,
CAMISA, PANTALÓN Y OVERALL
CON RETARDANTE DE FLAMA**



CATEGORÍA 4

40 Cal/cm²

de energía incidente que el EPP puede soportar

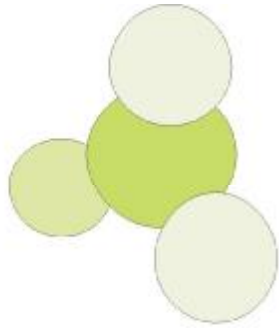
**ROPA INTERIOR DE ALGODÓN,
CAMISA Y PANTALÓN CON
RETARDANTE DE FLAMA.
OVERALL DE DOBLE CAPA.**



ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal

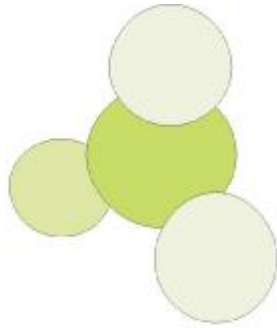
CATEGORÍA 4





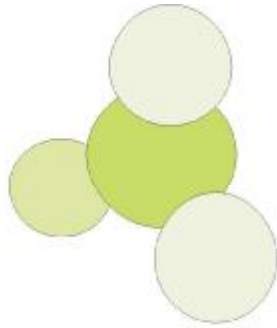
ARCO ELÉCTRICO Equipo de Protección Personal





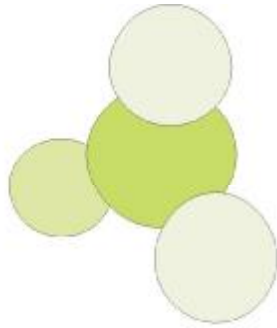
ARCO ELÉCTRICO

1. Datos del Arco Eléctrico
2. Estadísticas de accidentes
3. Normatividad
4. Protecciones en los aparatos
5. Equipo de Protección Personal
- 6. Etiquetas Preventivas**
7. Medidas de Seguridad
8. Conclusiones



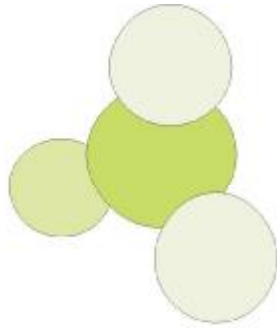
ARCO ELÉCTRICO Etiquetas Preventivas

Desde el NEC 2002, apareció la sección 110-16 que dice que todos los tableros y CCMs que requieran pruebas o mantenimiento mientras están energizados debe estar marcados visiblemente con el aviso de los peligros del ARCO ELÉCTRICO potencial.



ARCO ELÉCTRICO Etiquetas Preventivas

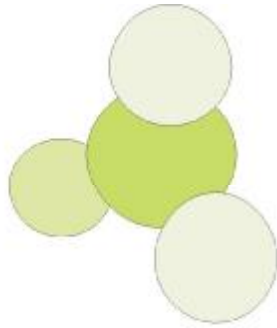





ARCO ELÉCTRICO Etiquetas Preventivas

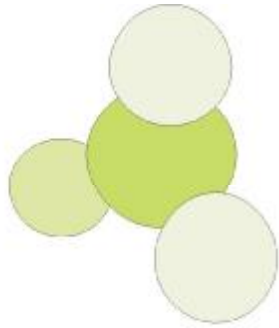
Las etiquetas preventivas que se usa colocar en los equipos eléctricos llevan al menos como información:

- EPP Requerido
- Energía Incidente calculada en cal/cm²

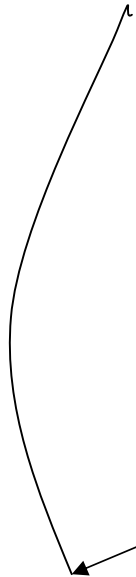


ARCO ELÉCTRICO Etiquetas Preventivas

	
WARNING	
Arc Flash and Shock Hazard Appropriate PPE Required	
_____	Flash Hazard Boundary
_____	cal/cm ² Flash Hazard at 18 Inches
_____	PPE Level _____
_____	_____
_____	Shock Hazard when Cover Is _____
_____	Limited Approach
_____	Restricted Approach _____
_____	Prohibited Approach _____



ARCO ELÉCTRICO Etiquetas Preventivas

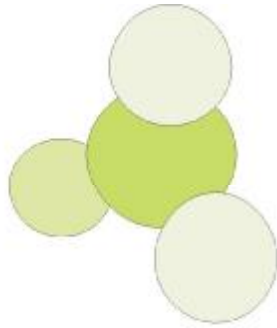


**Distancia límite del
Arco Eléctrico**

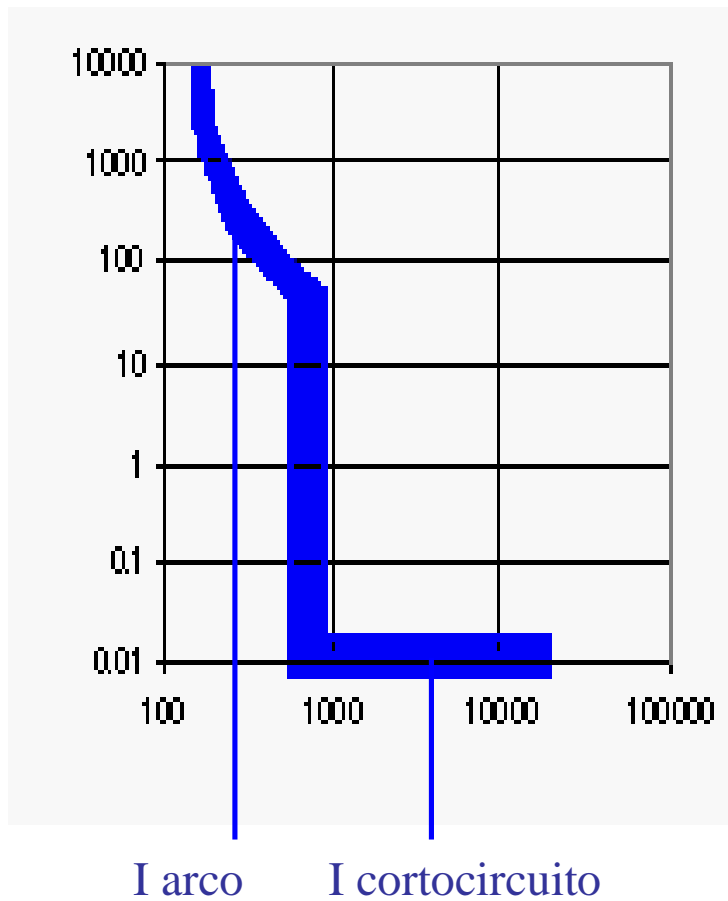


ARCO ELÉCTRICO Etiquetas Preventivas

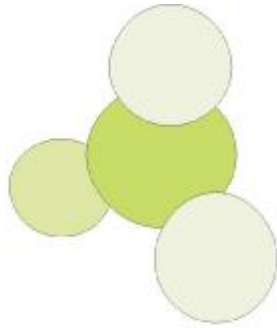
La forma de las etiquetas pueden variar de empresa a empresa, pero los datos se obtienen de un estudio en computadora donde se calcula el nivel de cortocircuito.



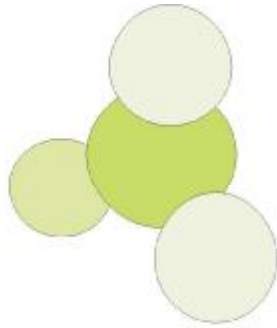
ARCO ELÉCTRICO Etiquetas Preventivas



Incluyendo también dependen el tiempo de disparo de las protecciones.



1. Datos del Arco Eléctrico
2. Estadísticas de accidentes
3. Normatividad
4. Protecciones en los aparatos
5. Equipo de Protección Personal
6. Etiquetas Preventivas
- 7. Medidas de Seguridad**
8. Conclusiones

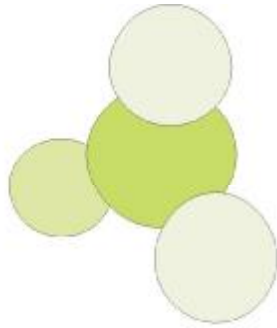


ARCO ELÉCTRICO

Medidas de Seguridad

Para mayor seguridad:

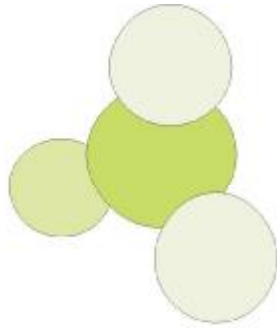
- Ø Diseñe sistemas de control con tensiones menores a 50 V
- Ø Siempre que sea posible desconecte las fuentes de energía antes de tocar un equipo eléctrico.
- Ø Siempre que sea posible no opere un equipo sin sus guardas protectoras.
- Ø Siempre que trabaje con equipos energizados, utilice el EPP ADECUADO.



ARCO ELÉCTRICO Medidas de Seguridad

Y cuando trabaje en equipos energizados:

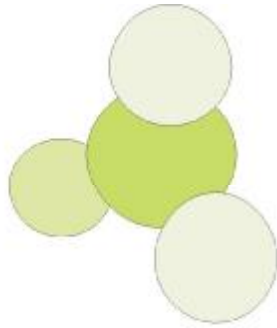
- Ø Utilice el EPP ADECUADO.
- Ø Use escudos protectores de acrílico
- Ø Cambie los fusibles a la capacidad mínima posible para trabajar.
- Ø Encienda los ajustes instantáneos de los interruptores al mínimo.



ARCO ELÉCTRICO

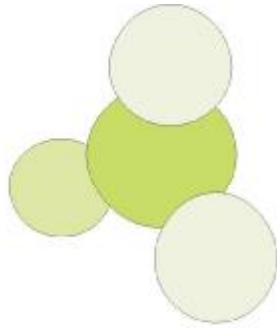
1. Datos del Arco Eléctrico
2. Estadísticas de accidentes
3. Normatividad
4. Protecciones en los aparatos
5. Equipo de Protección Personal
6. Etiquetas Preventivas
7. Medidas de Seguridad

8. Conclusiones



ARCO ELÉCTRICO Conclusiones

El Riesgo por quemaduras graves causadas por un arco eléctrico es muy grande, por lo que debemos de tomar consciencia y cuidarnos a nosotros mismos y cuidar a nuestros compañeros.



ARCO ELÉCTRICO Conclusiones

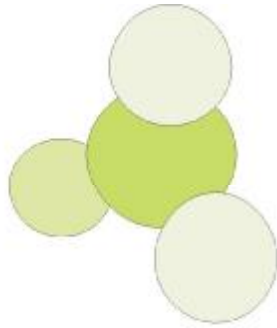




ARCO ELÉCTRICO Conclusiones

Y, seguir las indicaciones de control de accesos de la empresa en cuanto a:

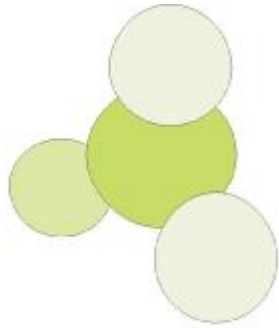
- Grado de Riesgo.
- Nivel de Competencia laboral.



ARCO ELÉCTRICO Conclusiones

Mayor información en la bibliografía siguiente:

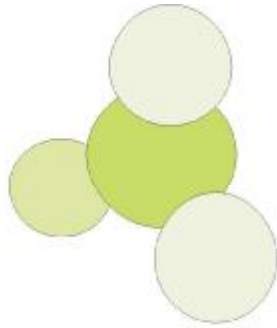
- *IEEE Std 1584 -2002, IEEE Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations .*
- *NFPA 70E:2009. Standard for Electrical Safety in the Workplace.*



ARCO ELÉCTRICO



¿ PREGUNTAS ?



ARCO ELÉCTRICO



¡¡GRACIAS!!

Roberto Ruelas Gómez
r.ruelas-gomez@ieee.org

091127